



Af Kim Frost  
frost@frostklinik.dk

# I øjenkontakt med fuglene

Første del.

Hvis en kongeørn gik til øjnlæge, ville kollegaen formentlig gnide sine øjne en ekstra gang: Visus 10.0 uden glas! Og ude på jagtmarkerne vil ørnen i 300 meters højde kunne få øje på en hare på fem kilometers afstand. Men ikke blot rovfugle er synsmæssigt mennesket langt overlegne. Synssansen er yderligt raffineret i fuglenes verden, hvor uglerne bogstaveligt talt kan se i totalt mørke, og hvor evnen til at se ultraviolet lys er veludviklet hos både blåmejsen og tårnfalken. Sågar Jordens magnetfelter synes fuglene at kunne "se" og navigere efter på deres træk. I denne artikel fokuserer øjnlægen Kim Frost, der også er ivrig amatørornitolog, på fugleøjet. Læs den og få et nyt og mere nuanceret syn på fuglene.



Kim Frost, der er årgang 1947, har kigget på fugle i mere end halvt århundrede i alle verdensdele.

At "se som en ørn", have "falkelik", være "blind som en høne" er alle gamle mundheld, der minder om, at fuglenes syn allerede århundreder tilbage havde en særstatus i folkebevidstheden frem for andre skabningers.

Og synet er da også den sans, vi sætter højest. Den tillader os at sans omverdenen i billeder, og giver frem for andre sanser fuglekiggere som mig mulighed for at opdage og nyde fuglene.

Men hvad med fuglene selv – hvordan ser de os og omverdenen? Ser ørne meget skarpere end os, og er hønen så elendigt seende, som mundheldet antyder?

Synssansen er særligt veludviklet hos fuglene. Og en meget stor del af nervetrådene til og i fuglehjernen tjener synssansen alene.

Vi regner os selv for Skabelsens ypperste. Men af alle hvirveldyr er fuglene klassen med den bedst udviklede synsevne, og hos fuglene betyder synet da også særlig meget for overlevelsen. De bevæger sig hurtigere end andre skabninger. En stor del af fuglene ernærer sig af en eller anden form for levende bytte i

bevægelse; og de, som ikke gør det, må kunne finde lige det lille korn eller netop den blomsternektar, der er hovedføden.

Der stilles således ekstreme krav til ikke blot det skarpeste mulige afstandssyn, men tillige opfattelse og bearbejdelse af den enorme mængde data, udvælgelsen af hurtigt skiftende billeder i nærmeste nærhed, som for eksempel spurvehøgens lynhurtige overrumplingsteknik kræver.

Hvortil kommer et i særklasse farvesyn, der tillader at genkende artsfæller, skelne mellem hun og han samt finde frem til yndlingsvegetationen. Synet hos de fleste fugle omfatter således et bredere farvespektrum end vort strækkende sig fra kortbølget ultraviolet lys til langbølget rødt lys. Fuglenes øjne lader også til at kunne opfatte såvel polariseret lys som jordens magnetfelt!

Og synet må tillige kunne formidle komplekse "fotografiske aftryk" af et landskab til lagring i hukommelsen, så fuglen kan finde tilbage til sit ynglested – som den lille, ringmærkede løvsanger, der seks år i træk blev genfanget ved det samme lille kær nær Århus.



Kampørnen (*Polemaetus bellicosus*) er den afrikanske savannes uovertrufne jæger blandt rovfuglene.

Fra høje træer eller i stor højde skanner den lynhurtigt et flere kvadratkilometer stort område og zoomer meget præcist ind på reptiler og pattedyr som harer og små antiloper, der udses som næste måltid. Eget foto.

Endelig skal fugleøjet ud over disse mangeartede synsmæssige præstationer kunne beskyttes mod kraftige ydre påvirkninger såsom vindpresset under hurtig flugt og i styrtdyk, støv og sand og saltvand samt sikre optisk klarhed under dykning, hvor vi jo må bruge dykkerbriller for at genskabe den normale brydning i øjets forreste medier.

### Pingviner har klarsyn, og snepper kan se bagud

Fuglenes lugtesans er generelt elendig; kun nogle gribbearter i USA og Sydamerika og visse såkaldte stormfugle synes at kunne lugte sig til føde. Mens en isbjørn siges at kunne lugte en leverpostejmad på flere kilometers afstand, så finder gribbe i vor del af Verden - modsat hvad man skulle tro, når man betænker hvor rædsomt et kadaver stinker – ikke deres føde på lugten. Det ville også være besværligt i blæsevejr. Her er det igen synet, der leder til festmåltidet.

