
Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Publiekssamenvatting en Integrale Beoordeling

Monitoringresultaten – Rapportagejaar 2023



NAM Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Documentnummer: EP202404234295

ASSEN, mei 2024

Voorwoord

Sinds januari 2007 wint de NAM aardgas uit de zogenaamde MLV-velden onder de Waddenzee. Het gaat om de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. De winning uit deze velden voeren we uit onder zeer strikte vergunningsvoorwaarden, onder meer volgens het 'hand aan de kraan'-principe. Er is in de vergunning een gelimiteerde ruimte gegeven waarbinnen gas gewonnen mag worden. Die ruimte heeft betrekking op het dalen van de bodem. Om het wad te beschermen mag de bodem als gevolg van de gaswinning niet meer dalen dan de natuur kan compenseren door de aanvoer van zand vanuit de Noordzee. Daarnaast mag de bodemdaling als gevolg van de gaswinning geen schade veroorzaken aan de natuurwaarden in de Waddenzee.

De resultaten en conclusies over het rapportagejaar 2023 leggen we evenals voorgaande jaren weer voor aan de ministeries van Economische Zaken en Klimaat en van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit. Zij vragen voor de beoordeling het advies van de externe Auditcommissie (onderdeel van Commissie voor de milieueffectrapportage (m.e.r.)).

In 2023 zijn zeven studies uitgevoerd. Dit rapport bevat de publiekssamenvatting en de integrale beoordeling van deze resultaten en conclusies.

Dat het Waddengebied als dynamisch wordt betiteld en dat dat met name van toepassing is op kleinere systemen zoals het kombergingsgebied van het Pinkegat is algemeen bekend. De lange meetreeks aan monitoring in dit gebied laat zien, dat dit ook daadwerkelijk geboekstaafd kan worden. Meteorologische en hydrodynamische omstandigheden drukken een grote stempel op de ontwikkelingen in het gebied. Voor de omliggende gebieden zoals de kwelder van de Peazemerlannen en het Lauwersmeer spelen naast meteorologische en hydrologische effecten ook de wijze van het beheer in deze gebieden een bepalende rol.

De conclusies over het rapportagejaar 2023 steunen ons wederom in onze werkwijze, wat betreft het ontwerp en de uitvoering van zowel de gaswinning als het ontwikkelde monitoringsprogramma. Wij blijven ons hiermee inzetten voor een veilige en verantwoorde gaswinning in het Waddengebied.

Erwin Bruinewoud

Onderzoeks- en Omgevingscoördinator Waddengaswinning

Nederlandse Aardolie Maatschappij

Publiekssamenvatting

De Waddenzee loopt van Den Helder tot aan het Deense Esbjerg. Onder deze binnensee liggen meerdere kleine gasvelden. De gaswinning door de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) onder het Nederlandse Waddengebied is onderdeel van het kleine veldenbeleid van de overheid. Dit beleid benadrukt de belangrijke rol van aardgaswinning voor de Nederlandse energievoorziening.

Sinds januari 2007 produceert de NAM vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (de zgn. 'MLV-velden') aardgas vanuit het Waddengebied. Vanwege het unieke karakter van dit gebied plaatst de NAM geen productielocaties in de Waddenzee. In plaats daarvan is schuin geboord vanaf de locaties op land. Die locaties bevinden zich achter de dijk op het vasteland.

De Waddenzee is sinds 2009 UNESCO Werelderfgoed en werd in dat jaar ook onder de Habitatrictlijn aangewezen als Natura2000-gebied. De gaswinning in het Waddengebied mag daarmee geen nadelige effecten hebben op de beschermde natuurwaarden. In het nominatiedossier voor het verlenen van de status van UNESCO Werelderfgoed is ook nadrukkelijk aandacht besteed aan het 'hand aan de kraan'-principe voor de gaswinning en dat huidige als wel toekomstige winning vanaf locaties vanaf de vaste wal plaatsvindt en niet in de Waddenzee.

