

Klimaatverandering, verhoogde overstromingsrisico's en kwelderbroedvogels

Martijn van de Pol,
Bruno Ens, Jan Bakker &
Peter Esselink

Het gaat slecht met veel vogels die in de Waddenzee broeden. Naast directe invloeden van menselijke activiteiten wordt vermoed dat klimaatverandering daarbij een belangrijke rol speelt. In dit artikel belichten we één aspect van klimaatverandering waarvan de gevolgen de laatste jaren al merkbaar zijn, namelijk het vaker optreden van overstromingen van nesten in buitendijkse broedgebieden. Lage kwelders vormen 's zomers belangrijke broedgebieden: in hoeverre beïnvloedt een toenemend overstromingsrisico de levensvatbaarheid van vogelpopulaties, of kunnen vogels hun nestkeuze aanpassen aan de veranderende omstandigheden? Zou uitbreiding van kwelderareaal kunnen leiden tot het creëren van een 'ecologische fuik' voor vogels en zijn er maatregelen denkbaar om de overstromingsrisico's voor kwelderbroedvogels tegen te gaan?

Getij, kwelders en broedvogels

Kwelders zijn een belangrijk onderdeel van natuurlijke kustzones, onder andere in de Waddenzee. Hoewel kwelders hoger liggen dan gemiddeld hoogwater (GHW) en dus meestal droog liggen, kunnen ze bij sterk verhoogde waterstanden ten gevolge van springtij en windopzet overstromen. Forse windopzet treedt meestal op in de winter, maar kan ook af en toe in de zomer voorkomen. In de zomer zijn kwelders belangrijk broedgebied voor allerlei vogelsoorten. Naast wadvogels, zoals Scholekster (*Haematopus ostralegus*), Tureluur (*Tringa totanus*) en Kluut (*Recurvirostra avocetta*), broeden er bijvoorbeeld ook Lepelaars (*Platalea leucorodia*), Kokmeeuwen (*Larus ridibundus*), Visdieven (*Sterna hirundo*), Eidereenden (*Somateria mollissima*) en zelfs zangvogels, zoals Veldleeuwerik (*Alauda arvensis*) en Graspieper (*Anthus pratensis*). Veel kwelderbroeders zijn habitatspecialisten, en voor verscheidene soorten zijn Waddenzee-kwelders dan ook de belangrijkste broedgebieden in Noordwest-Europa (Koffijberg et al., 2006).

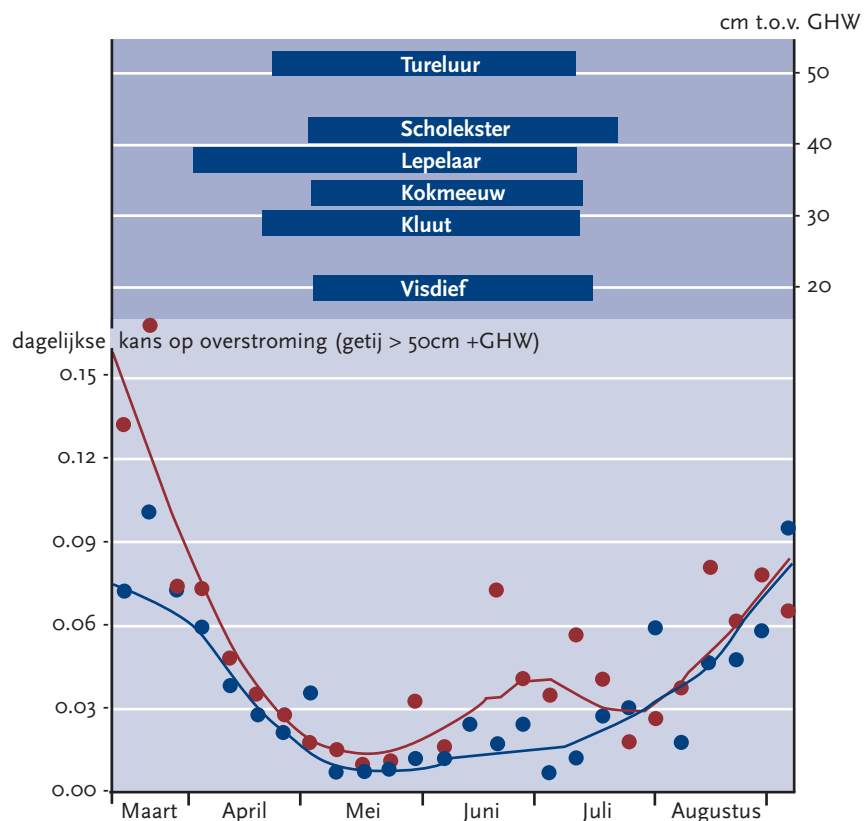
Fig. 1. Boven: De periode waarin nesten gevoelig zijn voor overstromingen (eieren of jonge kuikens in het nest) en de gemiddelde nesthoogte (t.o.v. gemiddeld hoogwater; GHW) voor zes soorten kwelderbroedvogels. **Onder:** Toename in de dagelijkse kans dat de lage kwelder overstroomt tussen de periode 1971-1989 (●) en de periode 1990-2008 (●). Aangepast naar van de Pol et al. (2010).

