

book" JOURDAIN added "it is said" to the latter statement, but this is left out in later impressions, an omission which is fully substantiated by the above observation. It is pointed out that the Siskin and the Goldfinch probably resorted to pine seeds for different reasons: to the Siskin it is a recurrence to the food of the breeding habitat, to the Goldfinch it is a substitute food, necessitated because its principal food plants have cast their seeds in this season.

While the Redpolls were mute during their stay in the plantation, except for their flight note, the males of the Siskin and the Goldfinch sang with a full voice. Especially the Siskin was a very busy singer, from early morning till late in the afternoon. Two or three males often sang simultaneously from the same tree, generally from a concealed position among the branches. The song was clearly not accompanied with any aggressive feeling or activity, and thus not connected with territory. The same phenomenon has been observed in the Lesser Redpoll in England (WITHERBY a. o., 1938). The male Goldfinches generally occupied a more isolated position during their song.

The testes of a Goldfinch shot while singing were in a totally quiescent stage, while those of a male Siskin were beginning to develop.

#### Literatur.

COLLINGE, W. E. 1924—27: The food of some British Wild birds. — York.  
WITHERBY, H. F. a. o. 1938: The Handbook of British Birds, 1.

## Nye teorier om trækfuglenes orientering.

Af FINN SALOMONSEN.

Fuglenes vandringer frembyder mange ejendommelige forhold, men intet fænomen har i den grad optaget sindene som den forbløffende evne trækfuglene har til at orientere sig. Som bekendt foregår de fleste fuglearters træk i en bestemt kompasretning, for de danske fugles vedkommende således for en væsentlig dels vedkommende om efteråret mod s.v., om foråret tilbage mod n.ø. Endvidere ved man, at fuglene i udstrakt grad finder tilbage til den gamle redeplads, til trods for at de siden foregående yngleperiode har tilbragt tiden i troperne eller endnu længere borte. For at nå deres vinterkvarterer eller ynglepladser flyver de ofte lange strækninger over åbent hav, ensformige stepper eller andre områder, hvor direkte orientering tilsyneladende er umulig, og tilmed foregår trækket ofte om

natten, således at orientering gennem synet er meget vanskeliggjort. Ofte er trækvejene ikke lige linjer, men bøjer på bestemte steder af i en afvigende retning. Alle disse forhold viser, at fuglene må være i besiddelse af andre orienteringsmuligheder, end mennesket har til rådighed.

Man har ment, at hele fænomenet kunne forklares som resultat af en tradition. De gamle fugle kendte vejen fra tidligere rejser og fulgte denne traditionelt, og ungerne lærte den ved at følge med de gamle. Der er ingen tvivl om, at de ældre fugles erfaring kan tjene som korrektiv for ungerne under vandringerne, men det gælder kun visse arter, som trækker familievis; for de fleste spiller det ingen rolle. Iøvrigt melder sig jo også straks spørgsmålet, hvorledes de ældre fugle kan finde vej over ensartet terræn, åbent hav, f. eks.

Under forsøgene på at forklare orienteringens gåde har man først og fremmest søgt at sætte den i forbindelse med forskellige ydre forhold. Man har således været af den opfattelse, at lysets retning (d. v. s. solens og månens stilling) spillede en rolle for orienteringen. En del insekter (f. eks. bier og myrer) er i stand til at orientere sig efter lysets retning, men sagen må ligge anderledes hos trækfuglene. For at det skulle få nogen betydning under vandringen måtte fuglene være i stand til at registrere tiden, således at de efterhånden som solen i dagens løb ændrede sin plads på himlen kunne forandre trækretning i forhold dertil. Moderne belysningsforsøg har afsløret, at fuglene har en fænomenal tidssans, og det kan ikke på forhånd udelukkes, at de f. eks. skulle kunne registrere breddegrader ved hjælp af tidspunktet for solopgangen, ligesom den nøjagtige retning som mange dagvandrere (bl. a. Kragen) følger, kunne skyldes en tidssans kombineret med solens stilling. Det må dog tilføjes, at ethvert bevis savnes for denne teori. Derimod er det en kendt sag, at fuglene orienterer sig efter landskabets topografiske forhold, idet særlig påfaldende drag, såsom bjerge, floder m. m. benyttes som "ledelinjer", langs med hvilke trækket går. Som de vigtigste ledelinjer fremtræder kysterne, til hvilke et meget livligt fugletræk er knyttet både af strand- og landfugle. Denne orientering kommer jo i stand ved synets hjælp, og der hersker heller ingen tvivl om, at synet er en vigtig orienteringsfaktor under fuglenes vandringer. På den