Speciaal voor de gaswinning onder het Waddengebied is het 'hand aan de kraan'-principe in het leven geroepen. Het principe kent twee belangrijke pijlers:

1. Het productieprofiel dient zodanig te worden gekozen dat het dalingstempo binnen de veilige gebruiksruimte blijft.
2. De bodemdaling als gevolg van de gaswinning mag niet tot schade leiden aan de natuur in relatie tot de vastgestelde instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee, de duinen van Ameland, Schiermonnikoog en het Lauwersmeer.

Als aan één van deze twee voorwaarden niet wordt voldaan, kan de gaswinning door de overheid worden aangepast. Om dit te controleren, is door de NAM een *Monitoringsprogramma* opgesteld, dat een groot aantal metingen en onderzoeken omvat en veelal door externe onderzoeksbureaus wordt uitgevoerd.

In hoofdlijnen kijkt men naar de diepe bodemdaling door gaswinning en het mogelijke effect op het droogvallende wad in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag, de kwelder van de Peazemerlannen en het Lauwersmeergebied. Hierbij worden onder andere de hoogtes van de wadplaten bepaald, vogeltellingen uitgevoerd en het type begroeiing op de kwelders gevolgd en het bodemleven op de wadplaten onderzocht.

De resultaten en conclusies over het rapportagejaar 2023 zijn vastgelegd in een zevental deelrapporten. In deze Integrale Beoordeling komen de belangrijkste uitkomsten samen. Jaarlijks worden deze rapporten voorgelegd aan de Ministers van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV). De ministers vragen ieder jaar advies over de rapportages van NAM aan de onafhankelijke wetenschappelijke Auditcommissie Gaswinning Waddenzee (onderdeel van de Commissie voor de milieueffectrapportage (m.e.r.)). Het advies van de Auditcommissie wordt jaarlijks gepubliceerd op de website van de Commissie voor de m.e.r.

De monitoringsrapportages worden ook met de leden van de *Commissie Waddengas 2006* gedeeld. Deze commissie bestaat uit belanghebbenden zoals de regionale overheden, gebiedsbeheerders en NGO's. De jaarrapportages worden in deze commissie besproken, waarbij wordt geoordeeld over de kwaliteit van de rapportages. De Commissie Waddengas 2006 rapporteert haar bevindingen aan de Minister van LNV.

Bodemdaling en gebruikruimte kombergingen



Rijksprojectbesluit: *Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging, het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschrijden of dreigen te overschrijden.*

Door de aanvoer van sediment vanuit de Noordzeekustzone kan de Waddenzee meegroeien met de zeespiegelstijging en met de bodemdaling als gevolg van de gaswinning. Voor de beide kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag geldt een - in het Projectbesluit voor MLV - conservatief meegroeivermogen van respectievelijk 6 en 5 millimeter per jaar.

In 2023 is evenals in alle voorgaande jaren het meegroeivermogen niet overschreden. Voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag bedroeg de gemiddelde bodemdalingssnelheid (belasting) in 2023 respectievelijk 1,52 en 0,77 millimeter. De relatieve zeespiegelstijging als onderdeel van de in 2023 vigerende gebruikruimte is vastgelegd op 2,4 millimeter per jaar.

Zeer recent is een nieuw gebruikruimtebesluit afgegeven door het ministerie van EZK. Hierin wordt een aangepast en verhoogd beleidsscenario gehanteerd voor de zeespiegelstijging. In het eerstvolgende rapportagejaar over het jaar 2024 zal tegen het nieuwe scenario beoordeeld worden. Er wordt met het nieuwe zeespiegelstijgingsscenario geen overschrijding van het meegroeivermogen voorzien.

Areaal wadplaten – kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag



Aanwijzingsbesluit Waddenzee: *Behoud van oppervlakte slik- en zandplaten.*

Structuurvisie Waddenzee: *Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen.*

Om de ontwikkeling van de wadplaten in de Waddenzee te kunnen volgen, worden verschillende typen metingen uitgevoerd. Dit zijn vlakdekkende hoogtemetingen vanuit een monitoringsvliegtuig (LiDAR metingen), 'spijkermetingen' die sedimentatie en erosie op de wadplaten meten en waterpassingen op sediment grids nabij vaste peilmerken, verspreid over de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag.

