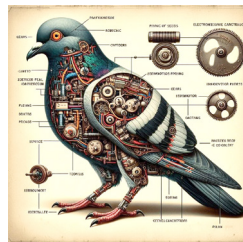


Van kiemschijf tot kuiken

HENK LEENAERS

Vraag iemand waaraan hij denkt bij het woord 'ei' en de kans is groot dat zijn antwoord gaat over Pasen, een zondags ontbijtje of een smakelijke omelet. Ook vogelaars ontberen vaak inhoudelijke kennis over vogeleieren, waarschijnlijk omdat mensen (terecht!) worden geweerd uit broedgebieden. Toch is er vrij veel bekend over deze 'buitengebordsmoeders', zoals ornithologen vogeleieren wel noemen. We zetten enkele feiten en cijfers op een rij.

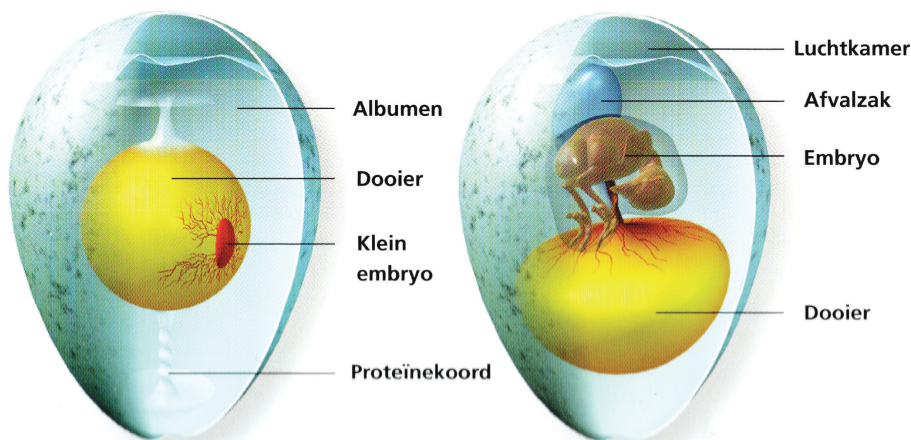


Dat veel vogelaars weinig verstand hebben van vogeleieren is niet zo héél verwonderlijk. Het verzamelen en rapen van vogeleieren is tegenwoordig not done, en ook het fotograferen wordt gezien als een brute en ongewenste verstoring. Dat was vroeger wel anders. Zelfs beroemde natuurliefhebbers als Jac. P. Thijsse mochten graag een eitje rapen. Sommigen deden dat vanwege de schoonheid van vogeleieren en de enorme variatie aan kleuren en tekeningen. Zoals de een postzegels verzamelde, verzamelde een ander vogeleieren. Anderen zagen (en zien) vogeleieren als voedsel. Zo zijn kwar-

teleieren nog steeds een delicatessen, die ook vandaag de dag rond Kerst en Pasen bij menigeen op het menu staat. En de vondst van het eerste Kievitsei stond in ons land lang symbool voor het begin van het voorjaar, totdat de Raad van State in 2015 het zoeken naar Kievitseieren volledig verbood. Provincies mogen sindsdien geen ontheffingen meer verstrekken.

Zwangerschap buiten het lichaam

We beginnen deze zoektocht met het beantwoorden van de vraag: waarom? Waarom houden vogels vast aan de primitieve gewoonte om eieren te leggen?

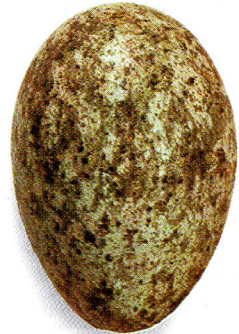


Spinnen, vissen, kikkers en de meeste reptielen doen dat toch ook, zal menigeen denken, maar die kunnen qua ontwikkeling en intelligentie niet tippen aan de meeste vogels. Zo worden duiven gerekend tot de tien slimste dieren op aarde, net zoals olifanten, ratten en varkens – maar dat zijn allemaal zoogdieren. En zoogdieren laten bevruchte embryo's groeien in een baarmoeder, niet in een ei. Toch ligt het antwoord op deze vraag erg voor de hand. Om te kunnen vliegen moeten vogels voortdurend op hun gewicht letten. Een zwangere vogel zou niet zo makkelijk voedsel kunnen zoeken of kunnen vluchten voor roofdieren, waardoor de kans op nageslacht veel kleiner zou zijn. Voor een vliegend wezen heeft een zwangerschap buiten het lichaam – in een ei – dan ook

enorme voordelen. Dat geldt ook voor het embryo: dat kan in deze beschutte omgeving uitgroeien tot jonge vogel.

