

Vogelvondsten uit het Laat Pleistoceen en Holocene van Dishoek en het Banjaardstrand uit zandsuppleties van de Steenbanken

Bram Langeveld¹, André Cardol², Bente Nieland³, Henk Mulder⁴

Abstract

Bird remains from sand nourishments dredged from sandbar Steenbanken (part of the Zeeland Ridges) in the Dutch North Sea, ca. 15 km offshore from Domburg and used on the beach of Dishoek and Banjaardstrand are reported. At least 11 species were identified: *Anas querquedula* Linnaeus, 1758 / *A. crecca* Linnaeus, 1758, *Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758), *Melanitta* sp., cf. *Tetrao* sp., *Podiceps* sp., *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758), *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763), *Accipitridae* indet., *Alca torda* Linnaeus, 1758, *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) and *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763). A quadratum of great auk *P. impennis* is reported from a Dutch beach for the first time. *Pinguinus impennis* is remarkably common on Dishoek (17.2% of the bird remains) and therefore sand source area S7AA on Steenbanken appears to be an important source of material of this species. Anatidae and Alcidae dominate the fauna, which has a marine character. Based on the species composition and especially lack of fossilisation in the majority of specimens and the accompanying fauna, the material is thought to be of Late Pleistocene to Holocene age.

Samenvatting

Vogelvondsten uit zandsuppleties van de Steenbanken (een zandbank in de Noordzee op ca. 15 kilometer van Domburg) van het strand van Dishoek en het Banjaardstrand worden gemeld. Er werden ten minste 11 soorten gevonden: zomertaling/wintertaling *Anas querquedula* Linnaeus, 1758 / *A. crecca* Linnaeus, 1758, ijseend *Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758), zee-eend *Melanitta* sp., mogelijk auerhoen cf. *Tetrao* sp., fuut *Podiceps* sp., aalscholver *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758), roodkeelduiker *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763), roofvogel onbepaald *Accipitridae* indet., alk *Alca torda* Linnaeus, 1758, reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) en zeekoet *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763). Van de reuzenalk wordt voor het eerst een quadratum van een Nederlands strand gemeld. Met een percentage van 17,2% van de vogelvondsten is de reuzenalk opvallend algemeen op het strand van Dishoek en blijft zandwinvak S7AA op de Steenbanken dus een belangrijke bron voor materiaal van deze soort. Anatidae en Alcidae overheersen en het karakter van de fossiele vogelfauna lijkt vooral marien te zijn. De ouderdom ligt op basis van de soortensamenstelling maar vooral de fossilisatie (bij vrijwel alle vondsten geen verstering) en begeleidende fauna in het Laat Pleistoceen tot Holocene.

Introductie

Opgespoten stranden vormen een rijke bron van fossielen en bieden dankzij de daar actieve gemeenschap van fossielenverzamelaars - citizen scientists - een waardevol en interessant beeld van de vroegere biodiversiteit van dat wat nu (de bodem van) de aan Nederland grenzende Noordzee is (fig. 1). Sinds 1952 vinden er aan de Nederlandse kust zandsuppleties plaats en sinds 1990 gebeurt dit structureel. Er wordt daarbij op enige afstand van de kust (in de regel bij een waterdiepte van minimaal 20 meter) door middel van sleephopperzuigers zand uit de Noordzeebodem gewonnen en op de stranden (strandsuppletie) en vlak voor de kust (vooroeversuppletie) neergelegd. Het doel is ons land te beschermen tegen de zee. Door zeestromingen en de wind vindt er structureel erosie plaats van sommige delen van onze stranden en verdwijnt er zand in zee. Daarnaast vormt de stijgende zeespiegel een bedreiging. Tegelijkertijd is de natuurlijke aanvoer van zand vrijwel nul. Er is afgesproken de kustlijn van 1990 zoveel mogelijk in stand te houden en dus wordt er veel zand gesuppleerd langs de gehele kust (Stronkhorst *et al.*, z.j.). In de regel kiest men ervoor de suppleties buiten het stormseizoen te doen plaatsvinden daar een flinke storm weer een groot deel van het zand doet verdwijnen in zee. Ook vermijdt men het zomerseizoen omdat de badgasten een belangrijke economische factor vormen (Rijkswaterstaat, 2020).

De eerste zandsuppletie die werd uitgevoerd aan de Nederlandse kust was bij Vlissingen in 1952. De nabijgelegen Sardijsgeul werd toen uitgebaggerd om die op diepte te houden en het zand (50.000 m³) werd benut om vooroevererosie tegen te gaan (Rijkswaterstaat, 1988). Vooral sinds de

Fig. 1. Coracoid van een alk *Alca torda* Linnaeus, 1758, zoals aangetroffen op het Banjaardstrand. Collectie André Cardol AC 373.





Fig. 2. Zicht (richting het noordwesten) op het strand van Dishoek. 15 oktober 2018. Foto: Lex Kattenwinkel.



Fig. 3. Zicht op het Banjaardstrand met op de achtergrond de Oosterscheldekering. 19 december 2020.

tachtiger jaren van de twintigste eeuw vinden ook in andere delen van Zeeland geregeld zandsuppleties plaats (Rijken, 1996). Om de kosten zo laag mogelijk te houden, wordt het zand meestal dichtbij de locatie gewonnen waar het gesuppleerd moet worden en soms worden werkzaamheden slim gecombineerd, waarbij zand voor het op diepte houden van een vaargeul wordt verwijderd en direct wordt gebruikt als suppletiezand in de buurt. Het strandje van Baarland, dat bijzondere fossielen opleverde, is een fraai voorbeeld daarvan (Goetheer, 2013). In dit artikel behandelen we de vogelbot-

ten die verzameld werden uit twee strandsuppleties afkomstig van de Steenbanken, een zandbank in de Noordzee gelegen op circa 15 kilometer uit de kust van Domburg, namelijk de suppleties op het Banjaardstrand (Noord-Beveland) en bij Dishoek (Walcheren).

De zandsuppleties

De meest recente zandsuppletie op het onderzochte deel van het strand van Dishoek (fig. 2) is die van 2016 en komt uit zandwinkvak S7AA van de Steenbanken (fig. 4). Eind maart 2016 werd met de suppletie begonnen. Op het strand werd vanaf de boulevard van Vlissingen tot strandpaviljoen de Boomerang bij Dishoek (coördinaten 51.4786,3.5119) 650.000 m³ neergelegd. Deze suppletie heeft ongeveer vier weken in beslag genomen (Cardol, 2019). Uit deze suppletie bij Dishoek komt het grootste deel van de vogelvondsten die besproken worden in dit artikel. Er werd door de tweede auteur verzameld vanaf juli 2017 tot 1 januari 2021, waarbij het jaar 2018 opmerkelijk veel (vogel-)vondsten opleverde. Het verzamelgebied besloeg het strandgedeelte vanaf strandpaviljoen Kon-Tiki Beach (coördinaten 51.4619,3.5288) tot strandpaviljoen De Boomerang.

De meest recente zandsuppletie van het Banjaardstrand (fig. 3) is die van 2018 en komt van de Steenbanken uit zandwinkvak S5L (mededeling Joost Verheijden (Rijkswaterstaat), 2019) (fig. 4). Op het strand van De Banjaard werd in drie weken tijd door een baggerschip 30.000 m³ zand neergelegd bij de vloedlijn en met groot materieel als kraan en shovel werd het strand vlak gemaakt. Dit was al verschillende keren eerder gebeurd (Van Loon, 2020) en ook nog eerder is het Banjaardstrand met zand van verschillende locaties gesuppleerd (Wetsteyn, 2008; Rijken, 2015). Een deel van de vogelvondsten die onderwerp zijn van dit artikel is hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit deze jongste suppletie uit S5L van de Steenbanken. Er werd op het Banjaardstrand verzameld door de tweede auteur vanaf april 2019 tot 1 januari 2021.