Het gerapporteerde plaatareaal van de Zoutkamperlaag is constanter gebleven. Het areaal in het Pinkegat suggereert een lichte afname, maar deze afname valt binnen de onzekerheidsmarge. Vanaf 2016 is het waargenomen areaal in het Pinkegat vrij stabiel. De conclusie is evenals voorgaande jaren dat de ontwikkeling van het totale plaatareaal en de plaathoogte uit de LiDAR data geen directe effecten van bodemdaling door gaswinning laten zien.

Voor deelgebieden binnen de kombergingsgebieden zijn evenals in voorgaande jaren veranderingen in morfologie waar te nemen. Deze veranderingen in plaathoogte zijn eerder het gevolg van de natuurlijke dynamiek van geulen en platen en de daarbij behorende sedimenttransporten, dan dat ze op een sterke relatie met de diepe bodemdaling duiden.

Stormachtige condities uit westelijke windrichting leiden tot een afname in plaatareaal in het hele kombergingsgebied. Voor het Pinkegat is ook aangetoond dat hoge golven tot een (tijdelijke) afname van plaatareaal zorgen. Westelijke wind drijft de waterstand op waardoor golven een groter plaatareaal kunnen bereiken en eroderen. De wadplaten van het Pinkegat liggen iets lager, waardoor dit effect relatief sterker is dan bij de Zoutkamperlaag. Dit effect werd heel duidelijk waargenomen in 2022, waarbij forse erosie op de Engelsmanplaat plaatsvond, veroorzaakt door de opeenvolgende stevige stormen in 5 dagen tijd in februari 2022. Ook in 2023 werden significante effecten door stormen waargenomen, waarbij het ook voorkwam dat de ene storm tot sedimentatie leidde en de opvolgende storm voor erosie op dezelfde plaats.

Beschermde vogelsoorten Waddenzee



Aanwijzingsbesluit Waddenzee: *Behoud van omvang en kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels. (foto: Daniël van Kraalingen)*

De Waddenzee is van groot ecologisch belang voor vogels. Het wad vormt een belangrijke schakel in de Oost-Atlantische trekroute van veel vogelsoorten. Het gebied is daarom aangewezen als vogelrichtlijngebied. De belangrijkste functie van de wadplaten is die van foerageergebied voor grote aantallen vogels die van de Waddenzee afhankelijk zijn. Deze vogels vormen de Natura 2000-doelsoorten.

Voor de beoordeling van mogelijke effecten van diepe bodemdaling door gaswinning op beschermde vogelsoorten werden – in de afgelopen jaren onderstaande stappen doorlopen:

- I. Er wordt vastgesteld hoe de soort zich in het gebied ontwikkelt en of dat in lijn is met de bredere ontwikkeling van de soort in de Waddenzee.
- II. Voor soorten met een afwijkende, negatieve ontwikkeling in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag wordt geanalyseerd of de draagkracht van dit gebied voor die betreffende soorten is afgenomen in de periode waarin er bodemdaling is opgetreden.
- III. Wanneer dat laatste het geval is, wordt gekeken in hoeverre er een relatie is tussen de afgenomen draagkracht en bodemdaling door gaswinning onder het gebied.

Evenals in het vorige rapportagejaar is er in 2023 voor slechts twee van de dertien onderzochte vogelsoorten sprake van een negatieve trend in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. De twee vogelsoorten zijn de Scholekster en de Wulp. Voor de Scholekster geldt dat hun aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag niet verschilt met die in de rest van de Waddenzee waar geen bodemdaling als gevolg van gaswinning is. Een oorzaak hiervoor ligt wellicht in het langzame herstel van mosselbanken in de Waddenzee.

Voor de Wulp zijn er geen indicaties dat het voedselaanbod in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag verslechtert. Wat een rol kan spelen is dat naast het wad ook de weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp. Een ander aspect dat kan spelen is het element verstoring. De Wulp is van nature zeer gevoelig voor verstoring en is veruit de schuwste wadvogel, met de grootste vliegafstand voor mensen. Uit andere onderzoeken is bekend dat bij werkzaamheden met betrekking tot dijkversterkingen, effecten zijn opgetreden in het aantal Wulpen. Sinds een paar jaar vindt de

dijkversterking Lauwersoog-Koehoorn langs het wad plaats; deze werkzaamheden zullen nog vele jaren in uitvoering zijn.

