

Jon Fjeldså som international forsker og inspirator

CARSTEN RAHBEK

Året er 1988. Dampende våd og udmattet sidder jeg helt alene på en sten i 3300 m højde i Andesbjergene. Jeg prøver at få vejret, mens jeg nyder stilheden langt væk fra alting. I baggrunden er der en svag lydskulisse af eksotisk fuglesang fra tågeskoven neden for, hvor jeg sidder. En Sværdkolibri står pludselig stille i luften fem meter fra mig og afbryder mine tanker. Jeg betragter fuglen, der med sin tunge når nektaren i bunden af en 12 cm lang blomst hængende på en busk.

Med et svirp forsvinder kolibrien igen, og jeg vender tilbage til mine egne tanker. Mit blik forsvinder ind i den frodige tågeskov. Skoven strækker sig dybt ned ad det bjerg, jeg netop har besteget som så mange gange før for at tælle fugle igennem de seneste måneder. Det er derfor, jeg er her. Jeg er med på et hold specialestuderende med Hanne Bloch, Michael Køie Poulsen og Jan Fisher Rasmussen i Andesbjergene i det sydligste Ecuador for at tælle fugle og for at finde ud af, hvor mange arter, der findes i de højtliggende tågeskove.

Vi var alle fire sendt – nej nærmere kastet ud i Andesbjergene i et fælles studenterprojekt – af Jon Fjeldså. Jon var nemlig en anderledes specialevejleder, inspirerende og motiverende, altid opbyggende, men med forventning og tillid til stor selvstændighed hos hans studerende. Jon kunne begejstre og var helt umådeligt gavmild med sin ufatteligt store viden (se kapitel 9).

Jon var min vejleder både i specialet baseret på Ecuador-feltarbejdet i 1988-89 og 1991, og min ph.d.-vejleder i årene 1993-95, som jeg bl.a. udførte på The National Natural History Museum, Smithsonian Institution med Gary Graves som medvejleder. Gary var ligesom Jon fuglekurator og med speciale og masser af feltarbejde især i Andesbjergene. Jeg skylder de to min livsbane og forskningskarriere.

I 1988 blev vi som specialestuderende sendt ud med to lette og en svær opgave. Den svære var at samle data ind til og skrive vores specialer efter feltarbejdet, men det er en anden historie. Den første af de lette var at finde ud af hvilke fugle, der var i bjergene i Sydecuador, og hvordan de var udbredt. Hele regionens bjergområder skulle dækkes, og information skulle skaffes til det projekt, som Jon sammen med Niels Krabbe var tæt på at færdiggøre, nemlig bogen om Andesbjergenes fugle (se kapitel 3; Fjeldså & Krabbe 1990), men hvor de manglede information fra Sydecuador. Vores feltarbejde førte

også til fundet af en ny fugleart for verden, Kastanjebugget Kotinga.

Den anden af de lette opgaver var, at vi tog blodprøver af de fugle, vi fangede, til den nye og dengang hyper-nytænkte blodbank, som Jon havde taget initiativ til. Et par dråber blod lagret i felten i Ecuador i et lille prøverør med saltopløsning var nok til at trække noget DNA ud hjemme i laboratoriet i København, hvorefter det kunne derpå bruges til at beskrive fuglenes fylogeni (se kapitel 4). Det var ideen. Da Jon sammen med Peter Arctander i 1980'erne gik i gang med denne, dengang nyskabende ide, måtte det af Carlsbergfondet finansierede DNA-laboratorie etableres på naboinstituttet, Zoologisk Institut, og ikke på Zoologisk Museum. Hvorfor? Fordi museets ledelse dengang mente, at DNA-analyser ikke havde den store fremtid som grundlag for fylogener, som ifølge dem fortsat primært skulle baseres på morfologiske karakterer. I dag foregår stort set al fylogenetisk forskning, og hvad vi ved om evolutionære slægtskabsforhold, på basis af DNA-analyser. Der findes i dag ikke et naturhistorisk museum med respekt for sig selv uden omfattende DNA-laboratorier. Jon var blot nytænkende og på forkant af sin tid og forskningen med nye metoder og nye tanker. Det er to væsentlige karakteristika af Jon som forsker, og som han på vidunderlig vis har fastholdt igennem hele sin karriere.