Synets altdominerende betydning afspejler sig umiddelbart i fugleøjnenes størrelse i forhold til hovedet. Ørne- og gribbeøjne er større end vore for ikke at tale om strudsens enorme øje, der vejer mere end dens hjerne.

Der er dog store forskelle på fugleøjne. Mens vort øje nærmest er kugleformet med en diameter på 24 millimeter, varierer formen af fugleøjne betragteligt, afhængigt af kravet til synsstyrke, akkomodationskrav og aktivitet på døgnet.

Som en påmindelse om fuglenes fortid som krybdyr er fugleøjet sammenvævet med en knoglering, øjenkransen, som ikke ses hos pattedyrøjne.

De fleste dagaktive fugles, for eksempel duers, øjne er næsten runde eller let højdeovale. Ørne og falke har et nærmest rørformet, tubulært, øjeåbne, væsentligt længere end menneskeøjet. Derved får nethinden et større areal med plads til et langt større antal synsceller. Samtidig er

hornhinden hos rovfugle usædvanlig krum, hvilket sikrer et større lysindfald i øjet (billedets lysmængde bliver spredt ud over et større nethindeareal; en øget øjenstørrelse vil nemlig ikke i sig selv give øget nethindebelysning, idet øget pupildiameter og brændvidde udligner hinanden). Det gælder også nataktive fugle, hos hvilke det sparsomme lys skal nå en nethinde med flest muligt lysopfattende celler.

Størstedelen af lysbrydningen sker i grænsefladen mellem luften og hornhinden. Brydningen er anderledes for vand end luft; derfor må vi bære dykkerbriller for at se skarpt under vandet.

Uden dykkerbriller vil vi under vandet have behov for at øge linsebrydningen med ca. +42 sf. for at korrigere for den manglende korreale lysbrydning.

Pingviner, skarver, ænder, isfugle og vandstære, som forfølger byttet under vand, har en særlig flad hornhinde, der indebærer en fladere brydningsvinkel, når lysstrålen passerer grænsefladen mellem vand og hornhinde. Det giver klarere syn og dermed sikrere afstandsbedømmelse, når større bytte som blæksprutter og fisk hastigt skal fanges. Samtidig skal de også kunne se skarpt på små krebsdyr og insekter, der blot er et par centimeter væk! Hertil hjælper dels en blødere lens med en ringformet vulst omkring ækvator, der er fæstnet til corpus ciliaremuskulaturen, som igen er fæstnet til en ringformet brusklade i sclera, hvorved lens kan presses noget fremad og gøres krummere, hvilket giver yderligere et nøk til brydningen. En nærafstand på fem centimeter kan de fleste fugle stille skarpt på – mod vore cirka ti centimeter i ungdommens år. Og dykkende fugle klarer helt ned til et par centimeter, støttet af de ændrede brydningsforhold i vandet, som gør øjet mere nærsynet.

Ydermere er ciliærmuskulaturen tværstribet og ikke som vor og andre pattedyrs glat. Fuglene kan altså

bevidst kortvarigt præstere en både hurtigere og langt større akkomodationsbredde end vi. Det er en klar fordel for fugle i hurtig bevægelse, for eksempel en vadefugl der søger føde i mudderet på vekslende afstande. Modsætningsvis har fuglene jo heller ikke vort behov for en vedligeholdt akkomodation på bestemt afstand, som en glat muskulatur understøtter, men hurtigt vil udtrætte en tværstribet.



Isfugle, her den smukke Smyrnaisfugl (*Halcyon smyrnensis*), dykker efter småfisk og kan både overkomme brydningsfladen mellem luft og vand, når fisken udvælges, lynhurtig akkomodation ned til få centimeter og den dårligere synsskarphe under vandet, hvor fisk tæt på ses lidt forstørrede og virker tættere på, end de er. Eget foto.