Grote vogels, grote eieren

Vogeleieren kennen een enorme variatie in afmeting, vorm en kleur. Dat heeft allerlei redenen. De grootste vogels leggen de grootste eieren, zo luidt de algemene regel. Met een lengte van anderhalve meter is de Knobbelzwaan de grootste vogel van ons land en hij legt dan ook de grootste eieren: 11,5 x 75 cm. Het Goudhaantje is, met een lengte van 8,5 cm, de kleinste vogel en legt om die reden de kleinste eieren: 1,25 x 1 cm. Toch is het niet zo eenvoudig. Want kijk je naar het gewicht, dan leggen kleine vogels in verhouding juiste grote eieren: het ei van een Goudhaantje weegt 1/7 van



ZWARTE KRAAI



GOUDHAANTJE

zijn lichaamsgewicht, bij een Knobbelzwaan is dat maar 1/30. Dit komt doordat kleine eieren een relatief grote buitenkant hebben, als je die vergelijkt met de inhoud. En via die buitenkant verliezen eieren warmte en vocht. Wil je daar aan de binnenkant evenveel van overhouden, dan moet je dus (qua inhoud) grotere eieren maken.

Zijwaartse druk

Bij de vorm van een ei zou je verwachten dat sterkte een belangrijke rol speelt. De eierschaal moet het embryo namelijk beschermen. Maar het sterkst denkbare ei heeft een perfect ronde vorm, net zoals een pingpongbal. De op een rond ei uitgeoefende krachten worden namelijk verdeeld over de hele schaal. Maar de meeste eieren hebben de vorm van – nou ja – een ‘ei’: een ovaal met een stompe en een puntige kant. Ook andere factoren spelen dus een rol. Eén daarvan is de diameter van de eileider waar het ei doorheen moet op weg naar buiten. Deskundigen vermoeden dat een ei als bol aan deze reis begint, maar onderweg slanker wordt onder invloed van zijwaartse druk in de eileider. Die druk is het grootst aan de voorkant, wat verklaart dat de stompe kant het eerst naar buiten komt. Toch is dit niet het hele verhaal. Want ook de vorm van het lichaam van de moeder speelt een rol. Duikende vogels met lange dunne lichamen, denk aan de Fuut, leggen namelijk langwerpige eieren.

Fel begeerd en fraai gekleurd

Voor verschillen in kleur en tekening van eieren zijn verschillende verklaringen. Belangrijk is camouflage. Eieren die worden gelegd op plekken in de schaduw, bijvoorbeeld in heggen en bomen, zijn vaak blauw; eieren

gelegd op de grond zijn vaak bruin. Naarmate een soort zijn eieren minder goed kan verbergen, hebben die meer tekening. De eieren van Oeverlopers en Bontbekplevieren, broedvogels van stranden en kusten, zijn dan ook royaal gespikkeld. In holen nestelende vogels, zoals IJsvogels en Huiszwaluwen, leggen juist egaal witte of lichtblauwe eieren – die hebben geen camouflage nodig. Dat geldt ook voor duiveneieren, die meteen na het leggen worden uitgebroed en vrijwel nooit bloot liggen. Maar net zoals bij vorm en afmeting is er niet één regel voor de kleur van eieren. Zo hebben de eieren van Zeekoeten een enorme variatie aan kleuren, waarschijnlijk omdat ze goed herkenbaar moeten zijn. Deze vogels leven in grote groepen dicht bij elkaar, waardoor het lastig is om hun eigen eieren terug te vinden. Dan helpt een opvallend kleurtje. En omdat ze broeden op ontoegankelijke kliffen is camouflage niet nodig. Niet méér, om precies te zijn, want vanwege de fraaie kleuren waren zeekoeteieren lange tijd bijzonder populair. Verzamelaars haalden op de steile kliffen van de Engele kust levensgevaarlijke capriolen uit om in het bezit te komen van zo’n fel begeerd, fraai gekleurd ei.