Jon som forskningskollega og samarbejdspartner

Senere, da jeg med midler fra Danmarks Grundforskningsfond etablerede Center for Makroøkologi, Evolution og Klima, var Jon en af dem, jeg inviterede med lige fra starten. I dag som 80-årig arbejder han stadigvæk på centeret og involverer sig i alskens samarbejdsprojekter uden at skele til, om det er med specialestuderende eller andre professorer. Jon var den ældste forsker, da centeret blev etableret, men min ofte offentlige udtalte holdning til Jons rolle, og hvorfor han fik så mange af centerets forskningsmidler, var simpel: Centeret havde brug for en, der tænkte innovativt og holistisk, og som var hårdt arbejdende og kunne samarbejde. Da Jon nåede pensionsalderen, blev vi og museet enige om, at han kunne trække sig fra det administrative, men fortsætte sin forskning på centeret. Alder var for mig som cen-

terleder ikke et emne, så længe Jon brændte og havde energi. Og det har han stadigvæk.

Jons indflydelse på andre forskere og deres forskning

Den genetiske blodbank og det DNA-laboratorium, som Jon, sammen med Peter Arcander, etablerede i slutningen af 1980'erne og i 90'erne, lagde grundstenen for mange forskeres karrierer og senere talrige internationalt berømmede forskningsprojekter. Fundamentale dele af forskningen på de centre på det tidligere Statens Naturhistoriske Museums, i dag Globe Institutts biologiske forskningscentre, der ledes af hhv. Professor Eske Willerslev, Professor Tom Gilbert og undertegnede, har rødder tilbage i Jons ideer om DNA og etableringen af DNA-laboratoriet. Flere tusinde internationale peer review'ede artikler er udsprunget af det, som Jon og Peter Arcander satte i gang for årtier siden. Mange af disse arbejder har været publiceret i verdens to toptidsskrifter Science og Nature, ofte og stadig i dag med Jon Fjeldså som medforfatter.

Det måske største var, da vi i 2014 publicerede et særnummer af tidsskriftet *Science* om fuglenes evolution og fylogeni igennem de sidste > 100 millioner år baseret på DNA-analyser af fugles genomer (se tavlen side 3 i DOFT 109, 2015). Igen var Jon takket være sin pionerindsats, data fra blodbanken og deltagelse i selve arbejde selvskrevet som en af vores vigtigste medforfattere (Jarvis *et al.* 2014). Flere end 100 forskningsgrupper deltog i arbejdet med analyser af DNA. En artikel i *Science* er

fantastisk og kan skabe en forskers karriere – et særnummer er helt unikt. I et interview beskrev jeg det dengang i TV som at gå til Oscar-uddelingene og løbe med alle statuetterne det pågældende år.

Blodprøver som Jon Fjeldså, Niels Krabbe og Jons mange studerende og samarbejdspartnere indsamlede i Andesbjergene for mere end 30 år siden sidder jeg i denne tid med Rute da Fonseca og Peter Hosner (Jons afløser som fuglekurator på museet) på mit nye Villum Center for Global Mountain Biodiversity og foretager DNA-analyser på. Vores spørgsmål og metoderne har naturligvis udviklet sig. I dag kan vi få en beskrivelse af hele fugleindvidets genom alene baseret på en 30 år gammel dråbe blod. Ingen kunne have drømt om det dengang. Men det har som så meget andet rødder tilbage til alt det, Jon satte i gang for mange år siden i Andesbjergene. Faktisk sidder jeg, imens jeg skriver denne artikel, og lægger sidste hånd på planlægningen med Pete Hosner af den første af mange ekspeditioner til Andesbjerge med afgang om to dage. Det er bl.a. planen, at vi vil genbesøge de polylepis-skove, som Jon og Niels Krabbe undersøgte i slut-80'erne for at besvare nogle af de spørgsmål, de rejste og efterlod sig. Det simple spørgsmål er – givet klimaforandringer og tidens tand – har den specialiserede fuglefaunaen i de meget små fragmenter på typisk mindre end 10 ha forandret sig de sidste 30 år. Det siger konventionel viden af i dag – personligt tror jeg det ikke. Men det bliver jo spændende at se virkeligheden.

