Figuur 1. Kraanvogels hebben een luchtpijp met een extra lus die door het borstbeen heen gaat (hier de situatie bij de Europese kraanvogel). Door deze anatomie is de roep van de vogels zuiverder en intenser. Dit komt waarschijnlijk doordat het borstbeen gaat resoneren: het borstbeen is relatief zwaar ten opzichte van lucht, waardoor er minder 'ruis' optreedt in de frequenties van het geluid. Via de luchtzakken wordt de trillingsfrequentie van het borstbeen doorgegeven aan de lucht, waardoor het geluid ontstaat.

Natuurbeheer: de kunst van het matchen van soort- en gebiedseigenschappen

Bij diersoorten kunnen populaties binnen vergelijkbare leefgebieden tegengestelde trends vertonen. Dat geldt ook voor vergelijkbare soorten binnen een bepaald gebied. Waar de een bijvoorbeeld profiteert van een ingreep, raakt de andere in een neerwaartse spiraal. Soms liggen verklaringen voor dergelijke tegengestelde trends voor de hand, maar vaker blijven ze in nevelen gehuld. Dit maakt het moeilijk om natuurbeheer en -beleid voor deze soorten te optimaliseren, zolang we niet precies snappen waarom de ene soort anders reageert dan de andere. Een route om meer kennis te verkrijgen is door de soorteigenschappen gedetailleerder in kaart te brengen. Aan de hand van een dierkundige benadering kunnen verbanden tussen bouw, functioneren en levenswijze inzichtelijker worden.

tekst Arnold van den Burg, Kas Koenraads & Stef Waasdorp (Zoological Museum Netherlands), **illustraties** Arnold van den Burg

> Vogels zijn de best bestudeerde groep in het wild levende, gewervelde diersoorten van Nederland. Toch blijkt het niet gemakkelijk om het natuurbeheer en -beleid zodanig vorm te geven dat we telkens de juiste omstandigheden in het landschap weten te creëren waarin populaties kunnen standhouden of herstellen. Als gebiedseigenschappen niet aansluiten op de specifieke behoeften van een soort, en we kennen deze behoeften niet, dan kunnen we in het beheer en beleid keuzes maken die verkeerd uitpakken. Soms zijn al wel relaties duidelijk, maar is nog onvoldoende bekend waarom deze relaties precies bestaan, waardoor de juiste beleids- en beheermaatregelen uitblijven. Ook worden successen voor een bepaalde soort gebruikt om te zeggen dat het 'goed' gaat met een gebied, terwijl andere soorten verdwijnen. Dat gebeurt vaak doordat soorten, van buitenaf gezien onzichtbaar, wezenlijk in hun eigenschappen verschillen.

Het vierstangensysteem voor de snavel van de grutto

Bij de grutto wordt de vaste stang (A, figuur 2) van het vierstangensysteem gevormd door de schedel en een deel van de bovensnavel, dat verstevigd is met een extra botbalkje (B). De spierkracht voor dit systeem is bevestigd aan het quadratum (C), het botje tussen de schedel en de onderkaak, waarover de onderkaak scharniert. Op het quadratum scharniert ook het jukbeen (D), wat de derde stang vormt van dit systeem. Het jukbeen fuseert pas vlakbij de snavelpunt met de bovensnavel (wat bij de meeste vogels al aan de snavelbasis is). Ter hoogte hiervan is het bot van de bovensnavel heel dun; dit deel van de bovensnavel vormt de vierde stang van het systeem (E). Als de spier in de oogkas (F) samentrekt en het quadratum met de klok mee laat roteren, komt het draaipunt tussen het quadratum en het jukbeen meer naar voren te liggen. Een extra botbalkje (G) voorkomt dat het jukbeen doorknikt. Omdat stang C veel langer is dan stang E, leidt een heel kleine rotatie van het quadratum al tot een grote opening aan de snavelpunt, waardoor de grutto de worm kan pakken.