De Steenbanken is een langgerekte zandbank die ZW-NO in de Noordzee ligt voor de noordwest kust van Walcheren. De bank bestaat voornamelijk uit fijn tot middel zand, met lokaal grind (Cleveringa *et al.*, 2012) of matig tot zeer grof zand met schelpresten (Raad & Simons, 1993). Het is een belangrijke bron van suppletiezand voor Zeeland (Cleveringa *et al.*, 2012); er wordt sinds 1990 zand gewonnen uit diverse zandwinkvakken (zie fig. 4) voor suppleties op verschillende Zeeuwse stranden (Rijken, 1996), waaronder Dishoek (Wetsteyn, 2004). De schelpenfauna die daaruit verzameld wordt varieert enigszins tussen de verschillende suppleties (Wetsteyn, 2002; zie ook Rijken, 2010) maar over het algemeen gaat het om vooral (laat-)pleistocene en holocene schelpen, met (veel) zeldzamer ouder materiaal (Rijken, 1996; Moerdijk & Rijken, 2002; Moerdijk *et al.*, 2010; Nijhuis, 2016). De kleine zoogdierfossielen uit zand van de Steenbanken zijn erg divers en komen uit het gehele Pleistocene (Dieleman, 2013).

Tabel 1

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Vogel onbepaald	Aves indet.
Eend onbepaald	Anatidae indet.
Ijseend	<i>Clangula hyemalis</i> (Linnaeus, 1758)
Zee-eend	<i>Melanitta</i> sp.
Mogelijk auerhoen	cf. <i>Tetrao</i> sp.
Fuut	<i>Podiceps</i> sp.
Aalscholver	<i>Phalacrocorax carbo</i> (Linnaeus, 1758)
Roofvogel onbepaald	Accipitridae indet.
Alkachtige onbepaald	Alcidae indet.
Reuzenalk	<i>Pinguinus impennis</i> (Linnaeus, 1758)
Zeekoet	<i>Uria aalge</i> (Pontoppidan, 1763)

Soortenlijst van de fossiele vogelbotten van het strand van Dishoek, afkomstig uit de zandsuppletie uit zandwinkvak S7AA van de Steenbanken.

plaatsen/totaal aantal fossielen van alle vindplaatsen); voor Dishoek is dat dus $862 * (564/13.193) = 37$, op het Banjaardstrand $779 * (564/13.193) = 33$ en op de Zandmotor $11.552 * (564/13.193) = 494$. Op dezelfde wijze zijn de per vindplaats verwachte aantallen fossielen van zee- en landzoogdieren en vissen berekend. Door met de χ^2 goodness of fit test de gevonden aantallen te vergelijken met deze verwachte aantallen is de kans (p -waarde) vast te stellen dat de gevonden verschillen op toeval berusten (Holmes *et al.*, 2011). Bij $p < 0,05$ wordt deze kans te klein geacht en wordt het verschil als statistisch significant beschouwd; we stellen dan dat de fossielen van een bepaalde diergroep op de ene vindplaats daadwerkelijk zeldzamer zijn dan op een andere vindplaats. Bij de vergelijking van de zeldzaamheid van de reuzenalk op het strand van Dishoek en de Zandmotor werd een χ^2 goodness of fit test met Yates' correctie (Holmes *et al.*, 2011) gebruikt.

Resultaten

DISHOEK

Op het strand van Dishoek werden in totaal 93 vogelbotten verzameld die aan 11 taxa werden toegeschreven (tabel 1). Er werden 25 stukken (27%) tot op familie en daarnaast 26 stukken (28%) tot op genus of soort gedetermineerd; 42 stukken (45%) werden niet verder dan Aves gedetermineerd.

Vogel onbepaald Aves indet.

Materiaal:

- carpometacarpus: AC 117
- coracoid: AC 69, 91, 305
- femur: AC 71, 86
- humerus: AC 62, 63, 100, 390, 393, 394
- ondersnavel: AC 361
- phalangen uit de voet: AC 113, 420, 421 (fig. 5A)
- radius: AC 72, 396
- scapula: AC 397
- sternum: AC 116; LK nn
- synsacrum: AC 89
- tarsometatarsus: AC 80, 81, 92, 392, 398
- tibiotarsus: AC 83, 90, 112, 114, 299, 395, 422
- ulna: AC 73, 87, 88, 94, 98, 99, 164; LK nn

Een aanzienlijk deel van het vogelmateriaal betreft beschadigde, verweerde, afgerolde of (grotendeels daardoor) niet-diagnostische skeletelementen, die we bij ook maar de geringste twijfel in navolging van onder andere Serjeantson (2009) niet op naam hebben gebracht.

ANATIDAE

Eend onbepaald Anatidae indet.

Materiaal:

- carpometacarpus: AC 74, 75, 77
- coracoid: AC 66, 67, 68, 146, 151, 294; 2x LK nn
- humerus: AC 61, 64, 147
- ondersnavel: AC 230
- scapula: AC 84; LK nn
- tarsometatarsus: AC 78, 79, 82, 115
- tibiotarsus: AC 176

Losse en/of fossiele skeletelementen van eenden (familie Anatidae) zijn berucht lastig om op naam te brengen, omdat de groep soortenrijk is, de soorten in hun skelet veel op elkaar lijken en qua afmetingen sterk overlappen. Betrouwbare determinatie tot op soort is vaak niet mogelijk (Stewart, 2004, 2010). De coracoidea van Anatidae vertonen een aantal karakteristieke botricheltjes op de dorsale zijde van het distale deel (Cohen & Serjeantson, 1996) en zijn dus makkelijk tot op familie te determineren. De ondersnavel AC 230 (fig. 5B) kan aan een eend worden toegeschreven vanwege een nog net bewaard gebleven gedeelte van de ramus mandibulae, pars symphysialis met de vorm van de aanzet van het voor eenden typische brede 'slobbergedeelte'. Het stuk is iets kleiner dan wilde eend *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758.

Ijseend *Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- carpometacarpus: AC 110

De carpometacarpus van de ijseend is opvallend goed herkenbaar door een aantal afwijkingen in zijn bouw ten opzichte van alle andere eendensoorten. Met name het tuberculum distale is van belang. Dit is erg geprononceerd (Woelfle, 1967). De carpometacarpus van Dishoek (fig. 5D) vertoont deze kenmerken en komt goed overeen met materiaal in NMR; het formaat (GL: 44,5 mm) valt binnen de spreiding volgens Woelfle (1967).

Zee-eend *Melanitta* sp.

Materiaal:

- humerus: AC 65, 111, 135, 295; LK nn

Aan de hand van de humerus zijn eenden enigszins te determineren. Een belangrijk kenmerk is de bodem van het foramen pneumaticum. Hier kunnen trabeculae (dunne balkjes van bot) aanwezig zijn, of de bodem kan glad zijn. De eenden zijn hierdoor in twee grote groepen te verdelen: de meeste duikeenden, eidereend, ijseend, de zee-eenden en het nonnetje hebben een gladde bodem en de andere eenden, waaron-



Fig. 5. Fossiele vogelbotten van het strand van Dishoek (A t/m F, H t/m K) afkomstig uit de zandsuppletie uit zandwink S7AA van de Steenbanken; van het Banjaardstrand (L t/m O en Q) afkomstig uit de zandsuppletie uit zandwink S5L van de Steenbanken; en recent vergelijkingsmateriaal (G en P).

A. vogel onbepaald Aves indet., phalangen uit de voet, AC 420 (boven), 421 (midden) en 113; **B.** eend onbepaald Anatidae indet., onder-snavel, AC 230; **C.** zee-eend *Melanitta* sp., humerus, AC 295; **D.** ijseend *Clangula hyemalis* (Linnaeus, 1758), carpometacarpus, AC 110; **E.** aalscholver, *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758), tarsometatarsus, AC 70; **F.** fuut *Podiceps* sp., tarsometatarsus, LK nn; **G.** fuut *Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758), tarsometatarsus, NMR998900004556; **H.** mogelijk auerhoen cf. *Tetrao* sp., carpometacarpus, AC 76; **I.** alkachtige onbepaald Alcidae indet., coracoid, AC 93; **J.** roofvogel onbepaald Accipitridae indet., kern van een klauw, LK nn; **K.** zeekoet *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763), ulna, AC 165; **L.** vogel onbepaald Aves indet., tibiotarsus, AC 379; **M.** alk *Alca torda* Linnaeus, 1758, coracoid, AC 373; **N.** roofvogel onbepaald Accipitridae indet., tarsometatarsus, AC 349; **O.** zomertaling *Anas querquedula* Linnaeus, 1758 / wintertaling *Anas crecca* Linnaeus, 1758, humerus, AC 364; **P.** roodkeelduiker *Gavia stellata*, tibiotarsus (uitsnede), NMR998900002504; **Q.** roodkeelduiker *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763), tibiotarsus, LK nn. Foto J: Lex Kattwinkel.

