

Gaswinning onder Waddenzee heeft ecologische impact

Gaswinning onder de Waddenzee kan leiden tot nadelige gevolgen voor de natuur. Een recent evaluatierapport suggereert dat er nauwelijks ecologische effecten zijn door bodemdaling, maar meerdere studies schetsen duidelijk een heel ander beeld. Hier zetten we recente inzichten over ecologische effecten op een rij en identificeren we problemen met het monitoringsprogramma en het 'hand-aan-de-kraan-principe' onder de wadplaten.

Tekst **Martijn van de Pol, Allert I. Bijleveld, Eelke Jongejans, Bruno Ens, Sofie Buesink, Sjoerd Duijns**

De Waddenzee staat als enige natuurgebied in Nederland op de UNESCO Werelderfgoedlijst. Het gebied is voor kustvogels een onmisbaar habitat om in te broeden, te foerageren of uit te rusten tijdens de trek. Gaswinning onder de Waddenzee leidt tot daling van de diepe ondergrond. Als deze diepe bodemdaling niet genoeg gecompenseerd wordt door sedimentatie aan het oppervlak, dan wordt de meegroeiselheid van wad, kwelder of duin overschreden. Dan leidt diepe bodemdaling ook tot een daling van het maaiveld. Dit kan gevolgen hebben voor de natuur doordat kwelders vaker overstromen of het wad minder lang droogvalt. Op Oost-Ameland wordt door de NAM sinds 1986 gas gewonnen onder het wad en de kwelder ¹. De impact op de natuur werd al die tijd gemonitord. Hier geven we allereerst een overzicht van het wettelijk kader. Daarna zetten we inzichten over ecologische effecten van gaswinning op een rij, waarbij we ons concentreren op kustvogels. We suggereren ook verbeteringen in de opzet van het programma waarmee effecten van gaswinning op de natuur gemonitord wordt.

Dit artikel over Ameland is ook relevant voor mijnbouw elders in de Waddenzee, en voor besluiten over vergunningen voor nieuwe gaswinning, zoals bij Ternaard. Het is belangrijk om alle feiten helder te hebben, zodat bepaald kan worden of aan de wettelijke voorwaarden wordt voldaan van mijnbouw in de Waddenzee.

Wanneer mag gaswinning?

UNESCO heeft meermaals aangegeven dat mijnbouw onder de Waddenzee onverenigbaar is met de status Werelderfgoed (UNESCO, 2024). Naast deze internationale afspraak zijn er ook striktere juridische voorwaarden. De Omgevingswet en de EU-habitatrichtlijn bepalen dat projecten geen 'significante effecten' voor een Natura 2000-gebied mogen veroorzaken. Een effect is 'significant' wanneer het een nadelig effect heeft op de Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen van soorten en habitattypen. Daarbij moet ook gekeken worden naar cumulatieve effecten, bijvoorbeeld in hoeverre bodemdaling optelt bij zeespiegelstijging. Verder moet het voorzorgsbeginsel worden toegepast: niet doen als er 'redelijke wetenschappelij-



ke twijfel' bestaat of projecten geen schadelijke gevolgen hebben voor de instandhoudingsdoelen van de natuur (Waddenacademie, 2021). Wanneer natuurschade aannemelijk is, ligt de bewijslast dat deze niet door gaswinning komt bij het mijnbouwbedrijf. De overheid toetst dit.

De Amelandse gaswinning vindt plaats onder de kwelder en het wad. Het wad van het zogeheten Pinkegat wordt ook beïnvloed door de gaswinning bij Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. De verguningsvoorwaarden voor gaswinning onder het wad worden gemonitord volgens het principe van 'hand-aan-de-kraan'. Dit betekent dat de bodemdaling het vermogen van het wad om mee te groeien niet mag overschrijden. Daarnaast is er een monitoringsplan voor de effecten op morfologie en natuur, dat eens in de zes jaar wordt geëvalueerd en aangepast op basis van de adviezen van een onafhankelijke auditcommissie (SODM, 2020). Als er aanwijzingen zijn voor significante effecten, dan moet de overheid optreden. Dit is de spreekwoordelijke 'hand-aan-de-kraan', waarbij gaswinning wordt geminderd of gestopt.