Kwelders die eens in de zoveel jaren 's zomers flink overstroomd zijn een natuurlijk onderdeel van de ecologie van kwelderbroedvogels. Gedurende zo'n overstroming spoelen eieren weg en verdrinken de jonge nog-niet-vliegvlugge kuikens, waardoor het broedsucces dat jaar vrijwel nihil kan zijn (Koffijberg et al., 2006). Zolang dit niet te vaak gebeurt komen veel van deze – voornamelijk langlevende – soorten het gemiste jaar wel weer te boven. De cruciale vraag is dan ook: bij welke overstro-

mingfrequenties komt de levensvatbaarheid van deze vogelpopulaties in gevaar, en zijn deze frequenties in de nabije toekomst ook daadwerkelijk te verwachten?

Klimaatverandering en overstromingsrisico's

De afgelopen decennia blijken zomerse extreem hoge getijden steeds vaker voor te komen in de Waddenzee (van de Pol et al., 2010). Vooral in de periode juni tot half juli, precies de periode waarin de meeste eieren net uitkomen, is sprake geweest van de grootste toename (fig. 1). Daarbij zijn zomerse overstromingen gemiddeld ook steeds hoger; de jaarlijkse toename in de hoogte van extreme tijden was zelfs twee keer zo hoog dan de toename in GHW (van de Pol et al., 2010). De toename in GHW is grotendeels het directe gevolg van de opwarming van de aarde, die ervoor zorgt dat zeewater uitzet en landijs smelt, waardoor wereldwijd de gemiddelde zeespiegel stijgt (IPCC, 2007). De extra sterke toename in de hoogte van extreem hoge





Een Grote sternbroedkolonie (links) verdrinkt tijdens een zomerstorm op 19 juni 2011 op de kwelder van Ameland (rechts) (foto's: Johan Krol).

tijen in de zomer laat zien dat daarnaast ook veranderingen in het weer zijn opgetreden (overstromingen vinden plaats bij harde NW-wind), maar het is nog onduidelijk in hoeverre deze weersverandering een gevolg is van klimaatverandering en of het een blijvend fenomeen is.

Huidige effecten op vogels

Aan de hand van gegevens over de hoogte van nestlocaties, begindatum van eileg, de incubatieduur van eieren, en de groei van kuikens is het mogelijk om een inschatting te maken van de huidige overstromingsrisico's van nesten van verschillende vogel-

soorten. Hierbij is het belangrijk te beseffen dat kleine verschillen in de dagelijkse overstromingskans, grote veranderingen voor nestsucces kunnen betekenen doordat de eieren en jonge kuikens van veel kweldervogels in totaal ca 40 dagen gevoelig zijn voor overstromingen.