Tabel 2

Vindplaats	Collectie	BP	GL
Dishoek	AC 65	ca. 18	-
Dishoek	LK nn	18,5	89,3
Dishoek	AC 295	19,8	91,4
Dishoek	AC 135	21,9	95,0
Dishoek	AC 111	20,8	97,0
Banjaardstrand	LK nn	18,9	-

Proximale breedte (BP) en grootste lengte (GL) van fossiele humeri van zee-eenden *Melanitta* sp. van Dishoek en het Banjaardstrand. AC: collectie André Cardol; LK: collectie Lex Kattenwinkel; nn: geen nummer.

Tabel 3

Nederlandse naam	wetenschappelijke naam	BP	GL
eidereend	<i>Somateria mollissima</i>	21,9-27,8	98,2-121,3
grote zee-eend	<i>Melanitta fusca</i>	20,2-22,9	93,2-103,3
zwarte zee-eend	<i>Melanitta nigra</i>	17,3-20,7	86,1-98,2
tafeleend	<i>Aythya ferina</i>	17,3-18,9	82,3-88,9
topper	<i>Aythya marila</i>	17,6-20,0	81,1-93,1
kuifeend	<i>Aythya fuligula</i>	16,0-18,0	75,8-85,1
witoogeend	<i>Aythya nyroca</i>	15,3-15,6	71,4-73,7
brilduiker	<i>Bucephala clangula</i>	15,4-19,2	68,4-84,2
ijseend	<i>Clangula hyemalis</i>	15,8-18,6	66,9-79,4
nonnetje	<i>Mergus albellus</i>	13,3-16,8	62,1-73,2

Samenvatting van de data van Woelfle (1967) van de proximale breedte (BP) en grootste lengte (GL) van humeri van recente eendensoorten met een gladde bodem van het foramen pneumaticum van de humerus.

Tabel 4

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Vogel onbepaald	Aves indet.
Eend onbepaald	Anatidae indet.
Zee-eend	<i>Melanitta</i> sp.
Zomertaling/wintertaling	<i>Anas querquedula</i> Linnaeus, 1758/ <i>Anas crecca</i> Linnaeus, 1758
Roodkeelduiker	<i>Gavia stellata</i> (Pontoppidan, 1763)
Roofvogel onbepaald	Accipitridae indet.
Alkachtige onbepaald	Alcidae indet.
Alk	<i>Alca torda</i> Linnaeus, 1758
Reuzenalk	<i>Pinguinus impennis</i> (Linnaeus, 1758)

Soortenlijst van de fossiele vogelbotten van het Banjaardstrand, afkomstig uit de zandsuppletie uit zandwinkvak S5L van de Steenbanken.

der de wilde eend, slobeend en krakeend hebben trabeculae (Woelfle, 1967). Na opsplitsen bieden de afmetingen van de botten soms de mogelijkheid om op basis van de data van Woelfle (1967) tot een soort of enkele mogelijke soorten te komen. In het materiaal van Dishoek zijn vijf humeri (fig. 5C) goed genoeg bewaard om betrouwbaar vast te stellen dat ze een gladde bodem van het foramen pneumaticum hebben. Hun afmetingen (tabel 2) maken het vervolgens mogelijk om aan de hand van de data van Woelfle (1967) (hier samengevat in tabel 3) de determinatie tot *Melanitta* sp. te voeren.

CF. PHASIANIDAE

Mogelijk auerhoen cf. *Tetrao* sp.

Materiaal:

- carpometacarpus: AC 76

Aan dit beschadigde distale uiteinde van een carpometacarpus (fig. 5H) zijn niet veel kenmerken meer te zien. De algehele bouw en met name de ver uitstekende facies articularis digitalis minor vertoont veel overeenkomsten met de hoenderachtigen Phasianidae. Het formaat wijst op het auerhoen *Tetrao*. Helaas is de facies articularis digitalis major beschadigd waardoor de vorm daarvan niet goed meer te beoordelen is. Dit is een belangrijk determinatiekenmerk (Tomek & Bocheński, 2009).

PODICIPEDIDAE

Fuut *Podiceps* sp.

Materiaal:

- tarsometatarsus: LK nn

Het distale fragment van een tarsometatarsus (fig. 5F) heeft een opvallend lateraal afgeplatte schacht wat goed overeenkomt met de morfologie bij *Podiceps* (vergelijk fig. 5G).

PHALACROCORACIDAE

Aalscholver *Phalacrocorax carbo* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- tarsometatarsus: AC 70

Het distale fragment van een tarsometatarsus (fig. 5E) komt goed overeen met recent materiaal van de aalscholver, waaronder de plaats van het foramen vasculare distale en de stand van de trochleae en ook qua formaat.

ACCIPITRIDAE

Roofvogel onbepaald Accipitridae indet.

Materiaal:

- terminale phalanx poot: LK nn

Deze kern van een klauw (fig. 5J) kan aan een grote roofvogel worden toegeschreven, hoewel ook een grote uil (Strigidae) niet is uit te sluiten.

ALCIDAE

Alkachtige onbepaald Alcidae indet.

Materiaal:

- coracoid: AC 93

- ulna: LK nn

Het coracoid AC 93 (fig. 5I) is door beschadigingen en slijtage niet meer exact op te meten maar lijkt (te) klein voor alk *Alca torda* Linnaeus, 1758. De ulna in LK is zwaar versteend en op basis van de afgeplatte schacht van een grote alkachtige. De reuzenalk is niet helemaal uit te sluiten, maar de schacht lijkt smaller en is mogelijk ook langer geweest. Gegeven de verstening kunnen pliocene alkachtigen niet op voorhand worden uitgesloten (Langeveld, 2016).



Fig. 6: Fossielen van de reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) van het strand van Dishoek, afkomstig uit de zandsuppletie uit zandwinkvak S7AA van de Steenbanken, verzameld door de tweede auteur (AC) en Lex Kattenwinkel (LK); deels bewaard in het Natuurhistorisch Museum Rotterdam (NMR).

A t/m F. humerus (AC 47, 46, 48, 297, 298 en LK nn); **G t/m K.** coracoid (AC 296, 304, 306, 49 en 60); **L en M.** radius (LK nn en NMR998900006133); **N.** borstwervel (NMR998900006132); **O.** halswervel (NMR998900006134); **P.** ulna (AC 148). Foto F en L: Lex Kattenwinkel.

Reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- borstwervel: NMR998900006132 (AC 96)
- coracoid: AC 49, 60, 296, 304, 306
- halswervel: NMR998900006134 (AC 97)
- humerus: AC 46, 47, 48, 297, 298; LK nn
- radius: NMR998900006133 (AC 109); LK nn
- ulna: AC 148

Dit materiaal (fig. 6) is deels eerder gepubliceerd door Cardol & Langeveld (2019) en Langeveld (2020a).

Zeekoet *Uria aalge* (Pontoppidan, 1763)

Materiaal:

- ulna: AC 165

De ulna (fig. 5K) is karakteristiek afgeplat en daardoor driehoekig van vorm. Directe vergelijking (opmeten is door beschadigingen en verwerking niet meer betrouwbaar mogelijk) maakt duidelijk dat het stuk te groot is voor de alk *Alca torda* en dat de schacht te slank is voor de reuzenalk *Pinguinus impennis*. Het stuk komt goed overeen met de zeekoet.