Er ligt momenteel een sterke nadruk op het niet overschrijden van het meegroeivermogen van het maaiveld, maar juridisch gezien is de gebruikruimte gekoppeld aan de toelaatbare effecten op Natura 2000-instandhoudingsdoelen. Grenzen aan natuurschade zijn echter niet zo specifiek gedefinieerd als de bodemdaling die zich laat meten in millimeters. Verder wordt aangenomen dat het monitoringsprogram-

¹ Gaswinning op Ameland. (Foto: Bruno Ens)

ma een goede signaleringsfunctie heeft en zonder grote vertraging effecten kan detecteren. Bij het dicht(er) draaien van de kraan zouden ook de ecologische effecten weer moeten stoppen. Zijn deze aannames realistisch?

Effecten op broedvogels op de kwelder

Amelandse gaswinning zorgt sinds 1986 voor diepe bodemdaling onder kwelders en duinen. Op de kwelder wordt dit deels gecompenseerd door extra opslibbing tijdens overstromingen. Al bij de start van de gaswinning werd voorspeld dat gaswinning zou leiden tot een daling van het maaiveld, wat meer overstromingen zou veroorzaken (Dankers et al., 1987). Metingen laten zien dat in 2020 de kwelder van De Hon met gemiddeld 9 centimeter gedaald was door gaswinning. Op een substantieel aantal plekken is de daling 20 tot 34 centimeter (Puijenbroek et al., 2024).

Kwelders kunnen overstromen tijdens stormen in het broedseizoen, waarbij nesten verloren gaan ^{2a} ^{2b} ^{2c} ^{2d}. Daling van het maaiveld door gaswinning leidt dus tot meer overstromingen, en er zijn al langer aanwijzingen dat het overstromingsrisico van scholekster-nesten is toegenomen door gaswinning (Hallmann & Ens, 2011). Recent onderzoek laat zien dat dit voor een breed scala aan soorten geldt ³. Voor ruwweg de helft van de onderzochte vogelsoorten gaat het om meer dan een verdubbeling van het overstromingsrisico. Zo wordt bijvoorbeeld het huidige overstromingsrisico van de nesten van eidereenden geschat



2a



2b



2c



2d

op 22 %, terwijl de berekening laat zien dat het zonder gaswinning op 5 % zou liggen (Duijns et al., 2024). Deze toename in overstromingskans zal de reeds zeer ongunstige staat van instandhouding van deze Natura 2000-soort verslechteren.

Om te kwantificeren hoe groot de populatieafname zal zijn, is het nodig om te weten of soorten hun nestplaatskeuze aanpassen, hoeveel jongen er verloren gaan, en wat dit betekent voor de aanwas van de broedpopulatie. Voor de scholekster kon daadwerkelijk onderzoek gedaan worden naar zulke populatie-effecten, omdat er voor die soort lange-termijn studies lopen op Ameland en Schiermonnikoog. Ondanks dat scholeksters de afgelopen decennia op hogere plekken zijn gaan broeden (Bailey et al., 2017; 2019), is de schatting dat in 2023 de populatie met 23 % extra is afgenomen door gaswinning (Van de Pol et al., 2024a). Dit schaaft ook de niet-broedvogelpopulatie van scholeksters die een zeer ongunstige Natura 2000-staat van instandhouding heeft. Amelandse broedvogels blijven immers jaarrond in de Waddenzee (Ens et al., 2019). Belangrijk is ook dat gaswinning een langdurig effect zal hebben op kweldervogels, ook nadat de winning voltooid is. De opgebouwde maaiveldvaling verdwijnt nauwelijks meer en zorgt dus nog vele decennia voor extra wegspoelen van nesten (Van de Pol et al., 2024a).

Op de lange termijn kan maaiveldvaling er ook voor zorgen dat een kwelder verandert in wad, waardoor broedhabitat verloren gaat. Modellen voorspellen dat de optelsom van bodemdaling en zeespiegelstijging er vanaf 2080 toe zal leiden dat er veel kwelder verdwijnt, terwijl dat zonder bodemdaling in mindere mate en pas decennia later zou gebeuren. Gaswinning verergert dus de impact van toekomstige zeespiegelstijging, doordat een lagere kwelder minder weerbaar is en sneller verdrinkt (Van de Pol et al., 2024a).