Soorten die op de lage kwelder broeden blijken jaarlijks al een verrassend groot aandeel van hun nesten te verliezen door overstromingen. In het afgelopen decennium lijkt het bijvoorbeeld 'normaal' te zijn voor Waddenzee-populaties van Visdieven,

Kluten, Kokmeeuwen, Scholeksters en Lepelaars dat meer dan 30% van de broedparen tenminste één nest ziet wegspoelen gedurende een broedseizoen (fig. 2). Tureluurs, die net wat hoger op de kwelder broeden (fig. 1), blijken het echter meestal droog te houden (slechts 10% van de nesten spoelt doorgaans weg). Een belangrijke les uit deze vergelijking tussen soorten is dat het risico van overstromen voor vogels die op de lage kwelder broeden ruwweg halveert als ze zo'n 20 cm hoger op de kwelder zouden gaan broeden. Een relatief

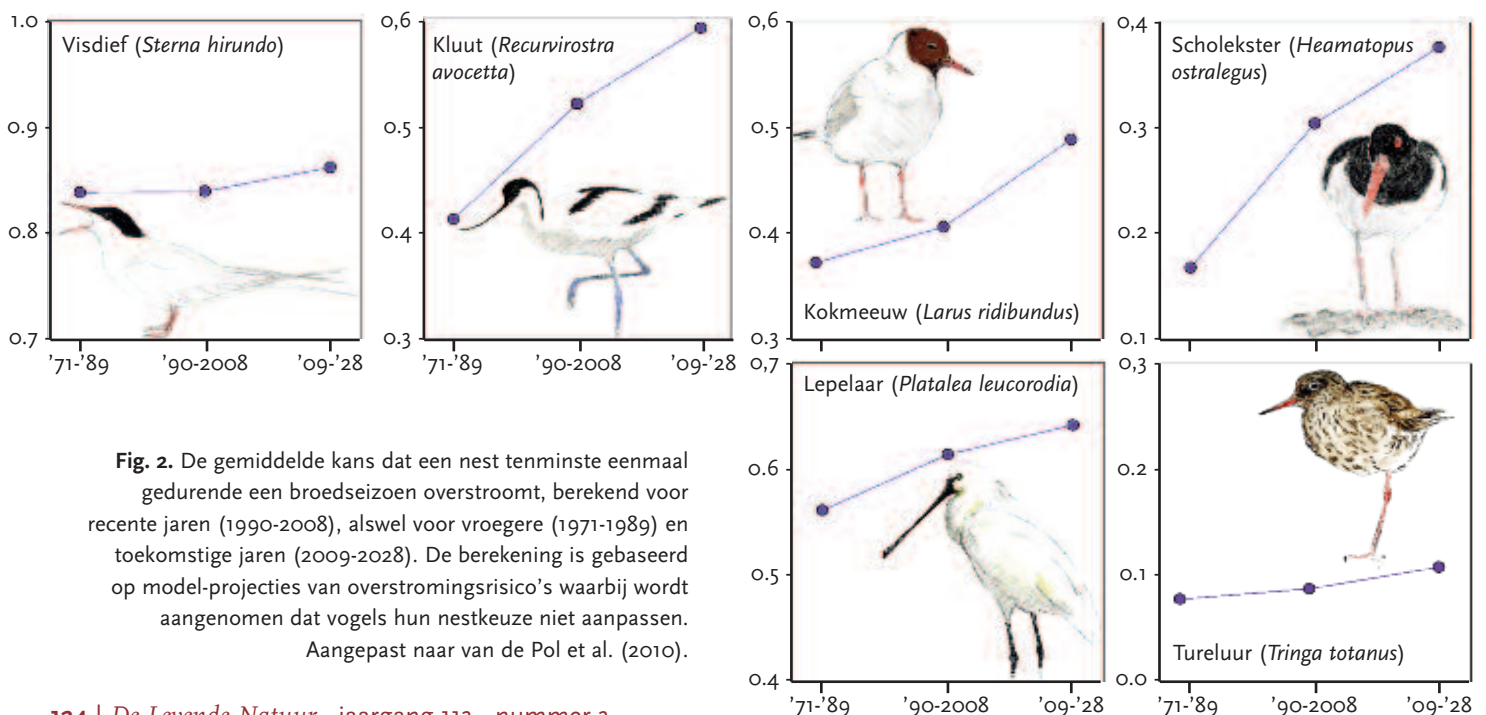


Fig. 2. De gemiddelde kans dat een nest tenminste eenmaal gedurende een broedseizoen overstroomt, berekend voor recente jaren (1990-2008), als wel voor vroegere (1971-1989) en toekomstige jaren (2009-2028). De berekening is gebaseerd op model-projecties van overstromingsrisico's waarbij wordt aangenomen dat vogels hun nestkeuze niet aanpassen. Aangepast naar van de Pol et al. (2010).



kleine verandering in het hoogwaterpeil of in de nestkeuze van vogels kan dus een enorm verschil maken voor de levensvatbaarheid van populaties.