anden side er det ganske misforstået at tro — som visse forskere har gjort — at man kan forklare alle orienteringsfænomener under trækket som et resultat af synsindtryk. Når man med en vis vægt har hævdet denne teori, skyldes det ikke mindst, at den fugleart, hvis evne til "at finde hjem" er mest kendt, nemlig Brevduen, udelukkende synes at orientere sig ved hjælp af synet. Brevdueentusiaster er ganske vist oftest af modsat opfattelse, men nyere forsøg, især af HEINROTH, godtgør på overbevisende måde, at Brevduernes orienteringsevne kan forklares som beroende alene på synet. Dette er for så vidt ikke så mærkeligt, som den tæmmede Brevdue i virkeligheden, hvad orientering angår, er en ren sinke sammenlignet med vilde fugle. Man har i de sidste 20 år foretaget en række forsøg med mange forskellige vilde fuglearter, både land- og søfugle. Disse er i yngletiden fjernet fra deres rede og transporteret langt bort, ofte over 1000 km, til steder hvor de overhovedet ikke har været før. Det viste sig da, at et stort antal af dem, oftest vist over halvdelen, var i stand til at finde tilbage til reden. Som eksempel kan nævnes, at Landsvaler sendt fra Berlin til London (900 km), Athen (1800 km) og Madrid (1850 km) var i stand til fra disse meget store afstande at vende hjem til reden i løbet af en uges tid, dog kun for 25 % vedkommende; ved noget kortere distancer (op til 700 km) vendte imidlertid over halvdelen tilbage. Ifølge ganske nye forsøg, af polakken WOJTUSIAK, vendte forsøgsfuglene hurtigere hjem, når de anden gang transporteres samme sted hen, hvilket vil sige, at synet nu kan medvirke ved vejledningen.

Det har ikke manglet på røster, der har fortolket selv de ovennævnte fænomene præstationer som udslag af optisk orientering. Ifølge disse skeptikers mening skulde fuglene efter løsladelsen, ligesom Brevduer, strejfe planløst omkring i deres søgen efter hjemstavnen, indtil nogle ved et rent tilfælde havnede i kendt område, hvori de ved synets hjælp, d. v. s. hukommelsesbilleder, kunne orientere sig. Denne opfattelse er imidlertid meget ensidig og kan i hvert fald ikke forklare de særlig fremragende præstationer. Fornylig har v. HAARTMAN resumeret de punkter, der i disse forsøg tyder på, at forsøgsfuglenes hjemkomst ikke skyldes tilfældig omstrejfen.

Således kan tiden for hjemflyvningen ret nøje bestemmes. Hastigheden er den samme, hvad enten fuglene løslades på korte eller lange distancer, endvidere er de ringmærkede forsøgsfugle, som er truffet omkomne inden hjemkomsten i alle tre kendte tilfælde fundet på den lige vej hjem, og endelig er procenten af tilbagevendende fugle for høj til at kunne baseres på en tilfældighed, idet der må tages i betragtning, at mange omkommer, og at andre slet ikke forsøger at vende hjem.

Af andre ydre forhold som skulle kunne tjene trækfuglene som orientering, har man fremhævet vindretningen. Planmæssige iagttagelser har dog vist, at fuglene trækker under alle vindretninger, under hvilke trækretningen holder sig uforandret. Det er dog en kendt sag, at om foråret vinde, som bringer mildt vejr, og om efteråret kolde vinde (ligesom næringsmangel) er i stand til at udløse den bundne trækdrift hos en del fugle, de såkaldte vejrfugle. Spørgsmålet er imidlertid, om disse kan *orientere* sig efter temperaturforholdene? Kan de flyve varmen i møde? Forsøg med temperaturorgel har godtgjort, at visse hvirveldyr (ikke fugle) hurtigt opsøger de steder, hvor temperaturen er optimal, muligvis fordi hudens sanseceller sætter dyret i stand til at orientere sig topotaxisk. Noget sådant er der dog ikke tale om for trækfuglenes vedkommende; ydertemperaturen fra næb- til halespids er jo ikke forskellig. Alligevel viser alle iagttagelser — inklusive ringmærkningsresultaterne — at fuglene ikke forvirret flyver om i alle retninger i deres søgen efter varmere egne, men i det store og hele styrer direkte mod målet. De kendte sanser slår således ikke til, og man kommer ikke udenom at antage, at trækfuglene må være i besiddelse af særlige, ukendte navigerings-sanser. Det er ikke nok at antage, at fuglene må have en "retningssans" for at holde den rigtige retning, man må også forudsætte en "sans for den geografiske position", der uanset, hvor fuglene befinder sig, vil bringe dem til hjemstedet. At fuglene må være i besiddelse af en sådan "udvidet stedsans" godtgøres især af de arter, som yngler på ganske små øer og over enorme havstrækninger er i stand til at komme tilbage dertil i yngletiden. En række sådanne paradenumre plejer at nævnes i diskussionerne, eksempler der ikke undgår at gøre deres virkning.