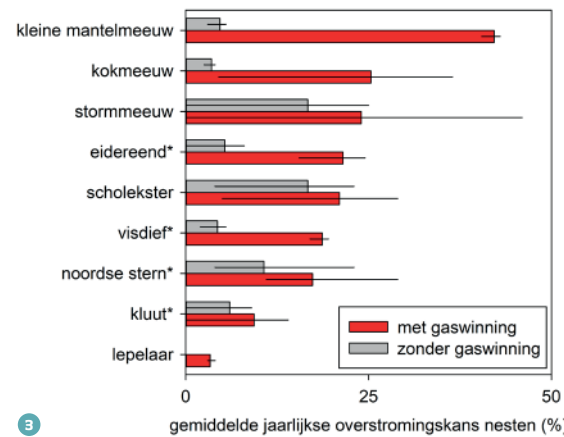
Lepelaarsnest op Texel voor en tijdens overstroming 2a, 2b (Foto's: Eckard Boot) en een kolonie grote sterns op Ameland voor en tijdens overstroming 2c, 2d (Foto's: Johan Krol).

3 De overstromingskans van nesten is voor alle negen bestudeerde soorten toegenomen door gaswinning (Duijns et al., 2024). *Natura 2000-broedvogel met ongunstige staat van instandhouding. Vergelijken is de gemiddelde kans dat nesten tenminste eenmaal tijdens broeden overstromen met meer dan 15 cm zee-water, in de huidige situatie met gaswinning t.o.v. een situatie zonder gaswinning (met dezelfde nestlocaties, maar waarbij het maaiveld gecorrigeerd is voor bodemdaling). Foutbalken: spreiding tussen vroege, mediane, en late nesten.

Effecten op vogels op het wad

Kustvogels voeden zich tijdens laagwater op het drooggevallen wad met schelpdieren, wormen en kreeftachtigen. De foerageertijd van wadvogels wordt met name bepaald door de droogvalduur. Als het wadoppervlak daalt, of de zeespiegel stijgt, zullen de vogels minder lang naar voedsel kunnen zoeken.

Het Integratierapport van de Begeleidingscommissie (2024a) concludeert op basis van Gawehn (2024) dat de hoogte van wadplaten zeer dynamisch is in tijd en ruimte, maar dat er gemiddeld geen significante afname is in de oppervlakte van droogvallende wadplaten. Ondanks dat, lijkt de trend in oppervlak van droogvallende platen negatief (fig. 3.2 in Gawehn, 2024). Direct ten zuiden van De Hon op Ameland, waar de diepe bodemdaling het sterkst is, dalen de wadplaten jaarlijks met vier millimeter. Juist dit gebied, dichtbij hoogwatervluchtplaatsen en broedgebieden, wordt door veel vogels gebruikt om te foerageren (Bakker et al., 2021). Het Integratierapport (2024a; p60) schrijft deze daling zonder verdere onderbouwing toe aan



3

andere oorzaken dan gaswinning. Ook de sedimentsamenstelling is van belang voor het voorkomen van bodemdieren. In 2008 is door de NAM en het NIOZ het meetprogramma SIBES 4 gestart (Bijleveld et al., 2012). Een analyse van ruim 40.000 monsters verzameld over dertien jaar toonde aan dat wadplaten in het bodemdalingsgebied modderiger waren en het zand fijner dan verwacht ten opzichte van de rest van de Waddenzee (De la Barra et al., 2024). De mediane zandkorrel is 10 % kleiner geworden. Dit was statistisch meetbaar, ondanks de grote natuurlijke dynamiek. Ook de bodemdieren lieten een verandering zien, waarbij diepere soorten toenamen, terwijl ondiepe soorten afnamen in vergelijking met elders 5.