BANJAARDSTRAND

Op het Banjaardstrand werden in totaal 41 vogelbotten verzameld die aan 9 taxa werden toegeschreven (tabel 4). Er werden 15 stukken (37%) tot op familie en daarnaast 8 stukken (20%) tot op genus of soort gedetermineerd; 18 stukken (44%) werden niet verder dan Aves gedetermineerd.

Vogel onbepaald Aves indet.

Materiaal:

- carpometacarpus: AC 410; LK nn
- coracoid: AC 401
- femur: AC 246
- humerus: AC 102, 405; LK nn
- phalanx uit de voet: AC 411
- radius: AC 314, 403, 404, 412
- tarsometatarsus: AC 402
- tibiotarsus: AC 379, 408
- ulna: AC 406, 407
- wervel: LK nn

Een aanzienlijk deel van het vogelmateriaal betreft beschadigde, verweerde, afgerolde of (grotendeels daardoor) niet-diagnostische skeletelementen, die we bij ook maar de geringste twijfel in navolging van onder andere Serjeantson

(2009) niet op naam hebben gebracht. De tarsometatarsus AC 402 is van een jonge vogel, want het bot is opvallend vezelig (Tumarkin-Deratzian *et al.*, 2006). AC 379 (fig. 5L) is een klein fragment van een opvallend grote en zwaar gebouwde tibiotarsus. Het is echter ernstig beschadigd en mede daardoor kon geen overtuigende overeenkomst in de collectie worden gevonden.

ANATIDAE

Eend onbepaald Anatidae indet.

Materiaal:

- coracoid: AC 212, 252, 312, 355, 383, 415
- humerus: AC 376, 400
- ondersnavel: AC 423
- scapula: AC 353
- synsacrum: AC 365
- tibiotarsus: AC 313
- ulna: AC 240

Zie voor toelichting Anatidae indet. van Dishoek op pagina 94.

Zee-eend *Melanitta* sp.

Materiaal:

- humerus: LK nn

Zie voor toelichting *Melanitta* sp. van Dishoek op pagina 94 en tabel 2 en 3.

Zomertaling *Anas querquedula* Linnaeus, 1758 / wintertaling *A. crecca* Linnaeus, 1758

Materiaal:

- humerus: AC 364

Een grootste lengte van slechts 57,1 mm van deze humerus (fig. 5O) in combinatie met de ruwe bodem van het foramen pneumaticum levert de determinatie op. Onderscheid maken tussen deze twee soorten op basis van het skelet is vrijwel onmogelijk, hoewel de zeer geringe afmeting wijst op wintertaling (Woelfle, 1967).

GAVIIDAE

Roodkeelduiker *Gavia stellata* (Pontoppidan, 1763)

Materiaal:

- tibiotarsus: LK nn
- ulna: AC 382

Het fragment van een tibiotarsus (fig. 5Q) is opvallend goed bewaard gebleven en kan daardoor onmiskenbaar worden toegeschreven aan een roodkeelduiker (vergelijk fig. 5P). De ulna is breed en plat, is wat dorso-ventraal afgeplat en heeft een opvallend breed distaal uiteinde; die kenmerken komen overeen met duikers. Het geringe formaat duidt op roodkeelduiker.

ACCIPITRIDAE

Roofvogel onbepaald Accipitridae indet.

Materiaal:

- tarsometatarsus: AC 349

De tarsometatarsus (fig. 5N) is eenvoudig herkenbaar als afkomstig van een grote roofvogel aan de hand van de grootte en de plaats van het foramen vasculare distale en de bouw en stand van de trochleae.

ALCIDAE

Alkachtige onbepaald Alcidae indet.

Materiaal:

- borstwervel: AC 245

De borstwervel toont een rest van de voor Alcidae typische kam aan de ventrale zijde (Cardol & Langeveld, 2019).

Alk *Alca torda* Linnaeus, 1758

Materiaal:

- coracoid: AC 373
- humerus: AC 239, 366

Het coracoid AC 373 (fig. 1 en 5M) heeft een grootste lengte van circa 38 mm en op basis van de data van Langeveld (2020a) kan het daarmee worden toegeschreven aan een alk. Dat geldt ook voor de humerus AC 239 met een proximale breedte van circa 16 mm.

Reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758)

Materiaal:

- quadratum: NMR998900164990 (AC 248)

Bij alle vogels bevindt zich aan beide zijden van de schedel het quadratum of vierkantsbeen (fig. 7). Dit botje is door middel van een gewricht verbonden met het slaapbeen, dat onderdeel van de schedel vormt. Samen met het zogenaamde vleugelbotje (pterygoid), de achterzijde van het verhemelte en het wiggenbeen (parasphenoid) is een schuivende constructie gevormd. De onderkaak scharniert op de onderste gewrichtsvlakken van het quadratum, dat ook iets zijdelings naar buiten kan bewegen. Hierdoor kan het keelgat van de vogel wijder worden geopend om relatief grote prooien door te laten (Soldaat, 2011). Het quadratum varieert in vorm sterk tussen de verschillende vogelfamilies en is dus van waarde in verwantschapsstudies (Livezey & Zusi, 2006) en kan gebruikt worden voor determinatie van fossiele vondsten (Walker, 1888; Barbosa, 1990).

Het quadratum van het Banjaardstrand (fig. 8) is van de rechterzijde van de schedel. Het is vrij groot en goed bewaard gebleven; het processus orbitalis is vrijwel volledig afgebroken, maar verder is het fossiel compleet. Het werd vergeleken met grote vertegenwoordigers van onder andere de Anatidae, Laridae, Phalacrocoracidae en Sulidae, maar komt daarmee buiten het formaat totaal niet overeen. Aan

het quadratum van het Banjaardstrand is geen enkel foramen te zien. Een belangrijk kenmerk van de Alcidae is het ontbreken van foramina in het quadratum, zoals een foramen aan de mediale zijde (Smith, 2011). Vergelijking met alk *Alca torda* levert een treffende overeenkomst in morfologie, maar het fossiel van het Banjaardstrand is aanzienlijk groter: de maximale lengte schuin over het bot gemeten van het capitulum oticum tot de condylus mandibularis medialis bedraagt 22,8 mm. Walker (1888) vergeleek het quadratum van een reuzenalk met dat van de alk en stelde behalve het formaat en bij de reuzenalk iets grotere condylen voor articulatie met de mandibula geen duidelijke verschillen vast. Een quadratum van een reuzenalk werd nog niet eerder op een Nederlands strand verzameld.

FREQUENTIE VAN VOORKOMEN

Tabel 5 toont de resultaten van de telling van de collectie van de tweede auteur van Dishoek en het Banjaardstrand en van de Zandmotorcollectie van de vierde auteur; de χ^2 test toont aan dat deze verschillen statistisch significant zijn bij $p < 0,001$. Het strand van Dishoek leverde op een totaal van 93 vogelbotten, 16 reuzenalkfossielen op. De Zandmotorcollectie van de vierde auteur telt ook 16 reuzenalkfossielen, op een totaal van 446 vogelvondsten. De reuzenalk blijkt statistisch significant algemener op Dishoek dan op de Zandmotor ($\chi^2 = 21,8$; $p < 0,001$).