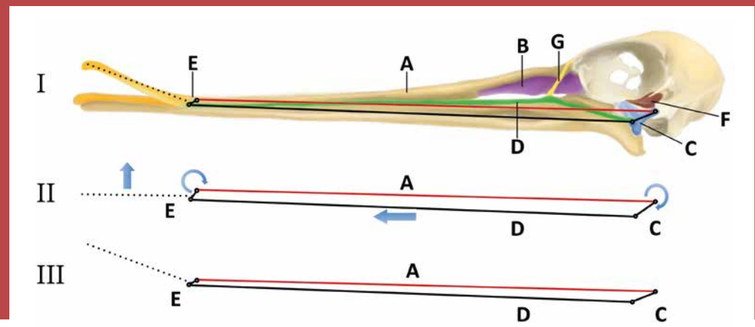


foto Eddy Kuis

Foeragerende grutto.

Figuur 2. I. De schedel van een grutto met het mechanisme om alleen de snavelpunt te openen. II geeft de positie van het vierstangenmechanisme aan in gesloten positie, III de situatie met open snavelpunt. De pijlen in II geven aan hoe de verschillende delen bewegen om de snavelpunt te openen.

Samengaan ecologie en dierkunde

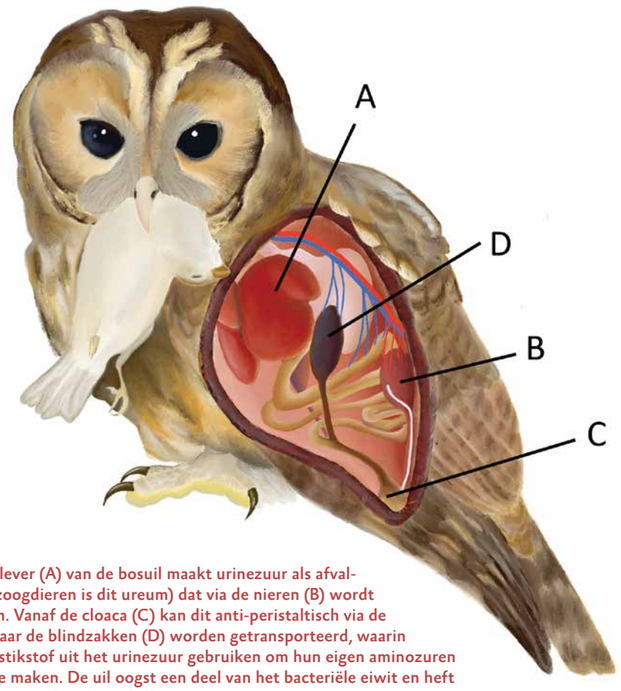
Waarom is het voorkomen van grutto's gecorreleerd met de grondwaterstand in het weideperceel? Waarom gaan roofvogels op de droge zandgronden sterk achteruit, terwijl bosuilen in dezelfde gebieden veel beter stand weten te houden? Waarom is het zo moeilijk om paapjes en tapuiten te behouden, terwijl roodborsttapuiten zich enorm uitbreiden? Waarom gaat de wilde eend achteruit, terwijl de krakeend sterk toeneemt? Om dergelijke vragen te beantwoorden en het beheer en beleid hierop af te stemmen, is het samengaan van ecologie en dierkunde noodzakelijk. Vanuit de dierkunde kunnen we tot nu toe onbekende of onderbelichte eigenschappen van soorten vaststellen, die doorslaggevend zijn in hun ecologie.
Vanuit de dierkunde spelen functionele anatomie (ecomorfologie), ecofysiologie en gedrag een belangrijke, vaak samenhangende rol. De soorteigenschappen die hieruit voortvloeien moeten matchen met de kansen en eisen van het leefgebied. Natuurbeheer en -beleid zijn de tools om vanuit de ecologie de match tot stand te brengen. Dierkundige eigenschappen die verband houden met ecologie, hebben vaak betrekking op het zoeken en verwerken van voedsel (onder andere zintuigen, hersenen, bek, maagdarmstelsel, bewegingsapparaat). Ook kenmerken die te relateren zijn aan de partnerkeuze of ander sociaal gedrag, zijn onderdeel van de ecologie van een soort (figuur 1). Omdat over veel van dergelijke eigenschappen weinig literatuur beschikbaar is, kijken we ook naar de binnenkant van dieren, op de snijtafel. Vaak doen we dit vergelijkenderwijs bij (ecologisch) verwante soorten. Een dergelijke studie leidt vaak tot een verklarende hypothese, die vervolgens getoetst kan worden door beheer of beleid in te zetten waarmee waarschijnlijk wél aan de eisen van de soort kan worden voldaan. Hierna geven we vier voorbeelden van een dierkundig perspectief bij vraagstukken uit het natuurbeheer en -beleid.