Toekomstige effecten

Om de toekomstige effecten van klimaatverandering op broedvogels accuraat te kunnen voorspellen is het cruciaal om ook de geomorfologie van kwelders, de vegetatiedynamica en habitatkeuze van vogels in beschouwing te nemen. Er zijn namelijk twee processen die indirecte invloed uitoefenen op hoe overstromingen in de toekomst kweldervogels zullen beïnvloeden. Ten eerste, kunnen kwelders compenseren voor hogere overstromingsfrequenties doordat een frequentere overstroming tot een verhoogde sedimentatie en zo tot extra ophoging van de kwelder leidt, waardoor de effecten van zeespiegelstijging gebufferd worden. Ten tweede, kunnen vogels compenseren door hun keuze van nestlocatie aan te passen aan de veranderende omstandigheden (i.e. habitatkeuze). Hieronder beschrijven we waarom de kweldervegetatie in beide processen een belangrijke intermediaire rol vervult.

Dynamiek van kwelders en vegetatie

Wanneer kwelders overstromen vindt er sedimentatie plaats van de in het zeewater aanwezige kleideeltjes. Dikkere kleilagen leiden echter tot meer inklink onder het eigen gewicht. Het verschil tussen sedimentatie en inklink noemen we verticale groei.

Een hogere overstromingsfrequentie leidt tot verhoogde sedimentatie en verticale groei van kwelders, wat de overstromingsfrequentie op de lange termijn weer reduceert (hier is dus sprake van een terugkoppelingsmechanisme; fig. 3). Welke factoren gerelateerd zijn aan de verticale groei is goed bestudeerd in de Dollard (Esselink et al., 1998). De groei varieerde daar tussen 1 mm/jaar op plaatsen 50 cm boven GHW tot 16 mm/jaar op plaatsen 10 cm boven GHW. De verticale groei hangt af van de afstand tot de rand van de kwelder: van 4 mm/jaar op 1 km vanaf de wadrand tot 16 mm/jaar direct aan de wadrand. De

rol van de vegetatie kwam in de Dollard ook tot uiting in de verticale groei, die varieerde van 7-12 mm/jaar bij toenemende dichtheid van de vegetatie en van 5-12 mm/jaar bij toenemende vegetatiehoogte. Andersom wordt de vegetatiesamenstelling ook beïnvloed door de overstromingsfrequentie, waardoor er sprake is van een tweede terugkoppelingsmechanisme (fig. 3). Metingen aan andere vastelandkwelders laten een verticale groei zien van 11-29 mm/jaar in de kwelderzone in Friesland, terwijl dat op vergelijkbare plaatsen voor Groningen 8-14 mm/jaar bedraagt (Dijkema & van Duin, dit nummer).

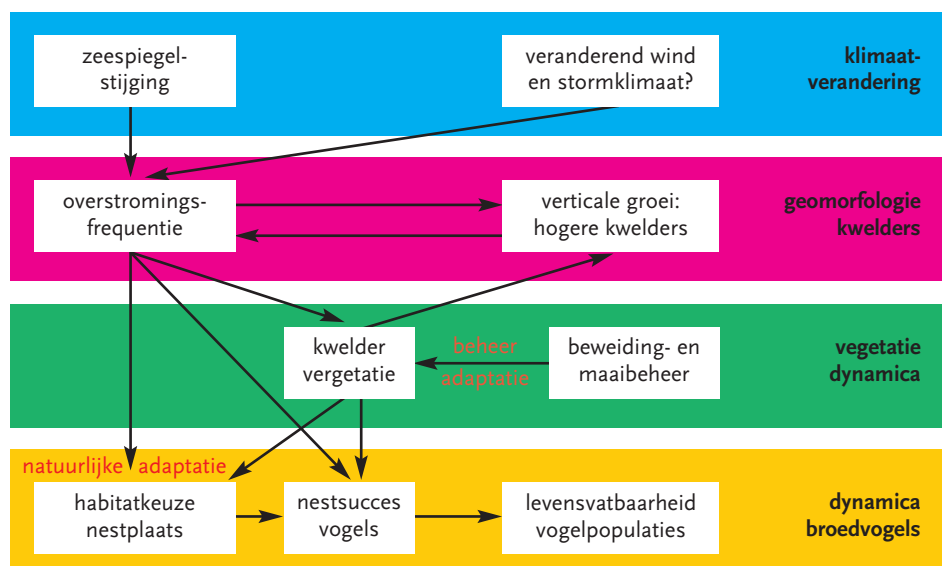


Fig. 3. Schematische weergave van de belangrijkste directe en indirecte effecten van klimaatverandering op de overstromingskans en populatiedynamica van broedvogels op kwelders.