Discussie

KARAKTERISERING VAN DE VINDPLAATSEN

Tabel 5 maakt opvallende en statistisch significante verschillen in de abundantie van de diergroepen tussen de vindplaatsen inzichtelijk. Vogelbotten, met percentages van 3,9% tot 9,5%, zijn op alle vindplaatsen zeldzaam, terwijl visresten (met name wervels) overal domineren (67,0-87,9%). Het strand van Dishoek is met 9,5% opvallend rijk aan vogelmateriaal in vergelijking met het Banjaardstrand (4,6%) en de Zandmotor (3,9%). Ook valt op dat op Dishoek het percentage zeezoogdieren hoog is: 3,9% tegenover slechts 1,3% op het Banjaardstrand en 1,6% op de Zandmotor. Het karakter van de avifauna van Dishoek past daar goed bij, want met de grote hoeveelheid (reuzen-)alken en zee-eenden (totaal 24 vondsten; 25,8% van het totaal van 93 (inclusief collectie LK) vogelbotten) heeft die avifauna duidelijk een marien karakter. De vondst van cf. *Tetrao* sp. met een totaal daarvan afwijkende ecologie (details onder het kopje Ecologie van de aangetroffen vogels) maakt overigens duidelijk dat het niet om een zuivere biologische fauna gaat, maar om gemengd materiaal, zoals bekend van de (Zeeuwse) stranden (Raad, 2016). Het percentage landzoogdieren (27,6%) is hoog op de Zandmotor in vergelijking met Dishoek (7,4%) en het Banjaardstrand (6,2%); de verklaring hiervoor ligt wellicht in het feit dat de Zandmotor is opgebouwd uit voornamelijk fluviatiele laat-pleistocene en vroeg-holocene sedimenten uit het Eurogeulgebied (Van der Valk *et al.*, 2011); dit gebied is opvallend rijk aan fossielen van landzoogdieren (Mol *et al.*, 2006; Mol, 2012).



Fig. 7. Zijaanzicht van een vogelschedel (aanzet van de snavel aan rechterzijde) met het quadratum *in-situ* (zie pijl). Collectie en foto: Lex Kattenwinkel.

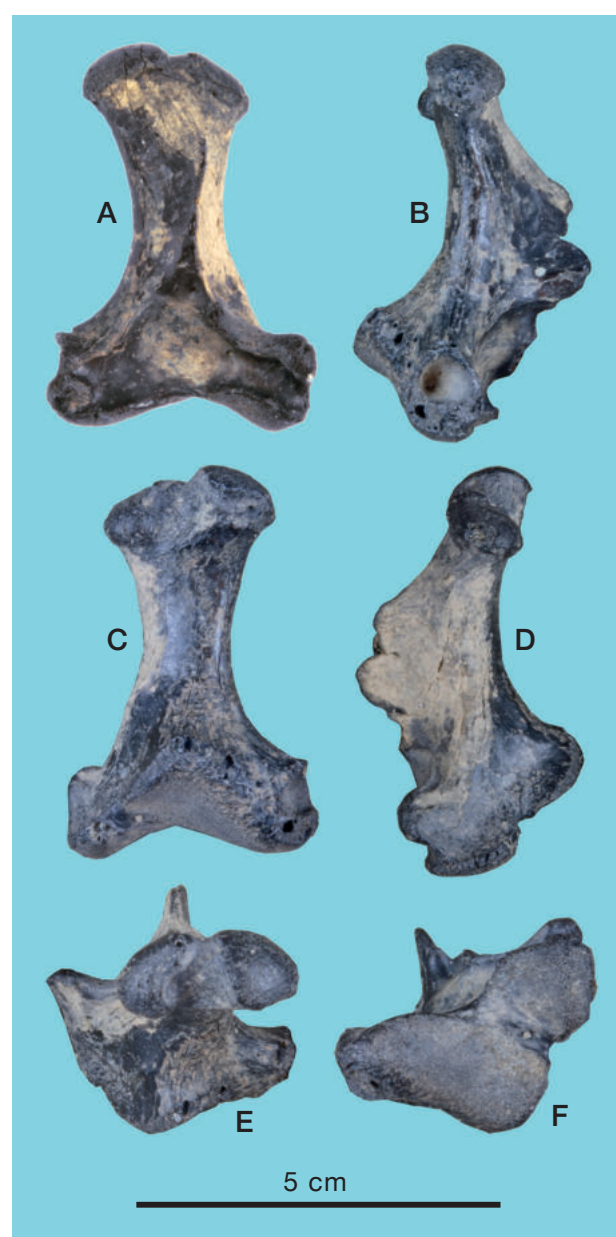


Fig. 8. Quadratum dex. van een reuzenalk *Pinguinus impennis* (Linnaeus, 1758) van het Banjaardstrand, collectie Natuurhistorisch Museum Rotterdam NMR998900164990. A anterior, B lateraal, C posterieur, D mediaal, E dorsaal, F ventraal aanzicht.

Tabel 5

	Dishoek		Banjaard		Zandmotor		Totaal	χ^2	p
	Aantal	Percentage	Aantal	Percentage	Aantal	Percentage			
Vogel	82	9,5	36	4,6	446	3,9	564	60,2	< 0,001
Zeezoogdier	34	3,9	10	1,3	183	1,6	227	26,9	< 0,001
Landzoogdier	64	7,4	48	6,2	3185	27,6	3297	247,7	< 0,001
Vis	682	79,1	685	87,9	7738	67,0	9105	60,1	< 0,001
Totaal	862		779		11552		13193		

Aantallen fossiele vogel- en visresten en ten minste tot op familie gedetermineerde land- en zeezoogdierfossielen van het strand van Dishoek en het Banjaardstrand (collectie André Cardol) en de Zandmotor (collectie Henk Mulder).

HET VOORKOMEN VAN DE REUZENALK

In het tot op soort gedetermineerde materiaal is de reuzenalk de meest algemene vogelsoort op het strand van Dishoek. Dat strand leverde maar liefst 16 vondsten op van de reuzenalk op een totaal van 93 vogelbotten. Dit maakt het percentage reuzenalken op Dishoek (17,2%) extreem hoog en maakt Dishoek, en daarmee zandwinkvak S7AA op de Steenbanken, tot een unieke vindplaats voor deze uitgestorven vogelsoort in Nederland. Ter vergelijking: de Zandmotorcollectie van de vierde auteur telt ook 16 resten van de reuzenalk (grotendeels gepubliceerd door Langeveld (2020a)); maar op een totaal van 446 vogelvondsten is dat slechts 3,6%. Het verschil in zeldzaamheid van deze soort tussen de vindplaatsen is statistisch significant. Het quadratum van een reuzenalk van het Banjaardstrand is de enige vondst op een totaal van 41 stukken (2,4%) van die vindplaats uit de suppletie uit zandwinkvak S5L op de Steenbanken. Het voorkomen van de reuzenalk op de Steenbanken is dus niet beperkt tot vak S7AA; in dat kader zijn drie vondsten in de collectie van Bram Goetheer, uit schelpenhopen opgezogen van de Steenbanken (Langeveld, 2020a) ook het vermelden waard. Het zeer algemene voorkomen van de reuzenalk lijkt echter wel beperkt tot (een deel van) zandwinkvak S7AA van de Steenbanken. Dit past bij de complexiteit van de Steenbanken als geheel, met subtiele tot grote verschillen in fossielinhoud (met name mollusken) per zandwinkvak (Rijken, 1996, 2010; Wetsteyn, 2002).

TAFONOMIE VAN VOGELBOTTEN

Vogelbotten zijn niet zo fragiel als ze lijken. Vergeleken met zoogdierbotten hebben vogelbotten een compactere structuur, wat hun stijfheid en sterkte doet toenemen. Het zoogdierbot dat deze eigenschappen het dichtst benadert is dat van vleermuizen. Bot is opgebouwd uit hydroxyapatiet (met het mineraalzout calciumfosfaat), collageen en water (Sullivan *et al.*, 2017: 380). In vogelbot zit relatief meer hydroxyapatiet dan in zoogdierbot. Vliegen vereist een beperking van het lichaamsgewicht. Het vogelskelet is dus licht. De wanden van de pijpbeenderen zijn dun maar heel stevig. Veel vogelbotten zijn hol. Men noemt dit gepneumatiseerd. De luchtzakken die bij vogels tussen de organen liggen strekken zich uit tot in de botten en deze staan dus indirect in verbinding met de longen (Kuhn-Snyder, 1961: 127). Pijpbeenderen van zoogdieren zijn gevuld met merg

en relatief minder hard dan vogelbotten. Zo vormen ze een betere voedingsbodem voor bacteriën en zullen dus sneller afgebroken worden dan de holle en hardere vogelbotten. In aquatische omstandigheden is de kans op fossilisatie aanzienlijk groter dan in terrestrische omstandigheden. Omdat de sedimentatie in aquatische systemen veel sneller verloopt, raken dode dieren ook veel sneller bedekt en vallen minder snel ten prooi aan aaseters (Hof, 1995: 66). Het relatief snelle afsluiten van zuurstof en een hoger zoutgehalte (zeewater) zijn ongunstig voor bacteriën en remmen dus het afbraakproces en doen de kans op fossilisatie van het bot toenemen. Zeevogels en andere vogels die zich veel in de buurt van water ophouden hebben dus een grotere kans om fossiel bewaard te blijven dan soorten van drogere gebieden, waardoor fossiele fauna's zelden de originele (biologische) fauna's weergeven en ecologische interpretaties op basis daarvan zelden helemaal correct zijn (Mitchell, 2015). Dat is een belangrijke kanttekening bij de aangetroffen dominantie van mariene soorten.