Det svære spørgsmål er, hvordan kan bestande af fugle på oftest kun nogle få par overlever i bitte små isolerede skovfragmenter oftest over trægrænsen ty-

Hertil og ikke længere. Indsamling af fugledata er ikke altid lige ud ad landevejen. Her er det Jon og Peter Arcander i Cochabamba, Bolivia på Polylepis-ekspeditionen i 1987. Foto: Else Bering.

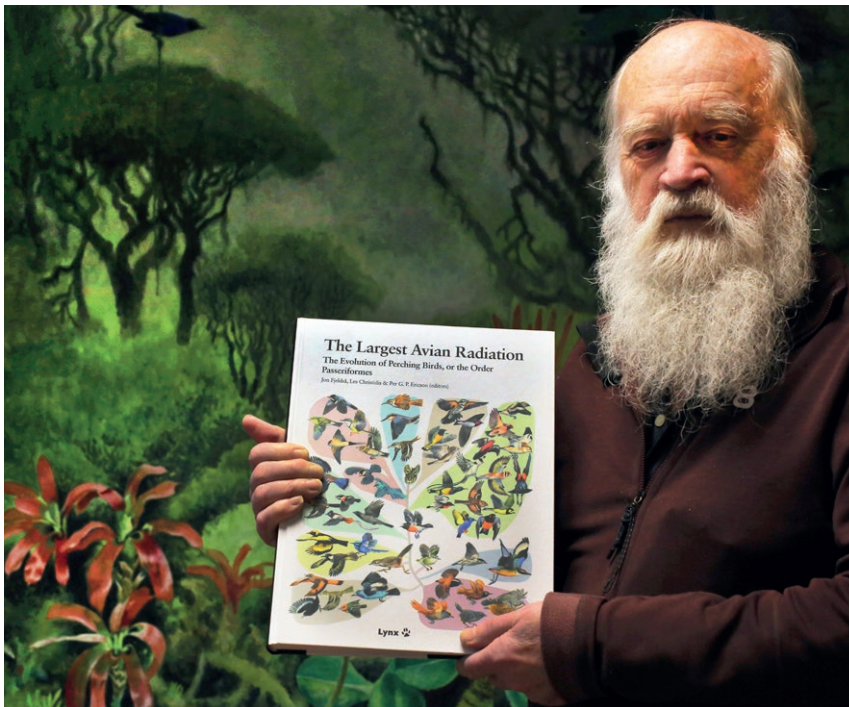


pisk 3500–4500 m over havet, når der stort set ikke sker udveksling af fugle imellem kløfternes skovfragmenter? Bittesmå bestande med meget ringe genudveksling synes at overleve fint – modsat vores normale biologiske opfattelse i naturbeskyttelsesarbejdet. Et ret så væsentligt mysterium i betragtning af, at vi har en global biodiversitetskrise med risiko for massetab af bestande og arter. Viden, der typisk er generaliseret på basis af studier af vidt udbredte arter i de tempererede egne med enorme geografiske udbredelser. Vi har bare glemt, hvad der har optaget Jon i hans forskning, siden han skiftede det nordlige Norges og Islands lappedykkerne ud med troperne. Her findes > 90 % af alle arter, og for langt de fleste er det sjældent at være talrig med stor udbredelse, mens det faktisk er almindeligt at være sjælden og have en lille udbredelse! Mere end 25 % af verdens fuglearter forekommer på et areal, der er mindre end Danmark (oftest benævnt endemiske arter).