Verdedigingslinie

Nu we weten hoe eieren eruitzien, en waarom, is het tijd om stil te staan bij de samenstelling: waaruit bestaat een ei? We beginnen met de schaal. Samen met het ‘albumen’ of eiwit, dat dienst doet als stootkussen, vormt de kalkachtige schaal een belangrijke verdedigingslinie tegen gevaren uit de buitenwereld. De calciumkristallen in deze schaal zijn op dezelfde manier gestapeld als de bakstenen in een gemetselde boog. Deze manier van

stapelen, zo wisten de Romeinen al, zorgt voor enorme sterkte. Naar ver-
luidt kan een kippenei een gelijkmatige
druk van 1500 kilo per cm² verdragen,
het gewicht van een volwassen olifant.
Dat eieren toch kunnen breken weet
iedereen die met Pasen wel eens een
eitje tikt: door een zogeheten 'puntbe-
lasting'. Zo doen jonge kuikens het ook.
Als ze uitkomen tikken die met hun
eitand – een klein bobbeltje van hard
calcium aan het uiteinde van de boven-
snavel – net zolang van binnen tegen
de eierschaal totdat die barst.

Bodemverzuring

Er is overigens nóg een reden waarom
eieren breken en die is door de mens
veroorzaakt. Na de zure regen uit de
jaren zeventig en tachtig, is stikstof
nu de boosdoener. In de vorm van am-
moniak zorgt dit mestbestanddeel voor
bodempverzuring in bijna alle bossen op

de droge zandgronden. De pH (zuur-
graad) van deze bosbodems is inmid-
dels gedaald tot onder de 3,5 – een ex-
treme mate van verzuring. Het gevolg
hiervan is dat boomblaadjes te weinig
kalk bevatten, en dat geldt daardoor
ook voor rupsen (die boomblaadjes
eten) en zangvogels (die rupsen eten).
Veel koolmezen leggen tegenwoordig
eieren met een te dunne schaal en hun
kuikens lijden aan spontane botbreu-
ken. Alleen grootschalige bekalking
(enkele tonnen per hectare) kan dit tij
nog keren.

Bescherming tegen bacteriën

Genoeg gesomberd, verder met het
vogelei. Om luchtcirculatie binnen in
het ei mogelijk te maken, bestaat de
binnenkant van de schaal uit talloze
kleine knobbeltjes, een soort bubbel-
tjesfolie, die rusten op twee zogeheten
'schaalvliesen'. Verse lucht kan het ei



SLOBEEND: 'normale vorm'

BOSUIL: bijna rond

FUUT: lang en smal

GROENPOOTRUITER: peervormig

Verschillende vormen



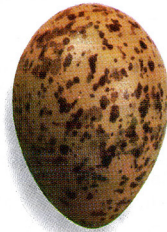
FAZANT



ROERDOMP



KIEVIT



KOKMEEUW

Verskillende kleuren



ZWARTE KRAAI



VLAAMSE GAAI



ZANGLIJSTER



DWERGSTERN



OEVERLOPER



BONTBEKPLEVIER

binnendringen via gaatjes tussen de kalkkristallen in de schaal. Die zijn als kleine putjes met het blote oog zichtbaar aan de buitenkant. De schaal zélf is bij de meeste eieren glad en glanzend, waardoor water en vuil worden afgestoten. Direct onder de eierschaal zitten de schaalvliezen. Deze moeten voorkomen dat bacteriën het ei binnendringen. Ook als een bacterie deze horde toch weet te nemen, is de kans dat hij schade kan aanrichten klein. Het albumen direct onder de vliezen biedt namelijk óók bescherming. Nadat het ei is gelegd koelt het af, waardoor de inhoud krimpt. De twee schaalvliezen maken zich dan los van de stompe kant van de schaal, waardoor in het ei een luchtkamer ontstaat. Deze kamer bevat de eerste lucht die het kuiken zal inademen, nadat het – tijdens het uitkomen – de binnenste schaalvliezen heeft gebroken. Een klein ingebouwd zuurstofflesje, een vondst waar menig ingenieur jaloers op zou zijn!