Kwelder Peazemerlannen



Aanwijzingsbesluit Waddenzee: *Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras.*

De Peazemerlannen bevindt zich in het noordoostelijk deel van Fryslân, buitendijks bij het tweelingdorp Paesens-Moddergat. Het is een natuurgebied bestaande uit een grotendeels beweede zomerpolder en een niet-beweede kwelder, met veel variatie waar hoogtezones inclusief een pionierszone aanwezig zijn.

Om eventuele veranderingen in opslibbing en vegetatieontwikkeling in de Peazemerlannen te kunnen waarnemen, worden tijdens de gaswinningperiode jaarlijks op vaste strategische punten metingen gedaan. Die vinden plaats in het gebied zelf en in een nabijgelegen referentiegebied, waar geen sprake is van bodemdaling als gevolg van gaswinning.

Bij alle meetpunten in de kwelder wordt over de periode 2007-2023 een toename van de maaiveldhoogte gemeten. Hoewel bij een klein deel van de meetpunten de opslibbing te laag is om de bodemdaling en zeespiegelstijging te compenseren, heeft dit geen regressie van de vegetatie tot gevolg gehad.

Bepalend voor een lagere opslibbing is de ligging van de locatie (een hooggelegen zomerpolder, naast of in een poel, een grote afstand tot wad of kreek), al dan niet in combinatie met vertrapping door beweiding of de afwisselend natte en droge bodem van een poel, waardoor verweking, erosie en inklink optreedt. Met name in de westelijke polder was in de afgelopen jaren sprake van ongewenste schapenbeweiding. De jaren 2018, 2019 en 2020 waren ook erg droge jaren, die inklink door verdroging kan hebben veroorzaakt.

Uit de vlakdekkende vegetatiekaarten en de waarneming van de zich uitbreidende en de dichter begroeid rakende pionierzone en het opslibben van het voorliggende wad van de Peazemerlannen, komt een beeld naar voren van natuurlijk successie/veroudering. Er zijn geen aanwijzingen dat de diepe bodemdaling tot nu toe nadelige effecten op de vegetatie heeft gehad.

Lauwersmeergebied



Aanwijzingsbesluit Lauwersmeergebied: *Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels.*

Het Lauwersmeergebied is op nationaal en internationaal niveau een belangrijk vogelgebied. Het gebied is in 1969 ontstaan, toen de Lauwerszee door een dijk werd gescheiden van de Waddenzee. Met de afsluiting trad een verandering op van een getijdenwerking naar een beheer met een vast (streef-)peil, dat bovendien gemiddeld lager ligt dan voorheen. Hierdoor is het oppervlak dat met regelmaat overstroomde sterk afgenomen en kwamen grote oppervlakten zand- en slikplaten droog te liggen. Als gevolg daarvan kwam ontzilting van het water en de platen op gang.

Om de mogelijke effecten van diepe bodemdaling op beschermde broedvogelsoorten van het Lauwersmeergebied te bepalen, wordt een aantal stappen doorlopen:

- I. Eerst wordt vastgesteld hoe de soort zich in het Lauwersmeergebied ontwikkelt.
- II. Daarna wordt deze ontwikkeling vergeleken met de ontwikkeling van de betreffende soort in heel Nederland.
- III. Vervolgens wordt vastgesteld wat de belangrijkste functie van het Lauwersmeergebied is voor die soort (broeden, foerageren, etc.). Er wordt nagegaan of de bodemdaling door gaswinning een verstrend effect kan hebben op die functie en zodoende ten grondslag kan liggen aan een (eventueel) waargenomen afname in de aantallen van een soort.

In het monitoringjaar 2023 zijn de ecologische verbanden tussen de hoogteligging, de inundatie, de vegetatieontwikkeling en de ontwikkeling van de geselecteerde Natura 2000-broedvogelsoorten in het licht van begrazingsbeheer en effecten van bodemdaling nader geanalyseerd.