Hvorfor er de makroøkologiske mønstre sådan? Hvorfor er bjergene så vigtige for Jordens biodiversitet med de fleste og de største endemismecentre (steder hvor mange arter med meget lille udbredelse forekommer sammen) i de tropiske bjerge? For relativt nyligt viste vi ved analyser af udbredelserne af alle verdens pad-

der, pattedyr og fugle (> 30 000 arter), at mere end 85 % af alle arter forekommer i verdens bjergegne (Rahbek *et al.* 2019a). Vi viste også, at hvad der skaber fordelingen af liv på Jorden ikke bare er de nutidige økologiske processer, men at den i høj grad er forårsaget af evolutionære processer igennem millioner af år i samspil med geologiske processer (Rahbek *et al.* 2019b). Mønstrene i arternes udbredelse og fordelingen af områder med særligt mange arter – såkaldte hotspots – på Jorden, har således kraftige evolutionære signaturer, og arternes udbredelse og artsrigdom er ikke i ligevægt med det nutidige klima eller nutidige niveauer af energi. Super kontroversielt, da vi startede vores makroøkologiske studier for årtier tilbage – i dag den nye forståelse.

Spørgsmål som disse har været fokus for Jons forskning siden han begyndte sit arbejde i Andesbjergene – og det blev også i høj grad centrum for min forskning. Her udviklede jeg kortgrundlaget for de største kontinentale og globale udbredelser for alle fugle – med input og bidrag fra Jon. Vi lavede globale fylogener sammen, og vores diskussioner om, hvad der bestemmer fordeling og diversitet på Jorden, har været yderst frugtbar, både for den forskning som Jon foretog, og min egen forskning, og alt det vi gjorde sammen. Jon og jeg



Jon fremviser her kulminationen på sit livsværk om spurvefuglernes udvikling foran sit vægmaleri på hans kontor på Zoologisk Museum. En fantastisk bog med resultatet af nylige DNA-undersøgelser, der dramatisk har ændret forståelsen af evolutionen mellem arterne og spurvefuglens oprindelse. Formentlig stammer de fra de australe kontinenter (Sydamerika, Antarktis og Australien), efter at en global katastrofe godt 15 mio. år tidligere havde udsluttet det meste af den gamle verdens fugleliv inkl. de store dinosaurer. Foto: Bent Bøkmann.

har i årtier samlet og delt data og viden med hinanden. Vores forskellige styrker har fundet et samspil, der har beriget os begge. Det har altid og i faglige diskussioner været med gensidig respekt og fælles passion, og det har holdt igennem 35 års samarbejde i en yderst konkurrencepræget international forskningsverden. Det har været en fantastisk rejse og er det den dag i dag, da Jon stadig er aktiv, og vi fortsat skriver artikler sammen.

Hvad karakteriserer Jon Fjeldså som forsker?

Jon er en forsker af den klassiske skole, hvor der kan trækkes akademiske tråde tilbage til Darwin, Wallace og von Humboldt. Jon har altid formået at sætte sin ekstremt store viden om organismers biologi sammen med geofysisk viden om klima og geologi for at forstå biologiske spørgsmål ud fra en holistisk vinkel. Det er naturhistorie, og naturhistorie er så uendelig meget mere end blot evnen til at kunne bestemme arter. Jon har igennem sin karriere haft evnen til at tænke nyt og syntetisere. Noget af det sværeste i forskningen. Han har trådt nye veje med nye metoder, og igennem hele sit forskningsmæssige livsforløb altid i tætte samarbejdsrelationer. Om det var at skrive *Birds of the High Andes* med Niels Krabbe, at oprette et moderne DNA-laboratorie med Peter Arctander, begynde at bruge satellitfotos til at forstå fuglesamfund og biogeografi sammen med internationale forskere, at foretage makroøkologiske analyser af nogle af verdens største databaser sammen med mig, eller beskrive hele fylogenen, biogeografien og naturhistorien for alle verdens mere end 6000 spurvefuglearter med australske Les Christies og svenske Per Erickson. Det sidste arbejde blev publiceret for nyligt som en imponerende, international bog, der præsenterer Jons livsværk og forskning i spurvefugle (Figur 3; Fjeldså *et al.* 2020).