Veelzijdige omhulsel

Direct onder de schaalvliezen zit het albumen, het wit van het ei. Deze ‘spons’ bestaat voor 90% uit water en heeft een enorme zuigkracht. Daardoor kan er via de luchtdoorlatende poriën in de schaal vrijwel geen water of waterdamp uit het ei ontsnappen. Aan de lange kant van het ei zit er in het waterige albumen een geleïchtig kussen, dat vastzit aan de schaalvliezen en schokken en stoten van buiten kan opvangen. Dit veelzijdige omhulsel – bacteriën tegenhoudend, schokwerend, luchtdoorlatend én watervasthoudend – heeft maar één doel: de dooier beschermen. Geen wonder, want uiteindelijk draait alles om de dooier, het met voedsel volgestouwde hart van elk vogelei, waarin de kiemschijf kan uitgroeien tot kuiken. Een ingenieus ophangstelsel zorgt ervoor dat de kiemschijf zich altijd in de juiste positie bevindt om zich te kunnen ontwikkelen: boven in de dooier. Net zoals de wikkel om een toffee, zit er rondom de

dooier een membraan, waarvan de uiteinden als strengen zijn gedraaid. Deze gedraaide strengen of ‘hagelsnoeren’ zitten vast aan het schaalvlies. De dooier kan daardoor vrij draaien en elke beweging van het ei compenseren. Wat er ook gebeurt, de kiemscijf blijft in de dooier altijd op zijn plek. De dooier zélf bestaat voor de ene helft uit voedsel (vetten en eiwitten) en voor de andere helft uit water – alles wat een kiemscijf nodig heeft om eerst uit te groeien tot embryo en daarna tot jong kuiken. Kuikens die blind, naakt en hulpeloos uit het ei kruipen, moeten het doen met een veel kleinere dooier (20% van het ei) dan kuikens die bij het uitkomen al zijn bedekt met dons en binnen enkele uren op eigen benen staan (35% van het ei).

Assemblage

Oké, we weten inmiddels hoe een ei eruitziet en wat erin zit. Maar hoe máákt een vogel zo’n wonder van vernuft? De korte versie: dat gebeurt in een strak geregisseerd assemblageproces, net zoals auto’s op een lopende band. Maar eerst moet er een eitje worden bevrucht. Geslachtsrijpe vogels leggen trossen met ova (microscopisch kleine eitjes) in een van de eierstokken. De eitjes kunnen hier uitgroeien tot ze samen de dooier vormen. Bij de trechtersvormige top van de eileider wordt één ovum bevrucht door de zaadcellen van de man, die zijn opgezwoomen tot bovenin de eileider. Hier versmelten de celkernen van de zaadcel en de eicel tot een embryo. Daarna begint een tocht van 1 tot 7 dagen door de eileider (het oviduct). Dit is de lopende band waarop laag voor laag om het embryo een ei wordt opgebouwd. Eerst wordt de dooier ingesnoerd met het zogenaamde ha-

gelsnoer, zodat hij netjes op zijn plaats blijft drijven. Daaromheen wordt een laagje eiwit gevormd. In een volgend stukje van de eileider worden er mineralen als calcium, magnesium en natrium toegevoegd, waarna het ei zijn schaalvliezen krijgt. Door vocht op te nemen zwelt het ei vervolgens op in de schaaclklier, de vogelversie van de baarmoeder. Op het door de zwelling strak getrokken eiwitvlies wordt de schaal gevormd en krijgt de kalklaag zijn kleur. Voordat het ei via de cloaca naar buiten gaat – volgens Vogelbescherming met een ‘soort kwispel van de staart’ – krijgt het een glanzende coating en, optioneel, enkele pigmentvlekken. Vergelijk dit maar met de metallic lak die op een auto wordt gespoten vlak voordat hij de lopende band verlaat.

Wonder van volmaaktheid

Na het leggen van een ei begint het broeden, waarna het jong ter wereld komt om zich te ontwikkelen tot volwassen vogel. Over deze en andere onderwerpen valt nog veel meer te vertellen. Misschien wel in een van de volgende artikelen in deze nieuwe reeks, waarin we met een ingenieusblik naar vogels kijken. Toch beginnen we niet voor niets met dit verhaal over het voegelei. In zijn onvolprezen boek ‘The most perfect thing’ (vertaald als ‘Het voegelei – wonder van volmaaktheid’) citeert Tim Birkhead vrouwenrechtenactivist Thomas Wentworth Higginson, die in 1862 zou hebben gezegd: “Als iemand mij met een pistool tegen mijn hoofd zou vragen wat het meest perfecte ding in het universum is, zou ik antwoorden: een voegelei”. Daar hebben we na dit verhaal weinig aan toe te voegen. Eén ding misschien: Lees dat boek!