Bij het begin van de winning werd voorspeld dat bodemdaling het aantal foerageeruren met 7,1 % zou doen verminderen (Dankers et al., 1987). Op basis van gegevens over opslibbing, hoogteligging, waterstanden, weer, voedsel en ecologie berekenden Rappoldt & Ens (2013) dat een draagkrachtverlies van 1.150 scholeksters zou optreden rond Ameland tussen 1995 en 2035. Door de grote fluctuaties in voedsel, weer en getij verwachtten zij dat dit waarschijnlijk niet detecteerbaar zou zijn in het veld. Dat betekent echter niet dat het effect niet bestaat. Berekeningen aan afgeleide parameters voor draagkracht, voor een groter aantal vogelsoorten, hebben vooralsnog geen effecten kunnen detecteren (Duijns et al., 2023).

De aantallen van vier vogelsoorten (rosse grutto, wulp, steenloper en tureluur), deels met een ongunstige Natura 2000-staat van instandhouding, nemen af rond Ameland ten opzichte van referentiegebieden (Kersten et al., 2023; Duijns et al., 2023). Kersten et al. schrijft deze afnames deels toe aan gaswinning. Die conclusie behoeft meer ondersteuning, omdat replicatie ontbreekt in die studie (Van de Pol et al., 2024b).

Het is opvallend dat de vogels die verminderd zijn, afhankelijk zijn van prooi-soorten die volgens De la

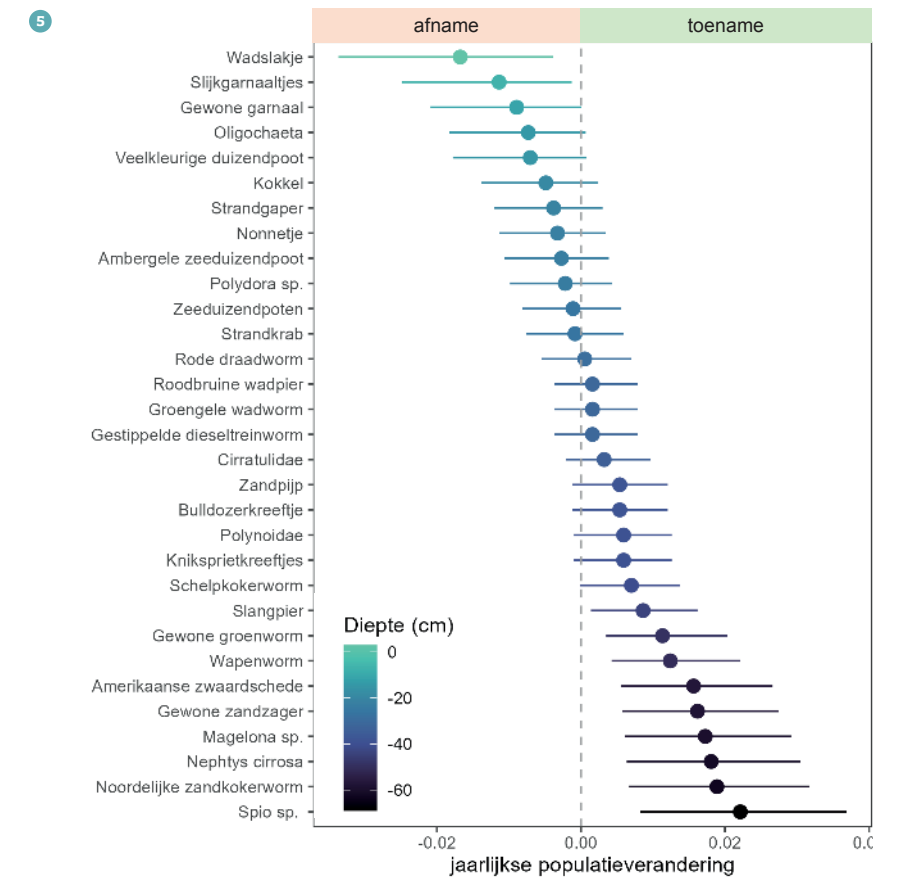
5 De populatieveranderingen ($\log[N_{\text{gaswinning}} / N_{\text{referentie}}]$) per jaar over 2008-2020 in het gaswinningsgebied t.o.v. de rest van de Nederlandse Waddenzee. De bodemdieren die dieper leven (donkerblauw) nemen toe in het gaswinningsgebied en soorten die ondieper leven (lichtblauw) nemen af (data uit De la Barra et al., 2024). Figuur met dank aan Paula de la Barra.