ECOLOGIE VAN DE AANGETROFFEN VOGELS

Ijseend *Clangula hyemalis*

Deze kleine zee-eend is een van de noordelijkst broedende soorten. Broedlocaties bevinden zich langs de noordkusten van Europa, Azië en Noord-Amerika. Het overwinteren gebeurt niet ver ten zuiden van de broedplaatsen. In Nederland kennen we de ijseend tegenwoordig als doortrekker en wintergast in kleine aantallen van oktober tot april. Ze komen op de Waddenzee, het IJsselmeer en voornamelijk langs de kust voor. Bijvoorbeeld bij de Brouwersdam. Ijseenden duiken van grote diepten mossels, kokkels, wulken, tapijtschelpen en alikruiken op waarmee ze zich voeden (Campbell & Watson, 1978: 36-37).

Zwarte zee-eend *Melanitta nigra* en grote zee-eend *M. fusca*

Hoewel het aangetroffen materiaal van *Melanitta* niet tot op soort kon worden gedetermineerd, zijn twee soorten de meest waarschijnlijke kandidaten: de zwarte zee-eend *Melanitta nigra* (Linnaeus, 1758) en de grote zee-eend *M. fusca* (Linnaeus, 1758). Het broedgebied van de zwarte zee-eend bevindt zich op IJsland, Spitsbergen, de Faeröer, Ierland en Schotland. Algemener nog in West- en Noord-Scandinavië en oostwaarts tot in Rusland. Overwinteren doet hij langs de kusten van de Atlantische en Grote Oce-

aan, tot in Noord-Afrika. In Nederland is de zwarte zee-eend thans een veelvoorkomende wintergast. Als voedsel dienen opgedoken mosselen en schaaldieren (Campbell & Watson, 1978: 40). De grote zee-eend heeft een circumpolaire verspreiding op het noordelijk halfrond, hoofdzakelijk tussen de 50 en 70 graden noorderbreedte. Het verspreidingsgebied in Europa omvat het noordelijkste deel van de Oostzee, West- en Noord-Scandinavië en Rusland. De biotoop varieert van meren in bosgebieden en beboste eilandjes in de Oostzee tot kale bergstreken en de toendra in het noorden. Na de broedtijd trekt de Europese broedpopulatie naar de kust. Ze eten vooral mossels. Verder vangen ze kreeftachtigen, vooral kleine krabjes. In de zomer gaan ze over op zoetwaterdieren, wormen en waterplanten (Campbell & Watson, 1978: 38). In Nederland is de grote zee-eend nu een vrij schaarse doortrekker en wintergast van half september tot half mei, bijna uitsluitend langs de kust (Peterson *et al.*, 1979: 81-82).

Zomertaling *Anas querquedula* / wintertaling *A. crecca*

De zomertaling is een vrij algemene broedvogel die nestelt dichtbij of aan zoetwater en zelden bij zout water. De soort trekt tegenwoordig uit Nederland weg en door van augustus tot in september naar het zuiden en keert weer terug van begin maart tot in mei. Het voedsel bestaat uit plantaardig materiaal en ongewervelden (Peterson *et al.*, 1979: 74). De wintertaling is de kleinste Europese eend en is vaak een trekvogel. Hij komt algemeen voor in Europa en Azië. In Nederland is het nu een algemene doortrekker en wintergast. Planten, kreeftachtigen en insecten vormen het voedsel voor de wintertaling (Peterson *et al.*, 1979: 30-31).

Auerhoen *Tetrao urogallus*

De meest waarschijnlijke determinatie van het gevonden fragment van een carpometacarpus is auerhoen *Tetrao urogallus* Linnaeus, 1758. Het auerhoen is de grootste van de ruigpoothoenders. Het is een standvogel die voornamelijk leeft op de grond. Zijn verspreidingsgebied is voornamelijk Scandinavië, Schotland, Oost-Europa en Noord-Spanje, vooral in dennenwouden en op met coniferen begroeide heuvels (Peterson *et al.*, 1979: 119 en 122). Zijn voedsel is voornamelijk vegetarisch, maar hij vangt ook insecten (Svensson & Grant, 2005: 103-104). Ruigpoothoenders eten ook dennennaalden. Ze bezitten een speciaal maagenzym waarmee ze deze af kunnen breken, uniek in de dierenwereld (De Vos, 2020). Auerhoenders komen thans niet in Nederland en België voor (Svensson & Grant, 2005).

Roodkeelduiker *Gavia stellata*

Dit is de kleinste en talrijkste duiker met het grootste verspreidingsgebied. Het broedgebied omvat IJsland, het grootste deel van Schotland, Scandinavië, randgebieden van de Oostzee, de noordelijke archipels en een deel van Europees Rusland. Donegal in Ierland is de meest zuidelijke broedplaats en Spitsbergen de meest noordelijke. Als het water begint dicht te vriezen, trekken ze zuidwaarts en overwinteren onmiddellijk ten zuiden van het broedge-

bied. In Nederland komt de soort tegenwoordig onder andere voor langs de Brouwersdam, bij de gemalen van de Afsluitdijk en in grindgaten langs de Grote Rivieren, maar vooral langs de kust. Voedsel van de roodkeelduiker bestaat voornamelijk uit vissen, maar ook uit kreeftachtigen en andere waterdieren (Campbell & Watson, 1978: 12-13).

Fuut *Podiceps cristatus*

Het gevonden materiaal is niet tot op soort gebracht, maar de meest waarschijnlijke determinatie is fuut *Podiceps cristatus* (Linnaeus, 1758). Deze watervogel heeft een zeer uitgebreid verspreidingsgebied. In Europa waaronder Nederland komt hij thans het meest voor op en langs zoet, stilstaand water met rietkragen, soms ook in rustige gedeeltes van traag stromende rivieren. In de herfst worden deze en andere broedplaatsen verlaten en trekt de fuut naar zee, waar hij tamelijk grote troepen kan vormen. Er wordt zowel in zoet- als in zout water gejaagd. De fuut duikt en zwemt met zijn poten. Hij jaagt op kleine vissen en in de zomer ook op grote insecten, larven, schaaldieren, kreeftachtigen en soms op watersalamanders en kikkervisjes (Campbell & Watson, 1978: 14-15).

Aalscholver *Phalacrocorax carbo*

De aalscholver kent een zeer uitgebreid verspreidingsgebied, ook in het binnenland, waaronder tegenwoordig heel Nederland. In Noord-Europa komt hij ook langs de kust voor. In ieder geval in gebieden met een getijdenwerking. Het is hoofdzakelijk een standvogel die zich voedt met platvis, kleine kreeftachtigen en in zoetwater met bodemvissen. In het binnenland nestelt de aalscholver in bomen met soortgenoten, reigers en andere grote watervogels (Campbell & Watson, 1978: 31-33).

Alk *Alca torda*

Het broedgebied van de alk is aan de Oostzee, langs de Scandinavische kusten, op de Britse eilanden, de Faeröer, IJsland, West-Groenland en de oostkust van Noord-Amerika. De broedplaatsen bevinden zich vooral op de rotsen waarop ze één ei leggen. In de winter leven de alken op zee en trekken dan naar het zuiden tot aan de Middellandse Zee. De alk voedt zich met weekdieren en visjes, waarbij hij zijn vleugels ook onder water gebruikt voor de voortstuwing (Campbell & Watson, 1978: 128). In Nederland (op de Noordzee, op enige afstand van de kust) is het tegenwoordig een vrij schaarse doortrekker en wintergast (Peterson *et al.*, 1979: 179-180).