De nyeste forsøg på at forklare orienteringens mysterium er gjort af den svenske geofysiker G. ISING og den amerikanske fysiker H. L. YEAGLEY, forsøg der i fagpressen har vakt stor opsigt og er blevet meget diskuteret.

ISING fremsatte det postulat, at variationen i styrken af jordens sammensatte centrifugalkraft, den såkaldte Coriolis kraft, kan opfattes af fuglene og således tjene som orienteringsmiddel. Principet for Coriolis kraft må forklares med et par ord. Ethvert legeme besidder på grund af jordrotationen et særlig moment, proportionalt med dets masse og hastigheden (i østlig retning naturligvis). Hastigheden er størst ved ækvator (ca. 1600 km i timen) og nul ved polerne, og er iøvrigt proportional med  $\cos \varphi$ , hvor  $\varphi$  er breddegraden. Hvis genstanden pludselig flyttes til en anden breddegrad og på grund af Inertiens lov stadig besidder sit oprindelige moment, vil det afbøjes tilhøjre for bevægelsesretningen på den nordlige halvkugle, tilvenstre på den sydlige, indtil det kommer i ro og får samme hastighed som de legemer, der i forvejen fandtes på den pågældende breddegrad. Det er dette princip, som gør, at vindsystemerne på jorden afbøjes efter specielle regler. Det kan vises, at ethvert legeme i bevægelse henover jordens overflade vil udsættes for en sådan afbøjende kraft uanset sin bevægelsesretning, og denne kraft er den horizontale komponent af Coriolis kraft. Den er proportional til legemets hastighed i forhold til jordens rotationshastighed og til  $\sin \varphi$  (bredden), idet den er størst ved polerne og nul ved ækvator. Den virker altid retvinklet på bevægelsen og vil hos en flyvende fugl forbinde sig med den vertikalt virkende gravitation (jordens tiltrækning) til en enkelt, kombineret resultant. Jo større Coriolis krafts horizontale komponent er, desto mere vil resultanten afvige fra vertikalen. Virkningen vil altså blive, at tiltrækningskraften tilsyneladende ikke vil virke direkte lodret på fuglen. Hvis denne derfor ved hjælp af synet kan bestemme horizontens plan og med det indre øres balanceredskaber kan afgøre den resulterende krafts retning, så er muligheden til stede for, at den kan orientere sig m. h. t. den geografiske bredde. Coriolis kraft varierede jo, som nævnt, med bredden.

Dette er imidlertid ikke tilstrækkeligt. Ligesom den navigerende sømand må også fuglen have to koordinater til sin

rådighed for stedbestemmelsen. På dette punkt kompletteres ISINGS teori af YEAGLEY, der er af den opfattelse, at fuglene også kan fornemme forskelle i jordmagnetismen. Det er ikke nogen almindelig "kompassans", der er tale om; for en sådan er der ikke fysiske muligheder i de levende organismer, hos hvem de magnetiske metaller kun findes spredt som ioner i opløsninger. Forsøg med Brevduer, Storke o. a. fugle med påhæftede magneter har da også altid som ventet givet negative eller flertydige resultater.

Teoretisk står imidlertid en anden mulighed åben for at en organisme kan påvirkes af jordmagnetismen. Ethvert elektrisk ledende legeme, der føres over jordens overflade, vil opvise forskelle i den elektromotoriske kraft mellem sine to endepunkter, og denne er proportional med legemets størrelse og hastighed samt styrken af jordmagnetismen på den pågældende lokalitet. Ved ledning af irritamenter gennem nerve-tråde opstår som bekendt elektriske aktionsstrømme, og det er derfor også muligt, at jordmagnetismen ad elektrisk vej kan påvirke det levende væv, selvom man endnu ikke kan overskue, hvorledes den kan bringe en fysiologisk virkning i stand.