Jon er ikke stringent hypotesetestende eller tænken- de i sin måde at bedrive forskning på. Båndene og begrænsningerne bliver hurtigt for snævre for udfoldelsen af hans holistiske ideer til at forklare superkomplekse ting om livet på Jorden. Jon er som forsker i højere grad deduktiv på basis af observationer. Dog altid med et fast tag om de videnskabelige metoder, der leder fra observation til, at man faktisk kan analysere, før han kaster sig over diskussion og spekulation. Derfor har Jon aldrig haft et problem med at samarbejde om mere *hardcore* statistiske analyser, som han har en veludviklet forståelse af, hvad gør og kan. Men Jon er mere fri i den spekulative del, hvor han ikke er begrænset i sin innovative tænkning af, om noget kan testes i et rigtigt *popperian* hypotese framework på undfangelsestidspunktet. Den-

ne tilgang til forskningen sammen med hans fantastiske indsigt i forskningslitteraturen på tværs af biologiske og naturvidenskabelige discipliner er nok årsagen til, at Jon har evnet at formulere nogle af de store hypoteser, som forskere som bl.a. jeg selv, stadigvæk 30 år senere fascineres af og forsøger at samle de rigtige data til at teste.

Vi har netop publiceret en test af en af Jons 30 år gamle hypoteser om, at Jordens hotspots af artsrigdom findes i dale i bjerge, hvor evolutionært gamle arter kan overleve tidernes forandring, og nye arter opstår, alt sammen som funktion af, at disse områder har været ekstremt økologisk stabile igennem tidernes klimaforandringer. En fantastisk hypotese, der har bjergetaget en hel generation af biodiversitetsforskere. Endelig havde vi data i den rigtige skala, og så var tingene alligevel mere komplekse. De gamle arter levede ikke helt de samme steder som de unge arter, men adskilt af nærtliggende områder, eller de gamle arter var midt på bjerget og de unge arter på toppen (Sonne *et al.* 2022). Studiet er således en kritisk test af en af Jons hovedideer – og med Jon som en særdeles åben og aktiv forsker, der omfavner de nye data og resultater. Det kræver sin forsker at tackle egne ideer så åbent, og det siger alt om Jon som forsker.

Jon er ikke bare en tænkner, der arbejder konstant bag computeren, i samlingerne eller i felten. Han er også en særdeles produktiv forsker, der får formidlet sine resultater hurtigt og i relevante sammenhænge. Han har skrevet en større håndfuld forskningsbøger og er forfatter til ca. 500 forskningsartikler, der er anvendt og citeret ca. 13 000 gange af andre forskere. Hertil kommer de mere end 100 forskere, Jon har uddannet, inspireret og samarbejdet med, som han rundhåndet har delt sine ideer med, og hvis arbejder han væsentligt har bidraget til. Det er *impact* som forsker.

Udvalgte referencer

- Fjeldså, J. & N. Krabbe 1990: *Birds of the High Andes*. – Zoological Museum, University of Copenhagen.
- Fjeldså, J., L. Christidis & P.G.P. Ericson 2020: The Largest Avian Radiation: The Evolution of Perching Birds, or the Order Passeriformes. – Lynx Edicions.
- Jarvis, E.D., S. Mirarab, A.J. Aberer, B. Li ... & G. Zhang 2014: Whole-genome analyses resolve the early branches to the tree of life of modern birds. – *Science* 346: 1320-1331.
- Rahbek, C., M.K. Borregaard, R.K. Colwell, B. Dalsgaard ... & J. Fjeldså 2019a: Humboldt's enigma: What causes global patterns of mountain biodiversity? – *Science* 365: 1108-1113.
- Rahbek, C., M.K. Borregaard, A. Antonelli, R.K. Colwell ... & J. Fjeldså 2019b: Building mountain biodiversity: Geological and evolutionary processes. – *Science* 365: 1114-1119.
- Sonne, J., B. Dalsgaard, M.K. Borregaard, J. Kennedy, J. Fjeldså & C. Rahbek 2022: Biodiversity cradles and museums segregating within hotspots of endemism. – *Proc. R. Soc. B* 289: 20221102.