Der er også stor forskel på øjnens placering i kraniet, bestemt af levevilkårene. Ugleres øjne er parallelt fremadrettede og sidder så tæt, at de synes skeløjede. Ugler og rovfugle skal kunne spotte og fokusere fjernt bytte, men behøver ikke konstant at bekymre sig om mulige fjender. Og ved et ekstraordinært binokulært syn får de præcis afstandsbedømmelse. Til gengæld overlapper de to øjnes synsfelter så meget, at ugleres binokulære synsfelt begrænses til kun 70 grader mod vort eget på det dobbelte. Hos duer og vadefugle som bekkasiner og skovsneppen, der søger føde på mudderflader og skovbund, sidder øjnene derimod på siden af hovedet. De er konstant efterstræbte og har brug for både at se fremad efter føde og samtidig kunne overskue omgivelserne for farer. Her er øjnene placeret på siden af hovedet og samtidig ret udstående; hos skovsneppen så langt bagtil, at den

nærmest har øjne i nakken. Det giver hvert øje et vældigt synsfelt, cirka 330 grader, i stort set alle retninger på samme tid, og øjnene kan se uafhængigt af hinanden. Til gengæld bliver det binokulære synsfelt her meget snævert, kun cirka 25 grader; og bekkasiner og skovsnepper føler da også mere med deres lange næb efter føden, end de bruger synet. Vi ser tit en solsort lægge hovedet på skrå netop for at få et bedre synsfelt mod en formodet fare; synsindtrykkene fra det andet øje må da samtidigt formodes at blive nedtonede.

Hejrens kranium smalner ind under øjnene. Det giver et større binokulært synsfelt nedad i den retning, hvor føden skal findes, og afstandsbedømmelsen er perfekt. Skal hejren se lige fremad, retter den næbbet opad, som vi kender det, når vi er ved at komme for nær på.



De største øjne hos uglerne finder vi hos den kæmpestore afrikanske Savannehornugle (*Bubo lacteus*), der næsten udelukkende jager i mørke. Øjnene sidder tæt og giver et fremragende binokulært syn til præcis afstandsbedømmelse. Eget foto.

#### Fugle med dykkerbriller og øjensmøring

Der stilles store krav til at beskytte fugleøjet imod de voldsomme og skiftende påvirkninger i omgivelserne. Under sit styrtdyk med over 300 km/t ville vandrefalkens syn sløres kritisk, hvis ikke særlige mekanismer modstod fartvindens udtørring af øjets hornhinde. Og en sule, der spotter fisken og dykker fra 60 meters højde (!) skal derudover fortsætte med at se skarpt, straks den er under vandet.

Fuglene har ligesom os to øjenlåg,

et øvre og et nedre. Men her holder ligheden også op. Ved blinken er det fuglenes nederste øjenlåg, der bevæges mest, hvor vi jo mest blinker med det øvre. Og mens vore to øjenlåg er tæt besat med talg- og svedkirtler til smøring af øjet, er der ingen kirtler i fuglenes.

Til gengæld har de så imellem hornhinden og de ydre øjenlåg et tredje, helt gennemsigtigt øjenlåg, blinkhinden. Den udgår fra den mediale øjenlågsvinkel og rulles vandret frem og tilbage sideværts. Blinkhinden kan dække øjet helt og på dens bagside sidder en stor tårekirtel, der fugter og smører fugleøjet og således beskytter mod såvel fremmedlegemer som udtørring i flugten.

For en dykkende fugl virker blinkhinden både som beskyttelse mod vandet og som dykkerbriller, så fisken fortsat ses klart under vandet.

Endelig har blinkhindens tåreudskillelse en afkølede funktion. Under fuglenes flugt øges nemlig stofskiftet voldsomt, og det får kropstemperaturen til at stige betydeligt. Specielt fuglehjernen er følsom for temperaturstigning – ligesom vi bliver dødsige under feber.

Fugleøjet ligger tæt på hjernen. Ved konstant at væde hornhinden med tårevæske, afkøler fordampningen blodet, der passerer gennem øjet og videre som en slags intercooling til hjernens kredsløb.



Mens vi ved vore seks forskelligt orienterede ydre øjenmuskler kan bevæge øjet frit i orbita op-ned, fra side til side samt på kryds som stregerne i "Union Jack", sidder fuglenes øjne nærmest fastkilede i en bruskrans i deres øjenhuler. Skal uglen se omkring sig, må den dreje hovedet fra side til side, men det kan den så til gengæld også – cirka 200 grader, og vende Halsen (*Jynx torquilla*; en spættefugl) kan vride sit hoved, så næbbet peger nedad ryggen! Blik opad eller nedad ordnes ved at vippe hovedet og/eller kroppen op og ned. Og duen nikker hovedet frem og tilbage for at få et videre binokulært synsfelt.