Barra et al. (2024) zijn afgenomen in het winningsgebied, zoals slijkgarnaalen, zeeduizendpoten en wadslakjes 5. Deze mogelijke relatie met de veranderende bodemgemeenschap verdient meer aandacht.

Problemen met de signalering

De monitoringsprogramma's van de gas- en zoutwinning gaan uit van een effectieve vinger-aan-de-pols. Is dat ook zo?

Door enerzijds de grote natuurlijke dynamiek van het wadstelsel en anderzijds de vele andere menselijke invloeden - van klimaatopwarming tot visserij - is het uiterst lastig om effecten van mijnbouw te





4

detecteren. Het monitoringsprogramma kan dus voornamelijk grote effecten aantonen en vervult daarmee slechts een beperkte signaleringsfunctie: wanneer een effect eenmaal duidelijk aangetoond wordt, is de kans groot dat er al behoorlijke natuurschade is. Dit betekent ook dat het niet detecteren van effecten van gaswinning, niet per se betekent dat er ook echt geen ecologische effecten zijn. Studies die wel effecten aantonen zouden vanwege het voorzorgsprincipe serieus genomen moeten worden. Het feit dat andere factoren of natuurlijke dynamiek grotere effecten kunnen hebben, wordt nogal eens gebruikt om de impact van gaswinning te relativiseren. Maar de cumulatie met andere factoren zou juist tot méér zorgen moeten leiden over hoe gaswinning de Natura 2000-instandhoudingsdoelen zou kunnen verslechteren.

Het monitoringsprogramma bouwt grotendeels op veldmetingen waarmee ecologische verandering op Ameland vergeleken wordt met veranderingen elders in de Waddenzee, en bespreekt in hoeverre verschillen komen door gaswinning. Hierbij wordt slechts één gebied met gaswinning meegenomen (Oost-Ameland), wat betekent dat er geen replicatie is. Hierdoor is deze aanpak slecht in staat om het oorzakelijk effect van gaswinning te identificeren, ook omdat er rond Ameland allerlei andere processen spelen, zoals frequent baggeren van vaarroutes. Om het causale effect van gaswinning duidelijk te onderscheiden van andere veranderingen in de omgeving en van verschillen tussen gebieden is het beter om scenario-analyses te doen: met en zonder gaswinning. Een modelaanpak gebaseerd op veldgegevens kan een heldere vergelijking maken over de impact van bodemdaling zonder twijfel over de causaliteit. Modelstudies kunnen ook vooruitkijken, wat een vroege signalering mogelijk

4 Onderzoekers nemen een bodemonster voor het meetprogramma SIBES. (Foto: Kees van de Veen)

maakt, waardoor de gaskraan tijdig dicht te draaien is, indien nodig. Vooruitkijken is belangrijk omdat de ecologische effecten van maaiveldverlaging nog decennia doorwerken en de impact van toekomstige zeespiegelstijging verergert (Van de Pol et al., 2024a). Deze scenario-aanpak ontbreekt grotendeels in de monitoringstrategie.

Het monitoringsprogramma zou aan functionaliteit winnen door van tevoren aan te geven wat voor effect-grootte als ‘ecologisch significant’ wordt gezien (De la Barra et al., 2024). Door grenswaarden te definiëren voor soorten en habitats zullen subjectieve interpretaties over ‘wel of geen’ of ‘kleine of grote’ effecten tot het verleden behoren, en wordt het snel duidelijk wanneer er een grens wordt overschreden. Hoeveel mag de wadbodemgemeenschap afnemen of veranderen, of hoeveel vogelnesten mogen er overstromen door gaswinning voordat er sprake is van een ‘significant effect’? Het definiëren van ecologische grenswaarden is cruciaal voor een werkzaam toetsingskader.