De lange termijn zeespiegelstijging, die momenteel gemiddeld zo'n 2-3 mm/jaar bedraagt, lijkt dus te kunnen worden gecompenseerd door verticale groei van vastelandkwelders in de Waddenzee. Helaas lijkt het compenserend vermogen van kwelders niet in alle gevallen voldoende te zijn om de genoemde zeespiegelstijging bij te houden. Metingen aan verticale groei suggereren dat er verschillende eilandkwelders zijn die niet genoeg meegroeiën, met waarden variërend tussen 1,5 en 3 mm/jaar voor kwelders jonger dan 30 jaar en tussen 0 en 1 mm/jaar voor oudere kwelders, steeds gemeten op 40 cm boven GHW (van Wijnen & Bakker, 2001). Daarnaast kan het compenserend vermogen van kwelders afnemen bij een steeds sneller stijgende zeespiegel (van Wijnen & Bakker, 2001). Het compenserend vermogen van kwelders kan dus sterk verschillen en is van veel factoren afhankelijk.

Habitatkeuze en adaptatie van vogels

Als vogels elk jaar een beetje hoger op de kwelder gaan broeden, kunnen ze zelf compenseren voor relatieve zeespiegelstijging (de jaarlijkse stijging van de zeespiegel plus bodemdaling minus verticale groei van kwelders). Hogerop de kwelder groeien echter andere plantensoorten. Terwijl veel kweldervogels een voorkeur hebben voor een korte vegetatie in verband met het zicht op predatoren (Nguyen et al., 2003), kan de vegetatie op de hoge en wat beter doorluchte kwelder hoger zijn

door gunstigere omstandigheden voor plantengroei. Daarnaast moeten vogels die hoger op de kwelder broeden grotere afstanden afleggen naar het voedsel op het wad, wat vooral voor soorten die hun kuikens langdurig voeren, zoals de Scholekster, een belangrijke beperkende factor is voor het broedsucces (Ens et al., 1992). Er zijn dus verscheidene factoren die selectie voor een keuze voor hoger gelegen habitat tegenwerken in jaren zonder overstroming. Maar er zijn ook uitzonderingen. Tureluurs bijvoorbeeld prefereren juist een hoge vegetatie om hun nest in te verstoppert (Thyen & Exo, 2003), en een hoge vegetatie kan ook gunstig zijn voor insectenetende vogelsoorten.

Doordat overstromingen zowel zeldzame als onvoorspelbare gebeurtenissen zijn, is het lastig voor vogels om te leren hun nestlocatie gedurende hun leven aan te passen: voor een vogel die op de lage kwelder broedt zal het vele jaren kosten om te detecteren dat het overstromingsrisico is toegenomen van bijvoorbeeld eenmaal naar tweemaal in de vijf broedseizoenen, terwijl dat voor een Scholekster het verschil kan betekenen tussen een broedsucces dat voldoende of onvoldoende is voor een stabiele populatie (van de Pol et al., 2010). Daarnaast is aanpassing aan alleen relatieve zeespiegelstijging mogelijk niet afdoende, omdat de afgelopen decennia de hoogte van zomertijden met extreme windopzet veel sneller is gestegen. Het gebruik van het vloedmerk als indicator

voor de keuze van nestlocatie is dus mogelijk misleidend.