- Een relatie tussen diepe bodemdaling en grondwaterstandverloop, ten opzichte van maaveld, is net als in voorgaande jaren niet aanwezig. Het grondwaterstandsverloop wordt voornamelijk bepaald door neerslag en verdamping.
- Vegetatieveranderingen zijn niet te relateren aan diepe bodemdaling. Successie, begrazingsbeheer en veranderingen in het terreingebruik door grazers bepalen de structuurveranderingen. Daarnaast blijken weersinvloeden een duidelijk effect te hebben op de vegetatiesamenstelling.
- Van de 13 Natura 2000-broedvogelsoorten in het Lauwersmeer komen er 6 niet meer tot broeden. Van de overige 7 soorten liggen alleen bij Rietzanger, Snor en Blauwborst de

gemiddelde aantallen over de afgelopen zes jaar boven het instandhoudingsdoel. Wanneer we alleen kijken naar de aantallen van 2023 dan geldt dat ook voor Roerdomp, Bruine Kiekendief en Bontbekplevier. Opvallend is de toename van de Bruine kiekendief de laatste twee jaar. In het Lauwersmeer is sinds 2020 sprake van een sterke afname van de aantallen Blauwborst. De reden hiervan is vooralsnog onduidelijk. Mogelijk dat de zeer natte omstandigheden in de laatste broedseizoenen van invloed zijn geweest.

- Extreem hoge waterpeilen in de winter (november – februari) lijken een verband te hebben met het aantal foeragerende roofvogels in de daarop volgende zomerperiode. In de weer later volgende winterperiode is dit verband niet waar te nemen. Voor De Bruine Kiekendief lijkt het effect gering daar deze vogelsoort ook foerageert op watervogels. Als broedvogel doet de Bruine Kiekendief het de laatste jaren goed in het Lauwersmeergebied.

Conclusie

Op basis van de onderzoeken over het rapportagejaar 2023 kan worden geconcludeerd dat:

- de bodemdaling door gaswinning de toegestane gebruiksruimte niet heeft overschreden of dreigt te overschrijden in cumulatie met de zeespiegelstijging;
- de bodemdaling niet heeft geleid tot nadelige effecten op de natuurwaarden en de instandhoudingsdoelstellingen in de Waddenzee, op de kwelder van de Peazemerlannen en in het Lauwersmeergebied.

Verklarende woordenlijst bij de publiekssamenvatting

Term	Beschrijving
Belasting	6-jaarlijks gemiddelde bodemdalingssnelheid ten gevolge van de gaswinning, gemiddeld over de oppervlakte van het kombergingsgebied.
Gebruiksruimte	Ruimte die beschikbaar is voor belasting ten gevolge van de gasproductie, getalsmatig bepaald door het meegroeivermogen verminderd met de (autonome) relatieve zeespiegelstijging.
Inundatie	Het onder water stromen van een lager gelegen gebied, waardoor vernatting van het gebied op kan treden.
Komberging	Dit is een getijdegebied achter een zeegat tussen twee Waddeneilanden dat onder invloed van eb en vloed afwisselend leeg- en volstroomt. Het wordt gescheiden van aangrenzende kombergingen door zogenaamde waterscheidingen (het wantij).
Kwelder	Begroeide, buitendijks gelegen, dynamische, zoute of brakke gebieden die bij laagwater droog liggen en bij hoogwater, afhankelijk van de hoogteligging, soms of dagelijks, kunnen overstromen met zeewater.
LiDAR	Laser imaging Detection And Ranging. Techniek waarbij met een laserscanner hoogtemetingen worden uitgevoerd (voor de Waddenzee met een vliegtuig).
Meegroeivermogen	Onder het meegroeivermogen wordt het natuurlijke vermogen verstaan van het betreffende kombergingsgebied om de relatieve zeespiegelstijging op lange termijn (gemiddeld over 19 jaar) bij te houden, terwijl het geomorfologisch evenwicht en de sedimentbalans in stand blijven.
Pionierszone	Overgang tussen het kale wad en de begroeide kwelder die door de ligging onder gemiddeld hoogwater meestal 1-2 maal per dag overstroomt met zeewater. De begroeiing varieert van ijl tot dichtbegroeid en bestaat met name uit Zeekraal en Engels slijkgras.
Pq	Bij herhaalde vegetatieopname op bepaalde vaste plaatsen (met het doel veranderingen in de loop van de tijd te kunnen onderzoeken) spreekt men van permanente kwadraten of pq's.
Proxy	Een samenvattende benadering, van meerdere factoren.
Regressie	Ecologisch proces waarbij terugkeer optreedt naar soorten uit een eerder ontwikkelingsstadium, vaak als gevolg van een opgetreden verstoring. Op een kwelder kunnen o.a. toename in overstromingsfrequentie, bijvoorbeeld door zeespiegelstijging en slechte drainage regressie veroorzaken. Beweiding kan een versnellend effect hebben op regressie, vooral via vertrapping, waardoor verdichting van de bodem en een slechtere drainage kan optreden.
Sediment	Zand en slibdeeltjes dat met de getijden in en uit de Waddenzee stroomt en bij hoog tij kan bezinken op wadplaten en in de geulen.
Successie	Natuurlijk ecologisch proces van opeenvolging van soorten op dezelfde plek, door veranderingen in omstandigheden in de tijd. Op een kwelder spelen o.a. opslibbing, hoogteligging, zoutconcentratie in de bodem en goede drainage een belangrijke rol bij successie. Beheer, zoals beweiding, kan een vertragend effect hebben op successie, omdat daardoor de duur van een bepaald stadium verlengd wordt.
Wantij	Dit zijn de ondiepe delen van het wad- gelegen tussen twee kombergingen - waarover een beperkte uitwisseling van water (en sediment) plaatsvindt.