Statistische ‘power analyses’ kunnen inzichtelijk maken in hoeverre de huidige aanpak in staat is om effecten aan te tonen. Grenswaarden zijn ook daarvoor cruciaal: alleen als je weet welke effectgrootte detecteerbaar moet zijn, kan je de kans berekenen dat de monitoring deze kan aantonen en een geschikte monitoringaanpak kiezen. Dit verduidelijkt hoeveel jaren nulmetingen en hoeveel jaren na de start van winning je zal moeten monitoren voordat mogelijke effecten detecteerbaar worden. Onze verwachting is dat dit met de huidige opzet eerder over decennia dan jaren gaat, en vertraging in de signalering verdient ook meer aandacht.

‘Peer review’ van het monitoringonderzoek door onafhankelijke experts kan zorgen voor consensus-

vorming over de interpretatie van resultaten en ook beperkingen van de studieopzet vroegtijdig blootleggen. Dit geeft inhoudelijke ondersteuning aan de jaarlijkse beoordeling van het programma door de auditcommissie. Mijnbouwbedrijven zijn doortastend in het mobiliseren van kritiek op studies die negatieve effecten aantonen, wat hun goed recht is. Maar zulke kritiek, zoals op de studie van De la Barra (zie NAM, 2024) zou dezelfde wetenschappelijke toets van ‘peer-review’ moeten doorlopen om tot een evenwichtige discussie en wetenschappelijke consensus te leiden. Tenslotte zou een Waddenzee-brede regie een beter beeld geven van de cumulatieve component van menselijke ingrepen. Dit zou tot efficiëntie en betere kennisoverdracht kunnen leiden.

Discussie en conclusie

De gaswinning wordt gemonitord in opdracht van de Begeleidingscommissie Ameland. In hun recente samenvattende rapportage en publieksbrochure concludeert de commissie na 36 jaar monitoring dat er niet of nauwelijks ecologische effecten van gaswinning bestaan (Integratierapport, 2024a,b). Echter, zoals beschreven in ons overzicht laten wetenschappelijk publicaties (De la Barra et al., 2024; Van de Pol et al., 2024a), en ook deelrapporten uit het monitoringsprogramma van Ameland zelf (Duijns et al., 2024; Puijjenbroek et al., 2024 en eerder Hallmann & Ens, 2011; Rappoldt & Ens, 2013), zien dat er wel degelijk aanwijzingen zijn voor effecten van gaswinning op de natuur. Een groot deel van deze resultaten wordt niet genoemd in de samenvattende rapportage (zie Van de Pol et al., 2024b voor details). De samenvattende rapportage en publieksbrochure (Integratierapport, 2024a,b) negeren of marginaliseren de aanwijzingen voor gaswinnings-effecten op de natuur.

In een complex en dynamisch ecosysteem als de Waddenzee is het onmogelijk om met 100 % zekerheid te zeggen of gaswinning de oorzaak is van veranderingen. Maar aanwijzing voor een verandering kunnen ook niet zonder wetenschappelijke onderbouwing aan de natuurlijke dynamiek van het Waddenecosysteem of andere activiteiten worden toegeschreven. En als er geen effect gevonden wordt, kan dus ook niet zonder meer geconcludeerd worden dat gaswinning geen effect heeft (voor voorbeelden uit het samenvattingsrapport, zie Van de Pol et al., 2024b). Belangrijke interpretaties vereisen een grondige en evenwichtige beargumentering.

Ons overzicht laat zien dat er nu vele aanwijzingen zijn voor nadelige effecten van gaswinning op Natura 2000-soorten die al een ongunstige staat van instandhouding hebben. Er is dus duidelijk sprake van de ‘redelijke wetenschappelijke twijfel’ die relevant is voor het juridisch kader. De bewijslast ligt bij het mijnbouwbedrijf om aan te tonen dat dit niet aanneemelijk is, of niet door gaswinning komt. Zou de overheid besluiten dat de kraan dicht moet, dan is daar-

mee de maaiveldval en natuurschade niet weg. Het hand-aan-de-kraan-principe werkt dus niet in de huidige vorm. Effectmonitoring heeft alleen nut als het in staat is om met grote kans en tijdig ecologische effecten te signaleren, zodat de overheid kan ingrijpen om natuurschade te voorkomen. Onze suggesties voor verbeteringen van het monitoringprogramma kunnen beleidsmakers, onderzoekers en belanghebbenden helpen bij de benodigde veranderingen in de beoordelingsystematiek van menselijke activiteiten in de Waddenzee. ■

Martijn van de Pol¹, martijn.vandepol@jcu.edu.au,
Allert Imre Bijleveld², allert.bijleveld@nioz.nl, Eelke
Jongejans³, Bruno J. Ens², Sofie P. Buesink¹, Sjoerd Duijns⁴

1. James Cook University, Australië.
2. Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).
3. Radboud Universiteit & Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW).
4. Sovon vogelonderzoek Nederland.