Droge of natte weilanden?

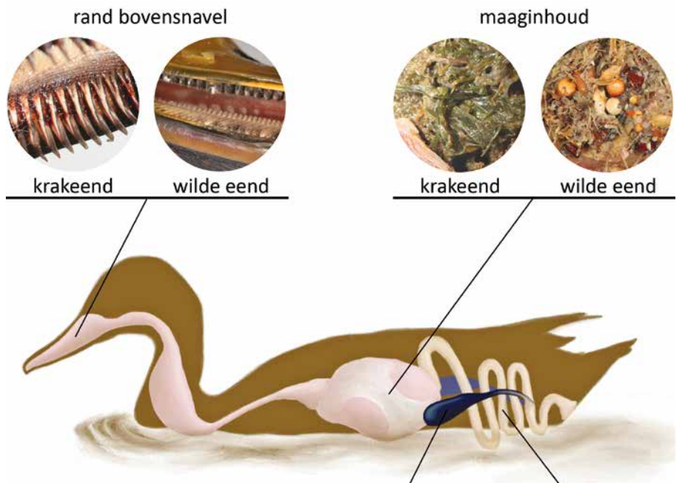
Grutto's hebben een sterke voorkeur voor natte weilanden om hun jongen groot te brengen. Dit staat haaks op het agrarische belang om de weilanden droog genoeg te houden voor zware landbouwmachines. Waarom kunnen grutto's niet op veel droger land hun eieren uitbroeden en de jongen zelfstandig op insecten in de vegetatie laten jagen? Deze praktijkvraag heeft een ecomorfologisch antwoord.
Met hun lange snavel kunnen adulte grutto's ondergrondse wormen bereiken. Om ze te pakken hebben ze een ingenieuze schedelkinetiek, waardoor ze alleen de punt van de snavel kunnen openen. Het spiertje (F, figuur 2) dat voor de werking verantwoordelijk is, is echter klein en in grootte gelimiteerd door de beperkte ruimte in de oogkas, en kan hierdoor weinig kracht leveren. In een droge bodem is de weerstand te groot om wormen te pakken. In een zompige bodem is de weerstand van de grond veel kleiner en werkt dit mechanisme wel. Deze anatomie beperkt de grutto dus om op te droge weilanden voedsel te zoeken.

Stikstof en voedselkwaliteit

Op de droge zandgronden doen roofvogels het erg slecht. Onderzoek aan sperwers heeft laten zien dat dit onder andere veroorzaakt wordt door een afname in de beschikbaarheid van bepaalde essentiële aminozuren (bouwstenen van eiwitten). Dit is via de voedselketen te koppelen aan de verzuring en vermesting als gevolg van stikstofdepositie. Bij de bosuil lijken deze effecten niet op te treden, terwijl deze 'roofvogel' in dezelfde bossen leeft. Hoe kan het dat uilen en roofvogels hierin verschillen?
Voor het antwoord moeten we in de uil kijken. In tegenstelling tot roofvogels hebben uilen blindzakken aan hun darmen, waaruit bacterieel eiwit onttrokken wordt (de bacteriën gebruiken urinezuur uit de nieren als stikstofbron, figuur 3). De samenstelling van dit bacteriële eiwit heft de onbalans in de eiwitsamenstelling van de prooien grotendeels op. Roofvogels hebben geen functio-



Figuur 3. De lever (A) van de bosuil maakt urinezuur als afvalproduct (bij zoogdieren is dit ureum) dat via de nieren (B) wordt uitgescheiden. Vanaf de cloaca (C) kan dit anti-peristaltisch via de dikke darm naar de blindzakken (D) worden getransporteerd, waarin bacteriën de stikstof uit het urinezuur gebruiken om hun eigen aminozuren en eiwitten te maken. De uil oogst een deel van het bacteriële eiwit en heft hiermee tekorten in het dieet deels op.



	gem. massa (g)	lengte blindzak (cm)	darmlengte (cm)
krakeend	825	67	260
wilde eend	1335	35	207

Figuur 4. De verschillen in voedselverwerking tussen de wilde eend en krakeend. De getallen geven de ordegroottes aan op basis van eigen waarnemingen en referentieliteratuur (voor de massa).