De weinige studies met vaak anekdotische gegevens over adaptatie aan overstromingen laten zien dat na een overstroming vogels vaak weer op exact dezelfde plek een nest bouwen (Erwin et al., 1998), terwijl vogels hun habitatkeuze soms wel veranderen als reactie op nestverlies door predatie (Burger, 1982). Lepelaars op Ameland lijken het half begrepen te hebben: als de eerste broedpoging van het seizoen overstroomt, verhuizen de broedkolonies naar de hogere delen van de kwelder; echter het volgend jaar proberen ze het gewoon weer op de lage kwelder (Krol & Hallmann, 2011). Natuurlijke selectie ten faveure van individuen die hun nest wel hoog op de kwelder bouwen is een ander mechanisme van aanpassing en dit vereist genetische verandering over meerdere generaties. Systematische lange termijnstudies naar het aanpassingsvermogen van vogels aan overstromingen, zowel door leren als door natuurlijke selectie, worden nu gemist.

Levensvatbaarheid populaties

Tot nu toe zijn voor zes vogelsoorten risicoanalyses uitgevoerd die een schatting geven hoe het overstromingsrisico op eilandkwelders de komende twee decennia zal toenemen als gevolg van veranderende overstromingspatronen (van de Pol et al., 2010). Deze analyses suggereren dat als vogels hun nestkeuze niet zullen aanpas-



sen en het windopzet-patroon van de afgelopen decennia aanhoudt (maar niet verder toeneemt), voor vier van de zes onderzochte soorten het overstromingsrisico sterk zal toenemen op eilandkwelders (Scholekster, Kokmeeuw, Lepelaar, Kluut; fig. 2). Voor Scholeksters waren genoeg lange termijn gegevens beschikbaar om ook de consequenties voor de levensvatbaarheid van de populatie op Schiermonnikoog door te rekenen. Deze berekeningen suggereren dat de huidige overstromingsfrequenties reeds veel te hoog zijn om deze populatie in stand te houden (de populatie is in 10 van de laatste 15 jaar flink overstroomd).

Een bijkomend aspect is dat de populaties van diverse soorten wadvogels momenteel sterk aan het afnemen zijn en dat de effecten van klimaatverandering/overstromingen bovenop een reeks andere bestaande bedreigingen komen (landbouw, visserij, recreatie, de-eutrofiëring, predatie; Koffijberg et al., 2006). Op lokale schaal kunnen de effecten van stijgende hoogwaterstanden ook nog versterkt worden door bodemdaling ten gevolge van gaswinning. Recente studies laten zien dat gaswinning op Ameland vergelijkbare invloeden heeft als zeespiegelstijging op het overstromingsrisico van Scholeksters en Lepelaars, en extra risico op verlaagd broedsucces met zich meebrengt op plekken waar de kwelder onvoldoende meegroeit bij bodemdaling (Hallmann & Ens, 2011; Krol & Hallmann, 2011).

Beheer- en inrichtingsmaatregelen

In Nederland is een ruime ervaring opgedaan met grootschalige beheer-, herstellen inrichtingsmaatregelen, met name in het Deltagebied (Meininger & Graveland, 2002). Ook in de Waddenzee zijn voorbeelden te vinden, zoals de aanleg van een kunstmatige verhoogde kwelder langs het Balgzand en het invoeren van een gedempt getij in polder Breebaart (Esselink et al., 2003). Echter in meer natuurlijke situaties zoals op eilandkwelders zijn grootschalige geomorfologische ingrepen minder wenselijk. Meer kleinschalige maatregelen zouden tot doel kunnen hebben enerzijds om de hogere delen van de kwelder aantrekkelijker te maken voor broedvogels die oorspronkelijk op de lage kwelder broeden, en anderzijds om hogere plekken op de lage kwelder te creëren.

Het aantrekkelijker maken van de hoge kwelder voor broedvogels zou gerealiseerd kunnen worden door het verlagen van de vegetatiehoogte, bijvoorbeeld door het beweiding- en/of maaibeheer te intensiveren. Aan deze maatregel kleven echter ook bezwaren. Een belangrijke complicatie is dat veel, maar zeker niet alle kwelderbroeders een voorkeur hebben voor korte vegetatie. Daarnaast kan een intensiever beweiding- en maaibeheer vertrapping of destructie van nesten tot gevolg hebben. Op de lange termijn kan een kortere vegetatie ook leiden tot een lagere sedimentatiesnelheid, waardoor het meegroeivermogen van een eilandkwelder

met de zeespiegelstijging afneemt.