Reuzenalk *Pinguinus impennis*

De uitgestorven reuzenalk kwam langs de gehele noordelijke Atlantische Oceaan voor, van Canada tot aan Noorwegen en zuidelijker. Broeden deed hij ten zuiden van het arctische gebied in grote kolonies op eilandjes. Roofdieren kwamen op deze broedplaatsen niet voor, hetgeen van essentieel belang was voor de reuzenalk omdat er op de bodem genesteld werd en de vogel niet kon vliegen (Fuller, 1999). Voor de kust van Nederland was de reuzenalk

waarschijnlijk een overwinteraar, mogelijk zwemmend afkomstig van IJslandse en/of Britse kolonies (Langeveld, 2020a).

Zeekoet *Uria aalge*

Zeekoeten zijn in het algemeen talrijker dan alken in de kolonies waar beide soorten voorkomen. Het Noord-Atlantische verspreidingsgebied van de zeekoet is gelijk aan dat van de alk, met uitzondering van het Oostzeegebied. Daar komt de zeekoet minder vaak voor. Overwinteren doen de vogels op zee niet te ver van de broedgebieden. Zeekoeten duiken dieper en langer dan alken. Vis is substantieel voedsel voor de zeekoet. In Nederland (op de Noordzee, op enige afstand van de kust) is het tegenwoordig een algemene wintergast (Campbell & Watson, 1978: 128-129).

ANDERE ZEEUWSE FOSSIELE VOGELVONDSTEN

Geen van de op Dishoek en het Banjaardstrand aangetroffen vogelsoorten is nieuw voor de Noordzee (Langeveld, 2020b). Van het Banjaardstrand zijn verder een carpometacarpus van een roodkeelduiker (Cardol, 2018), een epistropheus van een reuzenalk (Cardol & Langeveld, 2019), een schedelfragment van een parelduiker/ijsduiker *Gavia arctica* (Linnaeus, 1758)/*G. immer* (Brünnich, 1764) en een humerusfragment van een niet gedetermineerde eend (Langeveld, 2020b) bekend, afkomstig uit eerdere suppleties. Van de Zeeuwse stranden is nog maar weinig fossiel vogelmateriaal gepubliceerd. Van De Kaloot zijn enkele niet gedetermineerde eenden bekend en van het strand tussen Westenschouwen en Nieuw-Haamstede is een aantal eenden (met name humeri en coracoidea) en een grote roofvogel bekend; ook de parelduiker is van dat strand bekend (Langeveld *et al.*, 2017). Fossielen van de reuzenalk zijn gevonden op de stranden van Oostkapelle, Westkapelle, Zoutelande en De Kaloot (Langeveld, 2020a). Een collectie van het strand van Cadzand bevatte voornamelijk resten van eenden en ganzen, reuzenalken, kleinere alkachtigen (*Alca torda* of *Uria* sp.), een duiker *Gavia* sp., een wulp *Numenius arquata* (Linnaeus, 1758) en een niet nader gedetermineerde zangvogel (Stewart, 2001). De fauna die aangetroffen werd op Dishoek en het Banjaardstrand lijkt daarop.

Conclusie

De inventarisatie van vogelvondsten uit zandsuppleties van de Steenbanken van het strand van Dishoek en het Banjaardstrand heeft ten minste 11 soorten opgeleverd. Anatidae en Alcidae overheersen en het karakter van de fossiele vogelfauna lijkt daardoor vooral marien te zijn. De reuzenalk blijkt met name op Dishoek zeer algemeen te zijn. Deze vindplaats en dus zandwinvak S7AA op de Steenbanken is daarmee uniek en wetenschappelijk waardevol. Van het Banjaardstrand werd een quadratum van de reuzenalk verzameld; de eerste Nederlandse strandvondst van dit typische skeletelement. De ouderdom van het vogelmateriaal schatten wij op basis van de soortensamenstelling maar vooral de fossilisatie (bij vrijwel alle vondsten geen verstening) en begeleidende fauna in als Laat Pleistoceen tot Holoceen.

Dankwoord

Dank aan Lex Kattenwinkel voor het beschikbaar stellen van vondsten en foto's. Dank aan Wil Mulder voor de hulp bij het tellen van de collectie Mulder. Dank aan Nikkie le Nobel voor bewerking van figuur 4.

Literatuur

- Bacher, A., 1967. Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen des postkranialen Skeletts in Mitteleuropa vorkommender Schwäne und Gänse. – Proefschrift Ludwig-Maximilians-Universität, München.
- Barbosa, A., 1990. Identification key of Iberian waders (Charadriiformes) based on the os quadratum. – *Miscellanea Zoologica* 14: 181-185.
- Baumel, J.J. & L.M. Witmer, 1993. Osteologia. – Publications of the Nuttall Ornithological Club 23: 45-132.
- Campbell, B. & R. Watson, 1978. Kust- en zeevogels van Noordzee, Oostzee en het Kanaal. – Spectrum Natuurgids, Utrecht/Antwerpen.
- Cardol, A. 2018. Een roodkeelduiker van de Banjaard. – *Voluta* 24 (2): 11-14.
- Cardol, A., 2019. *Pitar sulcatarius* van Dishoek. – *Voluta* 25 (1): 14-16.
- Cardol, A. & B. Langeveld, 2019. Reuzenalken van Dishoek en het Banjaardstrand. – *Voluta* 25 (2): 4-9.
- Cleveringa, J., F. van Vliet, J.H. Bergsma & R.J. Jonkvorst, 2012. Zandwinning op de Zeeuwse banken. Onderzoek naar effecten op ecologische en aardkundige waarden en kostenaspecten. – Bureau Waardenburg bv, rapport 11-180.
- Cohen, A. & D. Serjeantson, 1996. A Manual for the Identification of Bird Bones from Archaeological Sites. – Arche-type Publications, Ltd.
- De Vos, R., 2020. Vriesvaste ruigpoten. – *Vogels* 2020 (5): 28-31.
- Dieleman, F., 2013. Overzicht van strandvondsten van woelmuizen en andere kleine zoogdieren langs de Nederlandse stranden: stand van zaken 2013. – Afzettingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 34 (4): 144-172.
- Fuller, E., 1999. The Great Auk. - Privately published by Errol Fuller, Southborough, Kent, United Kingdom.
- Goetheer, B. 2013. Zeldzame strandvondst: kies van een tapir. – *Voluta* 19 (1): 10-11.
- Hendrickx, C., R. Araújo & O. Mateus, 2015. The non-avian theropod quadrate I: standardized terminology with an overview of the anatomy and function. – *PeerJ* 3:e1245, <https://doi.org/10.7717/peerj.1245>
- Hof, C.H.J., 1995. Taphonomie: Het proces van fossilisatie. – *Cranium* 12 (2): 65-70.
- Holmes, D., P. Moody & D. Dine, 2011. Research methods for the Biosciences (second edition). – Oxford University Press.
- Kuhn-Snyder, E., 1961. Geschiedenis der gewervelde dieren. – Het Spectrum, Utrecht.
- Langeveld, B., 2013. De Zandmotor versus het strand van Hoek van Holland: opvallende verschillen in de vondst-frequentie van fossiele kleppen van bivalven geven in-