#### Fra hurtige impulser til lynhurtige handlinger

Synsprocessen hos både fuglene og os følger groft taget følgende trin: Skarphedsindstilling, billeddannelse på retina, overførelse af det primære billede til første bearbejdning i det primære synscenter og endelig tolkning af det sete i storhjernen synsbark. Hos fuglene er storhjernen synscenter beskedent; størsteparten af synsimpulserne ender i det primære synscenter, *corpus geniculatum laterale* i den mere primitive mellemhjerne, der – ligesom det tætliggende hørecenter – er tæt koblet til refleksbaner i hjernestammen og rygmærven. En pludselig bevægelse kan sende fuglen på vingerne, uden at nærmere tolkning er nødvendig. Til gengæld er der da her næppe heller dybsindige efterlods funderinger over det sete.

Garvede læsere af Anders And vil måske fra år tilbage erindre sig Georg Gearløs' opfindelse af en "tænkehat", hvormed han skulle

Sulen (her den sydafrikanske Kapsule (*Morus capensis*) mestrer fra et dyk fra 60 meters højde med stor præcision at snuppe sig en makrel eller sild på 2-5 meters vanddybde, hvilket indebærer såvel svær belastning for øjet som krav til lynhurtig omstilling til de optiske undervandsforhold. Foto: Patrick Cardwell.

kunne afæske umælende skabningers inderste tanker. Skuffelsen var stor, da den blev sat på en solsort og blot fremkom med: "Måske er jeg sur, måske er jeg glad – måske vil jeg blot sige: "Tak for mad.""

Siden er man mig bekendt ikke kommet videre med tolkningen af fuglenes synsindtryk. Så det vil nok ikke være helt skævt at antage, at kragen i trætoppen over dig, næppe som du nyder alle solnedgangens farver over et skønt landskab og lader associationerne flyde, men i stedet gør sig få vitale overvejelser: "Er der noget, jeg kan æde?", "Er der noget, jeg skal flygte fra/skræmme bort" eller "Er der nogen, jeg kan parre mig med?"

For fugleøjets evne til at danne et billede af omverdenen er tre strukturer i øjet særligt vigtige: Det optiske system, pupillen og retina. Det optiske system omfatter den ydre, klare

hornhinde, linsen og væskerne i øjet (kammervæsken og glaslegemet). Til sammen udgør de en sammensat linse, som bryder og samler lysstrålerne, der passerer ind gennem pupillen. Størstedelen af lysbrydningen sker som nævnt i grænsefladen mellem luften og hornhinden. Brydningen er anderledes for vand end luft; derfor må vi bære dykkerbriller for at se skarpt under vandet.

Linsesystemet i fugleøjet er omtalt ovenfor.

Pupillen regulerer som fotografiapparatets blænde den lysmængde, der kommer ind, ved at ændre diameteren (aperturen), så at mindst muligt lys slipper ind i stærkt dagslys og mest muligt i mørke.

Øges pupildiameteren til det dobbelte, bliver lysmængden gennem pupillen firedoblet og vice versa.

Det betyder dog ikke nødvendigvis, at belysningen på retina øges til-

svarende, idet denne også afhænger af linsesystemets brændvidde.

En lille pupil giver også øget dybdeskarphehed som den mindste blænde i et kamera. Fuglenes pupil kan udvides forholdsvis langt mere end menneskets. Vidden af pupillen reguleres ved sammentrækning af regnbuehindens henholdsvis ringformede og radiært forløbende muskelfibre, der ligesom ciliærmusklen er tværstribe og således aktiveres bevidst, når fuglen ønsker det. En løvhyttefugl på New Guinea benytter dette forhold indledningsvist under parringsspillet ved gentaget ekstrem ændring af pupilstørrelsen, hvilket synes at "hypnotisere" hunnen til at blive og overvære det egentlige skuespil.

Fuglene kan således lynhurtigt få et skarpere billede ved at trække pupillen sammen og gøre den stor eller lille, som lysforholdene måtte kræve det. *Fortsættes i december 2015.* ■