Het overstromingsrisico van nesten op de lage kwelder zou beperkt kunnen worden door het aanleggen van lokale verhogingen. Op de lage kwelder is doorgaans weinig variatie in kwelderhoogte. Door het aanleggen van kunstmatige verhogingen op de lage kwelder zouden broedvogels een ruimere mogelijkheid hebben om hun nestlocaties aan te passen. Kleinschalige experimenten met kunstmatige verhogingen (2m x 2m, 20 cm hoog) in de Verenigde Staten suggereren echter dat sterns en Scholeksters geen sterke voorkeur hebben voor zulke verhoogde plekken (Rounds et al., 2004). Mogelijk dat verhogingen met een groter oppervlak aantrekkelijker zullen zijn, of dat koloniebroeders beter reageren, maar zulke maatregelen betekenen nog steeds een behoorlijke ingreep in de natuurlijke morfologie van kwelders.

Uitbreiding kwelderareaal: kans of ecologische fuik voor vogels?

De Nederlandse, Duitse en Deense overheden hebben het voornemen om het kwelderareaal in de Waddenzee de komende decennia sterk uit te breiden (Trilateral Wadden Sea Plan, 1997). Het doel is om vooral het aandeel jonge kwelders te laten toenemen om daarmee de dynamiek in het Waddenzee-ecosysteem te laten terugkeren. Een groter kwelderareaal betekent ook meer broedhabitat voor kweldervogels. Wanneer echter nieuwe jonge kwelders ook laaggelegen zijn, zullen deze op zijn minst

de eerste decennia relatief hoge overstromingsfrequenties hebben. In het ergste geval fungeren deze nieuwe lage gebieden dan zelfs als een ecologische fuik: veel vogels zullen ze zien als ideale broedplekken, maar door de hoge overstromingsfrequentie is er een grote kans dat nesten zullen mislukken en dan zouden zulke gebieden zelfs de levensvatbaarheid van de Waddenzee-metapopulaties als geheel kunnen verlagen.

Conclusie

De eerste resultaten van het onderzoek naar de effecten van klimaatverandering en toenemende overstromingsrisico's van nesten op kwelderbroedvogels laten zien dat er reeds sprake is van sterk negatieve gevolgen, en dat dit in de nabije toekomst alleen maar zal toenemen als vogels hun keuze voor nestlocatie niet aanpassen. Deze uitkomsten suggereren dat het belang van buitendijkse lage broedgebieden zoals eilandkwelders en stranden de komende jaren sterk kan veranderen. De cruciale vraag is dan ook hoe sterk het aanpassingsvermogen van de kweldervogels is om te reageren op de veranderende omstandigheden. Hoewel verscheidene studies op basis van anekdotische waarnemingen suggereren dat dit vermogen beperkt is, ontbreken systematische gegevens uit lange-termijn studies. Daarnaast zijn zulke studies van belang om te bepalen in hoeverre de beschikbaarheid van geschikte hoge broedplekken (vegetatie, afstand tot voedsel, predatoren) een beperkende factor is, zodat de meest efficiënte beheer- en inrichtingsmaatregelen vastgesteld en getest kunnen worden. Complicerend is dat deze zullen verschillen naar behoeften per soort.

Literatuur

Burger, J., 1982. The role of reproductive success in colony-site selection and abandonment in black skimmers (*Rynchops niger*). *The Auk* 99: 109–115.

Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongasma, 2010. 50 jaar monitoring van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009. IMARES Wageningen UR, Texel en Rijkswaterstaat, Leeuwarden.

Ens, B.J., M. Kersten, A. Brenninkmeijer & J.B. Hulscher, 1992. Territory quality, parental effort and reproductive success of oyster-catchers (*Haematopus ostralegus*). *Journal of Animal Ecology* 61: 703–715.

Erwin, R.M., J.D. Nichols, T.B. Eyley, D.B. Stotts &

B.T. Truitt, 1998. Modeling colony-site dynamics: a case study of gull-billed terns (*Sterna nilotica*) in coastal Virginia. *The Auk* 115: 970–978.

Esselink, P.E., K.S. Dijkema, S. Reents & G. Hageman, 1998. Vertical accretion and profile changes in abandoned man-made tidal marshes in the Dollard estuary, the Netherlands. *Journal of Coastal Research* 14: 570–582.