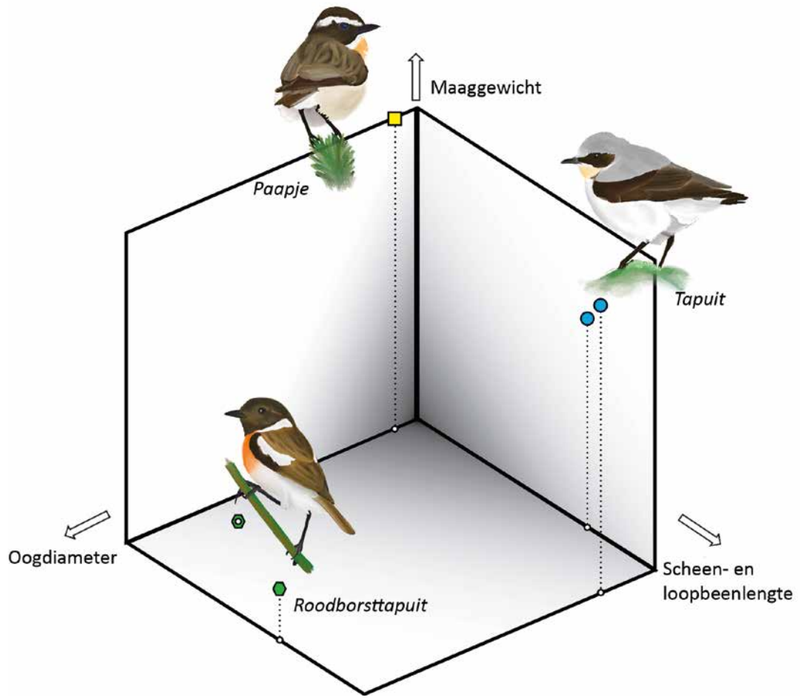
nele blindzakken en zijn dus afhankelijk van de kwaliteit van hun voedsel voor hun eiwithuishouding.

Kwaliteit van oppervlaktewater

De wilde eend is gedurende de laatste decennia sterk achteruitgegaan, terwijl de aantallen van de krakeend enorm zijn toegenomen. Deze soorten hebben een grote mate van overlap in de wateren waarin ze kunnen voorkomen en oppervlakkig bekeken doen ze, al dobberend, ongeveer hetzelfde. Van binnenuit echter blijkt de voedselverwerking bij beide soorten van snavelpunt tot einddarm heel verschillend te zijn (figuur 4). Zo heeft de wilde eend een uitgebreid filterapparaat in de snavel waarmee deze kwalitatief hoogwaardig voedsel kan uitfilteren, terwijl de krakeend vooral is toegerust om algen te eten en ander zacht plantenmateriaal af te snijden. Daarom heeft de krakeend een grotere maag (gevuld met zand) om de celwanden in het plantaardig voedsel kapot te maken, terwijl de wilde eend steentjes in de maag gebruikt om bijvoorbeeld zaden en slakkenhuisjes open te breken. Ook heeft de krakeend een langere darm en langere blindzakken met bacteriën die helpen bij het verteren van voedsel. De verschillen in grootte van deze organen zijn des te opmerkelijker, omdat krakeenden grofweg slechts twee derde van het lichaamsgewicht van een wilde eend hebben. De samenhangende verschillen in bouw en voedselkeuze maken dat onder invloed van eutrofiering en algengroei krakeenden kunnen profiteren, terwijl de algen tegelijkertijd de werking van het filtersysteem van wilde eenden verminderen. Als er veel krakeenden zijn, betekent dit niet dat de waterkwaliteit voor andere soorten grondeleenden dus ook op orde zal zijn.