ENGLISH SUMMARY

Gas mining under the Wadden Sea UNESCO World Heritage area might lead to ecological damage. A recent evaluation suggests little to no ecological impact from soil subsidence, yet multiple studies are disregarded in this report. Our overview shows that subsidence has led to more frequent nest flooding, already causing a substantial decline in the oyster-catcher population. In addition, some tidal flats are subsiding and benthic species and the birds that feed on these prey are declining. In a dynamic ecosystem, 100 % certainty about the impact of mining is impossible. However, we must be cautious not to attribute an effect to natural variation or other factors without thorough justification. Also, if no effect is found, it should not automatically be concluded that gas extraction has no impact. The key question is whether there is ‘reasonable doubt’ about the deterioration of Natura 2000-goals, with the burden of proof on the mining companies to demonstrate that gas extraction is not the cause. Our overview shows that there is now clearly ‘reasonable doubt’. Should the government decide to halt the gas mining, this would not reverse subsidence or ecological harm anymore. This shows that the Hand-on-the-Tap principle falls short in preventing ecological damage. We highlight shortcomings in the current monitoring program and offer suggestions for improvement, aiming to inform and alert policymakers, researchers, and stakeholders to the critical need for more rigorous evaluation of existing monitoring programs and future permits.

Literatuur

Bailey, L. Ens, B., Both, C. Heg, D., Oosterbeek, K. & M. van de Pol, 2017. No phenotypic plasticity in nest-site selection in response to extreme flooding events. *Phil. Trans. Roy Soc. B* 372: 20160139. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2016.0139>

Bailey, L.D., B.J. Ens, C. Both, D. Heg, K. Oosterbeek & M. Van de Pol, 2019. Habitat selection can reduce effects of extreme climatic events in a long-lived shorebird. *Journal of Animal Ecology*, 88: 1474-1485. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1365-2656.13041>

Bakker, W., B.J. Ens, A. Dokter, H.J. van der Kolk, K. Rappoldt, M. van de Pol, K. Troost, H.W. Van der Veer, A.I. Bijleveld, J. van der Meer & K. Oosterbeek, 2021. Connecting foraging and roosting areas reveals how food stocks explain shorebird numbers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 259, 107458. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107458>

Bijleveld, A.I., van Gils, J.A., van der Meer, J., Dekinga, A., Kraan, C., van der Veer, H.W. & T. Piersma, T. 2012. Designing a benthic monitoring programme with multiple conflicting objectives. *Methods in Ecology and Evolution*, 3: 526-536. <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2041-210X.2012.00192.x>

Dankers, N., K. S. Dijkema, G. Londo, and P. A. Slim. 1987. De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. RIN-rapport 87/14. Texel. <https://edepot.wur.nl/389105>

De la Barra, P., G. Aarts & A. Bijleveld, 2024. The effects of gas extraction under intertidal mudflats on sediment and macrozoobenthic communities. *Journal of Applied Ecology*, 61, 390-405. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14530>

Duijns, S., K. Oosterbeek, J. Krol, W. van Duin, S. Deuzeman, J. Postma & C. Kampichler, 2024. Onderzoek naar de relatie tussen bodemdaling en kans op overstroming van kwelderbroedvogels op Ameland. Sovon-rapport 2023/34. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. https://stats.sovon.nl/static/publicaties/Rap_2023-34_Rapportage-broedvogels-Ameland_S2022-118-LR.pdf

Duijns, S., K. Troost, E. van Winden, K. Rappoldt, J. Nienhuis, H. Schekerman & E. O. Folmer, 2023. Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - rapportage tot en met 2022. Sovon-rapport 2022/35. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen. <https://tinyurl.com/zmhjbf7c>