Hvis organismen på denne måde kunne registrere forskelle i jordmagnetismens styrke, ville den kunne orientere sig i forhold til de "magnetiske breddegrader", linjer med samme jordmagnetiske styrke, de såkaldte isodynamiske linjer, der med de magnetiske poler som centra forløber ringformet udenom disse. YEAGLEY mener nu, at trækfuglene kan orientere sig dels efter bredden ved hjælp af variationen i Coriolis kraft, dels efter de "magnetiske breddegrader" efter den vekslende jordmagnetiske styrke, og ved at kombinere disse to stedbestemmelser altid være klar over, hvor den befinder sig. For at bevise dette udførte han i forbindelse med den amerikanske hærs efterretningstjeneste nogle meget interessante forsøg. Mellem den geografiske og den magnetiske nordpol er der en afstand på over 2500 km og de isodynamiske linjer og breddegraderne er derfor ikke koncentriske, men skærer hinanden to steder, der således har samme Coriolis kraft og jordmagnetiske styrke. Disse steder kalder YEAGLEY konjugate punkter ("conjugate points"), og hans forsøg var baseret på tilstedeværelsen af disse punkter. Han trænede Brevduer fra Penn-

sylvania State College, og duerne vendte villigt tilbage til dueslaget, efter YEAGLEYS mening fordi de kendte stedets Coriolis kraft og jordmagnetiske styrke. Ifølge hans opfattelse skulle duerne med samme lethed vende tilbage til det konjugate punkt, hvis de transporteredes hen i nærheden af dette. Det pågældende steds konjugate punkt er Kearney i Nebraska, ca. 2000 km borte. YEAGLEY førte nu over 500 af sine trænedede duer derhen og løslod dem i grupper, i reglen 60—120 km borte fra Kearney. I denne by var nu med 15 kms mellemrum opstillet to kæmpestore dueslag, kraftigt gulmalede, med en overbygning som et kirkespir og med en stor lænkeballon over sig, vidt synlig. Det samme ejendommelige ydre havde naturligvis det oprindelige dueslag i Pennsylvania. Resultatet blev, at kun 3 duer fandt vej til de nye dueslag, hvis karakteristiske udseende de genkendte, sikkert udelukkende vejledet af synet. En lang række duer, næsten en tredjedel af forsøgsfuglene, blev imidlertid fundet i forskellige private dueslag i nærheden. Ved inden for hver løsladt duegruppe at udregne de genfangede fugles gennemsnitlige stedforandring, kunde YEAGLEY i mange tilfælde påvise en bevægelse henimod det konjugate punkt. Andre forsøg viste lignende resultater og behøver ikke her at omtales.

Trods den positive effekt virker forsøgene alligevel ikke overbevisende. Bortset fra den graverende anke, at der ikke blev foretaget kontrolforsøg, taler også rent fysiske grunde for, at duerne ikke kan have orienteret sig som formodet af YEAGLEY. Det spændingsfald en due er udsat for, når den med en marchhastighed af 60 km i timen flyver fra en breddegrad til en anden (på ca.  $45^{\circ}$  n. br.) er omkring en timilliontedel af en volt, mens aktionsstrømmene i de enkelte nervetråde dog kommer op på tusinddele volt. Man kan med rette tvivle på, at så forsvindende små forskelle kan opfattes af fuglene. Coriolis kraft har under de samme forhold en størrelse på  $\frac{1}{5000}$  af gravitationen og forandrer sig kun 1—2 % pr. breddegrad. Variationer af denne størrelsesorden kan i hvert fald ikke opfattes gennem det almindelige sanseapparat, f. eks. hvad angår lys- og lydintensitet. Coriolis kraft er hos småfugle af samme størrelse som de Brownske molekularbevægelser, hvorfor det må anses for ganske ugørligt at opfatte den. Desuden umulig-

gøres praktisk talt den formodede orienteringsevne derved, at både Coriolis kraft og den elektromotoriske kraft varierer med flughastigheden, således at begge falder 2.5 %, hvis hastigheden formindskes med blot et par km, og det er en lige så stor forskel i de pågældende størrelser som efter en transport 2-300 km bort. På lignende måde ændres værdierne ved forandret flughøjde, således at den flyvende fugl for at kunne orientere sig må kende sin hastighed og flughøjde ganske nøje og endvidere være i stand til at eliminere indflydelse af vindens afdrift m. m.