Voedselbeschikbaarheid op heideterreinen

De biodiversiteit van heideterreinen is de voorbije decennia sterk teruggelopen. Voorbeelden van insectenetende zangvogels die nagenoeg zijn verdwenen, zijn de tapuit en het paapje. Verrassend genoeg is de roodborsttapuit gedurende dezelfde periode sterk toegenomen. Dat roodborsttapuiten in een jaar zelfs tot drie broedsels kunnen grootbrengen, duidt erop dat er voldoende insecten zijn voor insectivore zangvogels. Waarom wordt het voedsel van de roodborsttapuit niet ook door paapjes en tapuiten benut?
Als we drie anatomische kenmerken (pootlengte, grootte van het oog en van de maag) vergelijken, vallen er grote verschillen op (figuur 5). Tapuiten en paapjes hebben ten opzichte van roodborsttapuiten een grote maag, waardoor ze relatief grote prooien als libellen of zelfs hagedisjes goed kunnen verwerken. Een roodborsttapuit heeft een kleine maag en is erop gemaakt om vaak relatief kleine prooien te vangen. Dat hij hiervoor ook zintuigelijk goed is uitgerust, blijkt uit de grote ogen ten opzichte van tapuit en paapje. De roodborsttapuit kan door een hoge resolutie in het oog vanaf zijn uitkijkpost gemakkelijk allerlei kleine geleedpotigen opsporen. De tapuit heeft lange poten om lopend te jagen. De vogelsoorten hebben dus niet alleen andere prooien omdat ze anders kiezen, ze verschillen ook in prooikeuze omdat ze anders zijn en niet anders (optimaal genoeg) kunnen. Een roodborsttapuit kan minder goed grote prooien verwerken, en een tapuit en een paapje kunnen minder goed kleine prooien detecteren.
Vergrassing en verstruweling leiden vaak tot lagere temperaturen van de bodem en lage vegetatie, waardoor grote insecten het moeilijker hebben en kleine insec-



Figuur 5. Onderlinge vergelijking van de pootlengte, maaggrootte en ooggrootte van paapje, tapuit en roodborsttapuit. Alle maten in deze weergave zijn gecorrigeerd voor het verschil in lichaamsgrootte tussen de soorten.

foto's Stef Waasdorp

Figuur 6. Als er te rigoureus wordt ingegrepen (grootschalig maaien, sloot dempen, verwijderen van prikkeldraad (zitplaats)), ontstaat er een mismatch met de soorteigenschappen van het paapje. In Geelbroek (Drenthe) ging na de beheeringreep de stand van 3 naar 0 (succesvolle) paartjes per jaar.

ten juist talrijker worden. Te intensief maai- of begrazingsbeheer om verruiging terug te dringen is daarentegen ook niet goed, omdat met name het paapje gedurende het gehele seizoen ook licht opgaande groenstructuren nodig heeft om te kunnen jagen (figuur 6). Op basis van de anatomie is te begrijpen waarom het paapje echt niet kan wat de roodborsttapuit doet, en dat voor paapjes een structuurrijk patroonbeheer noodzakelijk is. In het Bargerveen hebben we dit lokaal al kunnen laten zien, waardoor ter plaatse het aantal paapjes toenam.

De vier voorbeelden laten zien dat met een dierkundige benadering populatietrends van soorten verklaard kunnen worden. Hiermee kan een beter inzicht ontstaan in hoe soorten de interactie met hun leefomgeving aangaan. Dit soort informatie is nog maar beperkt aanwezig en weinig beschikbaar, maar met het Zoölogisch Museum Nederland willen we deze kennis ontwikkelen, bijeenbrengen, ontsluiten en operationaliseren voor het natuurbeheer. De ecomorfologische benadering is al wel toegepast voor de ontrafeling van de ecologie van vissen, bijvoorbeeld om de 'verbraseming' in Friese meren te kunnen verklaren. Brasems kregen de overhand dankzij de bouw van hun kieuwfilter. Voor andere diersoortgroepen willen we projectmatig, bijvoorbeeld voor soorten van de Rode Lijst, een ecomorfologisch 'paspoort' gaan opstellen, waardoor hun bescherming effectiever kan worden vormgegeven. Ook proberen we een groter publiek te bereiken door natuurbeheer en -beleid te objectiveren en begrijpelijk te maken via het perspectief van diersoorten. Naast het huidige online bestaan, willen we in samenwerking met andere organisaties in dit werkveld ook een bezoekerslocatie gaan opzetten.
We dagen beheerders uit om vaker vanuit het perspectief van het dier naar hun terrein te kijken en eens stil te staan bij de vraag waarom een bepaalde soort, met specifieke kenmerken, juist wel of juist niet in dit terrein kan voorkomen.<

info@zoologicalmuseum.nl