- formatie over de geologische geschiedenis van de zandwingebeden. – Afzettingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 34 (4): 177-181.
- Langeveld, B., 2016. Zeeuwse reuzenalken *Pinguinus impennis* gezocht, eerste melding reuzenalk van De Kaaloet. – *Voluta* 22 (2): 13-18.
- Langeveld, B.W., 2020a. New finds, sites and radiocarbon dates of skeletal remains of the Great Auk *Pinguinus impennis* from The Netherlands. – *Ardea* 108: 5-19.
- Langeveld, B.W., 2020b. Quaternary bird remains from the southern North Sea. – *Cainozoic Research* 20: 209-227.
- Langeveld, B.W., J. Streutker & W. Prummel, 2017. Laatpleistocene en holocene vogels (Aves) van de Delflandse Kust (Eurogeulgebied), met een inventarisatie van vogelresten van andere Nederlandse stranden en de aangrenzende Noordzee. – *Cranium* 34 (1): 74-91.
- Livezey, B.C. & R.L. Zusi, 2006. Phylogeny of Neornithes. – *Bulletin of Carnegie Museum of Natural History* 37: 1-544.
- Mitchell, J.S., 2015. Preservation is predictable: quantifying the effect of taphonomic biases on ecological disparity in birds. – *Paleobiology* 41: 353-367.
- Moerdijk, P. & R. Rijken, 2002. Fossiele noordhorens van de Steenbanken, Westerschelde en Roompot/Onrust. – *Voluta* 8 (2): 5-12.
- Moerdijk, P.W., A.W. Janssen, F.P. Wesselingh, G.A. Peeters, R. Pouwer, F.A.D. van Nieulande, A.C. Janse, L. van der Slik, T. Meijer, R. Rijken, G.C. Cadée, D. Hoeksema, G. Doeksen, A. Bastemeijer, H. Strack, M. Vervoenen & J.J. ter Poorten, 2010. De fossiele schelpen van de Nederlandse kust. – *Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis*, Leiden.
- Mol, D., 2012. Twee etmalen korren in de Eurogeul: trok de kotter OD7 door een mammoetkerkhof? – Afzettingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 33 (1): 7-10.
- Mol, D. & B. Langeveld, 2018. Reconstructie van laatpleistocene en vroeg-holocene fauna's aan de hand van de Zandmotorcollectie van Henk Mulder en de eerste vondst van een phalangette van de wolharige mammoet. – Afzettingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 39 (4): 85-96.
- Mol, D., K. Post, J.W.F. Reumer, J. van der Plicht, J. de Vos, B. van Geel, G. van Reenen, J.P. Pals & J. Glimmerveen, 2006. The Eurogeul - first report of the palaeontological, palynological and archaeological investigations of this part of the North Sea. – *Quaternary International* 142/143: 178-185.
- Nijhuis, H., 2016. Achtergronden. In: H. Raad (red.). Zeeuwse strandfossielen. Fauna Zeelandica in de oertijd. Fossielengids uitgegeven bij het 50-jarig jubileum Werkgroep Geologie KZGW 1966-2016. – Werkgroep Geologie/Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen: 7-18.
- Peterson, R.T., G. Mountfort & P.A.D. Hollom, 1979. Petersons vogelgids van alle Europese vogels. – Elsevier Nederland.
- Raad, H. (red.), 2016. Zeeuwse strandfossielen. Fauna Zeelandica in de oertijd. Fossielengids uitgegeven bij het 50-jarig jubileum Werkgroep Geologie KZGW 1966-2016. – Werkgroep Geologie/Koninklijk Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen.
- Raad, H. & G. Simons, 1993. De schelpen van de zandsuppletie te Domburg. – *Het Zeepaard* 53: 35-39.
- Rijken, R., 1996. De zandsuppleties van de winplaats Steenbanken 1990-'95. – *Voluta* 2 (2): 16-28.
- Rijken, R., 2010. De zandsuppletie Domburg - Westkapelle 2008 (deel 1). – *Voluta* 16 (1): 15-20.
- Rijken, R., 2015. Het Banjaardstrand van Noord-Beveland. – *Spirula* 405: 6-10.
- Rijkswaterstaat, 1988. Handboek Zandsuppleties. – W.D. Meinema B.V. Uitgave Waltman.
- Rijkswaterstaat, 2020. Kustonderhoud. – <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/bescherming-tegen-het-water/maatregelen-om-overstromingen-te-voorkomen/kustonderhoud> (geraadpleegd 28-12-2020).
- Serjeantson, D., 2009. Birds. – Cambridge University Press.
- Slieker F.J.A., H. van der Es, R. Andeweg & B.W. Langeveld, 2020. Natural History Museum Rotterdam - Specimens. Version 1.21. Natural History Museum Rotterdam. Occurrence dataset. – <https://doi.org/10.15468/kwqaay> (geraadpleegd via GBIF.org op 13-1-2021)
- Smith, N.A., 2011. Taxonomic revision and phylogenetic analysis of the flightless Mancallinae (Aves, Pan-Alcidae). – *ZooKeys* 91: 1-116.
- Soldaat, E., 2011. Skeletonderdelen van zeevogels (4): Schedels. – *Sula* 24: 136-144.
- Stewart, J., 2001. Wetland birds in the archaeological and recent palaeontological record of Britain and Europe. – *EAC occasional paper* 1: 141-148.
- Stewart, J.R., 2004. Wetland birds in the recent fossil record of Britain and northwest Europe. – *British Birds* 97: 33-43.
- Stewart, J.R., 2010. The bird remains from the West Runton Freshwater Bed, Norfolk, England. – *Quaternary International* 228: 72-90.
- Stronkhorst, J., J. de Ronde, J. Mulder, B. Huisman, C. Sprengers & M. van Aalst, z.j. Zandsuppleties in de 21e eeuw. Onderzoek Alternatieve Lange termijn Suppleties (ALS), ten behoeve van het Deltaprogramma Kust. – Deltares project KPP DP Kust 1206188, http://publications.deltares.nl/1206188_000.pdf.
- Sullivan, T.N., B. Wang, H.D. Espinosa & M.A. Meyers, 2017. Extreme lightweight structures: avian feathers and bones. – *Materials Today* 20: 377-391.
- Svensson, L. & P.J. Grant, 2005. ANWB Vogelgids van Europa. – Kosmos, Utrecht
- Tomek, T. & Z.M. Bocheński, 2009. A key for the identification of domestic bird bones in Europe: Galliformes and Columbiformes. – Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Krakow.
- Tumarkin-Deratzian A.R., D.R. Vann & P. Dodson, 2006. Bone surface texture as an ontogenetic indicator in long bones of the Canada goose *Branta canadensis* (Anseri-

- formes: Anatidae). – Zoological Journal of the Linnean Society 148: 133-168.
- Van der Valk, B., D. Mol & H. Mulder, 2011. Mammoetbotten en schelpen voor het oprapen: verslag van een onderzoeksexcursie naar fossielen op 'De Zandmotor' voor de kust tussen Ter Heijde en Kijkduin (Zuid-Holland). – Afzettingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 32 (3): 51-53.
- Van Loon, G., 2020. 'Wij zijn niet meer dan pleisters aan het plakken, elk jaar weer'. – De Bevelander, 19 februari 2020, <https://www.de-bevelander.nl/nieuws/algemeen/943020>.
- Von den Driesch, A., 1976. A guide to the measurement of animal bones from archaeological sites. – Peabody Museum Bulletin 1: 1-137.
- Walker, M.L., 1888. On the form of the Quadrate Bone in Birds. – Studies from the Museum of Zoology in University College, Dundee 1 (1): 1-18.
- Wetsteyn, B., 2002. Zandsuppleties Walcheren (1). – Voluta 8 (1): 10-13.
- Wetsteyn, B., 2004. Zandsuppleties Walcheren (2). – Voluta 10 (2): 6-8.
- Wetsteyn, B., 2008. Verslag van de WTKG/WG excursie naar de Onrustpolder op 1 november 2008. – Afzettingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 29 (4): 87-91.
- Woelfle, E., 1967. Vergleichend morphologische Untersuchungen an Einzelknochen des postcranialen Skelettes in Mitteleuropa vorkommender Enten, Halbgänse und Säuger. – Proefschrift Ludwig-Maximilians-Universität, München.

¹Bram Langeveld, *Natuurhistorisch Museum Rotterdam*, Westzeedijk 345, 3015 AA Rotterdam, e-mail: langeveld@hetnatuurhistorisch.nl

²André Cardol, e-mail: andrecardol@gmail.com

³Bente Nieland, e-mail: bentenieland@gmail.com

⁴Henk Mulder, e-mail: hjmulder@kabelfoon.nl