Et andet forhold, der får en til at stille sig meget skeptisk overfor resultaterne, er, at Brevduen er en dårlig forsøgsfugl, idet den — som ovenfor nævnt — slet ingen retningsans har. Dette påvistes af HEINROTH derigennem, at duer, der frigaves i den trænedede retning, men længere ude end de kendte området, havde lige så vanskeligt ved at finde hjem som de, der blev frigivet i andre retninger. YEAGLEY har rimeligvis været under indflydelse af de bekendte, ældre forsøg foretaget af RIVIERE, der fortolkede sine resultater således, at duerne havde retningsans og sans for geografisk position.

Hvor spændende og indbydende YEAGLEYS teori end er, så kommer man altså til det resultat, at den ikke kan anvendes til at forklare fuglenes orientering, og det samme vilde gælde andre teorier baseret på elektriske og magnetiske forhold. Dette fremgår også af andre iagttagelser. HAARTMAN forsøgte at dressere en Stær til at kende magnetiske og ikke-magnetiske foderskåle fra hinanden, men forsøget faldt negativt ud. Endvidere har det under forsøgene på at uskadeliggøre magnetiske miner efter krigen vist sig, at flokke af fugle ganske uanfægtet fløj gennem de af ministrygerne kunstigt frembragte, meget stærke magnetiske felter.

Nogle interessante forsøg er fornylig foretaget af GRIFFIN og HOCK. Nogle Suler blev løsladt inde over land og deres forsøg på at nå ynglepladsen ved havet fulgt i flyvemaskine. Øjensynligt flakkede de i begyndelsen ganske planløst om og havde ingen sikker retningsans. Dette blev da også fortolket således, at Sulerne kun besad evnen til optisk orientering. Der er dog til dette forsøg det at invende, at Sulen er strejffugl og således ikke har noget retningsbestemt træk, og dernæst,



at udprægede havfugle, som denne art, er kendt for at miste orienteringsevnen, når de ved et tilfælde kommer ind over det faste land.

De nyeste resultater i trækfugleforskningen har da kun kunnet vise, at synets betydning er større end tidligere formodet, men den klassiske biologiske gåde, de langvejsfarende fugles fantastiske orientering, er nu som forhen — hvor nedslående det end er at skulle indrømme det — det samme uforklarlige mysterium.

### Literatur.

- BOUDOIT, G. *Alauda*, **15**, 1947, p. 244. (Almindelig oversigt.)
- DAVIS, L.: *Journ. Applied Physics*, **19**, 1948, p. 307. (Kritik af YEAGLEY.)
- GRIFFIN, D. R.: *Quarterly Review of Biology*, **19**, 1944, p. 15. (Almindelig oversigt.)
- & R. J. HOCK: *Science*, **107**, 1948, p. 347. (Eksper. med Suler.)
- v. HAARTMAN, L.: *Nordenskiöld-Samfundets Tidsskrift* 1947, p. 37. (Almindelig oversigt.)
- HEINROTH, O. & U.: *Journ. f. Ornith.* **89**, 1941, p. 213. (Brevdue-forsøg.)
- HENDERSON, G. H.: *Science*, **107**, 1948, p. 597. (Forsøg fra minestryger.)
- HICKS, C. B.: *Popular Mechanics Magazine*, **89**, 1948, p. 137. (Referat af YEAGLEY.)
- ISING, G.: *Arkiv Math., Astron., Fysik*, **32 A** (4), 1946, no. 18. (Ny teori.)
- KOHLER, O.: *Zeitschr. f. Tierpsycholog.* **5**, 1943. (Almindelig oversigt.)
- ODUM, H. T.: *The Auk*, **65**, 1948, p. 584. (Kritik af YEAGLEY og almen oversigt.)
- RIVIERE, B. B.: *Verhandl. VI. Intern. Ornith.-Kongr. Kopenhagen 1926.* — Berlin 1929. (Brevdue-forsøg.)
- SALOMONSEN, F.: *Fugletrækket over Danmark.* — København 1938. (Almindelig oversigt.)
- THORPE, W. H., D. H. WILKINSON, o. a.: *Nature*, **161**, 1948, p. 996. (Kritik af YEAGLEY.)
- VARIAN, R. H.: *Journ. Applied Physics*, **19**, 1948, p. 306. (Kritik af YEAGLEY.)
- WOJTUSIAK, G., o. a.: *Bull. Intern. Acad. Polonaise Sciences et Lettres*, **10 B** (2), 1946, No 1. (Orienteringsforsøg.)
- WYNNE-EDWARDS, V. C.: *The Ibis* **90**, 1948, p. 606. (Kritik af YEAGLEY.)
- YEAGLEY, H. L.: *Journ. Applied Physics*, **18**, 1947, p. 1035. (Ny teori.)
-