Ens, B.J., M. van Leeuwen, K. Oosterbeek, J. Nienhuis, & A. M. Allen, 2019. Overwinteringsgebieden van in Nederland broedende Scholeksters. *Limosa* 92:74-86. https://stats.sovon.nl/static/publicaties/74-86_scholeksters_overwintering_web.pdf

Gawehn, M. 2024. Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2023). https://www.commissiener.nl/projectdocumenten/014500_3853_4_Monitoring_wadplaatareaal_Friesche_Zeegat_met_LiDAR__2010-2023.pdf

Hallmann, C. & B. J. Ens, 2011. Overstromingsrisico en broedsucces van scholeksters op de kwelder van Ameland en Schiermonnikoog. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost 2005-2010.

NAM Assen, 67-92. <https://www.waddenzee.nl/thema/diepe-delfstoffen/bodemdaling-ameland/rapportage-2011/>

Integratierapport, 2024a. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland Evaluatie na 36 jaar gaswinning. https://www.waddenzee.nl/publish/pages/17084/1-integratierapport_monitoring_effecten_bodemdaling_ameland_2017-2023_2024_1.pdf

Integratierapport, 2024b. Gaswinning Ameland. https://www.waddenzee.nl/publish/pages/17084/brochure_gaswinningameland_2024.pdf

Kersten, M., C. Rappoldt & C.W.M. van Scharenburg, 2023. Wadvogels op Ameland 1972-2022, Veranderingen op Oost-Ameland en vergelijking met referentiegebieden. EcoSense, Groningen en EcoCurves, Haren. EcoCurves rapport 35. 94 blz. <https://www.ecocurves.nl/wp-content/uploads/2023/09/R35-2023-Wadvogels-op-Ameland-1972-2022.pdf>

NAM, 2024. Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen Publiekssamenvatting en Integrale Beoordeling Monitoringresultaten - Rapportagejaar 2023. <https://nam-onderzoeksrapporten.data-app.nl/reports/download/wadden/nl/b0c0d511-6d9e-425c-8e55-0c9e8be-79a8a>

Puijenbroek, M., C. Sonneveld & K. Elschot, 2024. Ontwikkeling kwelders Oost-Ameland tijdens 35 jaar gaswinning. WMR-rapport C015/24. Wageningen Marine Research, Den Helder. <https://doi.org/10.18174/653049>

Rappoldt, C. & B. J. Ens, 2013. Het effect van bodemdaling op overwinterende scholeksters in de Waddenzee. Een modelstudie met WEBTICS. EcoCurves rapport 17 / Sovon-rapport 2013/19. Haren/Nijmegen. <https://stats.sovon.nl/pub/publicatie/17663>

SoDM, 2020. Advies Staatstoezicht op de Mijnen over Hand-aan-de-Kraan-De effectiviteit van "Hand aan de kraan" bij het beoordelen van mogelijke gevolgen van mijnbouw rond de Waddenzee. <https://www.sodm.nl/binaries/staatstoezicht-op-de-mijnen/documenten/publicaties/2021/03/10/index/20201209-Advies-SodM-hand-aan-de-kraan.pdf>

UNESCO, 2024. State of conservation of properties inscribed on the of World Heritage List. <https://whc.unesco.org/archive/2024/whc24-46com-7B.Add3-en.pdf>

Van de Pol, M., L.D. Bailey, M. Frauendorf, A.M. Allen, M. van der Sluijs, N. Hijner, L. Brouwer, H. de Kroon, E. Jongejans & B.J. Ens, 2024. Sea-level rise causes shorebird population collapse before habitats drown. *Nat. Clim. Chang.* 14, 839-844 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02051-w>

Van de Pol, M., A. Bijleveld, E. Jongejans, B.J. Ens, S. Buesink, 2024b. Brief wetenschappers over effecten gaswinning Waddenzee aan commissie MER. https://myscience.eu/martijn/wordpress/wp-content/uploads/2024/10/Brief_Wetenschappers_over_impact_gaswinning_op_natuur.pdf

Waddenacademie, 2021. Advies Waddenacademie gaswinning Tern-aard 5 oktober. <https://tinyurl.com/jr683nrx>