Esselink, P., C. de Leeuw, J. Graveland & G. Berg, 2003. Ecologische herstelmaatregelen in zoute wateren: een ecologische evaluatie over de periode 1990-2000. Rapport RIKZ, 2003-028, Middelburg.

Hallmann, C. & B.J. Ens, 2011. Overstromingsrisico en broedsucces van Scholeksters op de kwelder van Ameland en Schiermonnikoog. Deelrapport 5.2 van de NAM-rapport Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005 – 2010.

IPCC, 2007. Climate change 2007: synthesis report. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 4: 1–104.

Koffijberg, K., L. Dijkse, B. Hälterlein, K. Laurssen, K. Potel & P. Südbeck, 2006. Breeding Birds in the Wadden Sea in 2001 – Results of the total survey in 2001 and trends in numbers between 1991–2001. *Wadden Sea Ecosystem* 22: 1–136.

Krol, J. & C. Hallmann, 2011. Effect van bodemdaling op situering, hoogteligging en overstromingsrisico van broedkolonies op De Hon. In: Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005-2010: 93-124. NAM, Assen.

Meininger, P.L. & J. Graveland, 2002. Leidraad ecologische herstelmaatregelen voor kustbroedvogels. Rapport RIKZ 2001-046, Middelburg.

Nguyen, L.P., E. Nol & K.F. Abraham, 2003. Nest success and habitat selection of the semipalmated plover on Akimski island, Nunavut. *Wilson Bulletin* 115: 285–291.

Pol, M. van de, B.J. Ens, D.H. Heg, L. Brouwer, J. Krol, M. Maier, K.M. Exo, K. Oosterbeek, T. Lok, C. Eising & K. Koffijberg, 2010. Do changes in the frequency, magnitude and timing of extreme climatic events threaten the population viability of coastal birds? *Journal of Applied Ecology* 47: 720-730.

Rounds, R.A., R.M. Erwin & J.H. Porter, 2004. Nest-site selection and hatching success of waterbirds in coastal Virginia: some results of habitat manipulation. *Journal of Field Ornithology* 75: 317–329.

Thyen, S. & K.M. Exo, 2003. Wadden Sea salt marshes: ecological trap or hideaway for breeding Redshanks *Tringa totanus*? *Wader Study Group Bulletin* 100: 43–46.

Trilateral Wadden Sea Plan, 1997. Ministerial Declaration of the 8th Trilateral Governmental

Conference on the Protection of the Wadden Sea. Stade, Germany.

Wijnen, H.J. van & J.P. Bakker, 2001. Long-term surface elevation change in salt marshes: a prediction of marsh response to future sea-level rise. *Estuarine, Coastal and Shelf Sciences* 52: 381–390.

Summary

Climate change, tidal flooding risks and breeding shorebirds

Bird populations are declining in the Wadden Sea. The contribution of climate change has been understudied, but recent evidence suggests that increased flooding frequencies during the breeding season are already affecting bird populations that breed on salt marshes. These effects are expected to get worse in the near future if birds do not adapt their nest-site selection, suggesting that the importance of low-lying breeding areas for shorebirds could decline substantially in the coming decades. The crucial question now is to what extent birds may adapt their habitat selection to the changing environment. Although several studies suggest that the adaptive potential of birds to more frequent flooding events is limited, this is based on anecdotal evidence and systematic long-term studies are now needed. Furthermore, such studies will inform us about the factors that constrain birds from selecting higher nest sites (vegetation, food, predators), such that efficient management strategies may be identified.

Dankwoord

Dank aan Jos Zwarts voor het tekenen van de vogels in figuur 2.

Dr. M. van de Pol, Research School of Biology, Australian National University, 0200 ACT Canberra, Australië, martijn.vandepol@anu.edu.au

Dr. B.J. Ens, SOVON Vogelonderzoek Nederland, SOVON-TEXEL, Postbus 59, 1790 AB Den Burg (Texel), bruno.ens@sovon.nl

Prof.dr. J.P. Bakker, Community and Conservation Ecology Group, Rijksuniversiteit Groningen, Postbus 11103, 9700 CC Groningen, J.P.Bakker@rug.nl

Dr. P. Esselink, PUCCIMAR Ecologisch Onderzoek & Advies, Boermarkte 35, 9481 HD Vries, p.esselink@inter.nl.net