UITLEG:

Wat is het verschil tussen diepe bodemdaling en oppervlaktedaling en hoe wordt dit gemeten?

Diepe bodemdaling is het gevolg van compactie (samendrukking) van het gesteente waaruit het gas wordt gewonnen. Dit gebeurt op ongeveer 3 km diepte: de bodemdaling die hierdoor optreedt aan het maaiveld wordt diepe bodemdaling genoemd. Bodemdaling wordt echter ook veroorzaakt door ondiepe processen, zoals oxidatie van veen en inklinking van kleilagen.

Om onderscheid te maken tussen de diepe en ondiepe processen worden er bodemdalingsmetingen verricht aan objecten die goed gefundeerd zijn. De metingen die de NAM uitvoert in de Waddenzee worden verricht aan peilmerken die via een stalen paal op circa 6 meter diepte gefundeerd zijn in de bodem van de Waddenzee.

Integrale Beoordeling monitoringresultaten – Rapportagejaar 2023

Introductie

Deze Integrale Beoordeling is gebaseerd op een zevental onderzoeksrapportages die in het kader van het Monitoringsprogramma 2020-2026 voor het rapportagejaar 2023 zijn opgesteld.

Het doel van de Integrale Beoordeling is om inzichtelijk te maken hoe de resultaten en conclusies uit de verschillende deelonderzoeken en rapportages worden toegepast om de werking van het ‘hand aan de kraan’-principe te toetsen. Het principe kent twee belangrijke pijlers:

1. Enerzijds dient het productieprofiel zodanig te worden gekozen dat het dalingstempo binnen de veilige gebruiksruijme blijft.
2. Anderzijds mag de bodemdaling als gevolg van de gaswinning niet tot schade leiden aan de instandhoudingsdoelstellingen van de Natura 2000-gebieden Waddenzee, de duinen van Ameland, Schiermonnikoog en het Lauwersmeer.

Als aan één van deze twee voorwaarden niet wordt voldaan, kan de gaswinning door de overheid worden aangepast. De onderzoeken bieden die informatie; in dit document worden de bevindingen geïntegreerd.

In de *Inleiding* wordt achtergrondinformatie gegeven over gaswinning en bodemdaling onder de Waddenzee en het Lauwersmeergebied, het ecologische monitoringsprogramma en de verschillende facetten van het ‘hand aan de kraan’-principe.

Het hoofdstuk *Rapportages* geeft overzichten van de relevante achtergronddocumentatie en uitgevoerde onderzoeken in het rapportagejaar 2023.

De resultaten en conclusies uit de laatste onderzoeken worden besproken in de hoofdstukken *Productiegegevens 2023*, *Monitoring Waddenzee*, *Kweldermonitoring Peazemerlannen* en *Monitoring Lauwersmeergebied*.

In het laatste hoofdstuk worden de eindconclusies gepresenteerd.

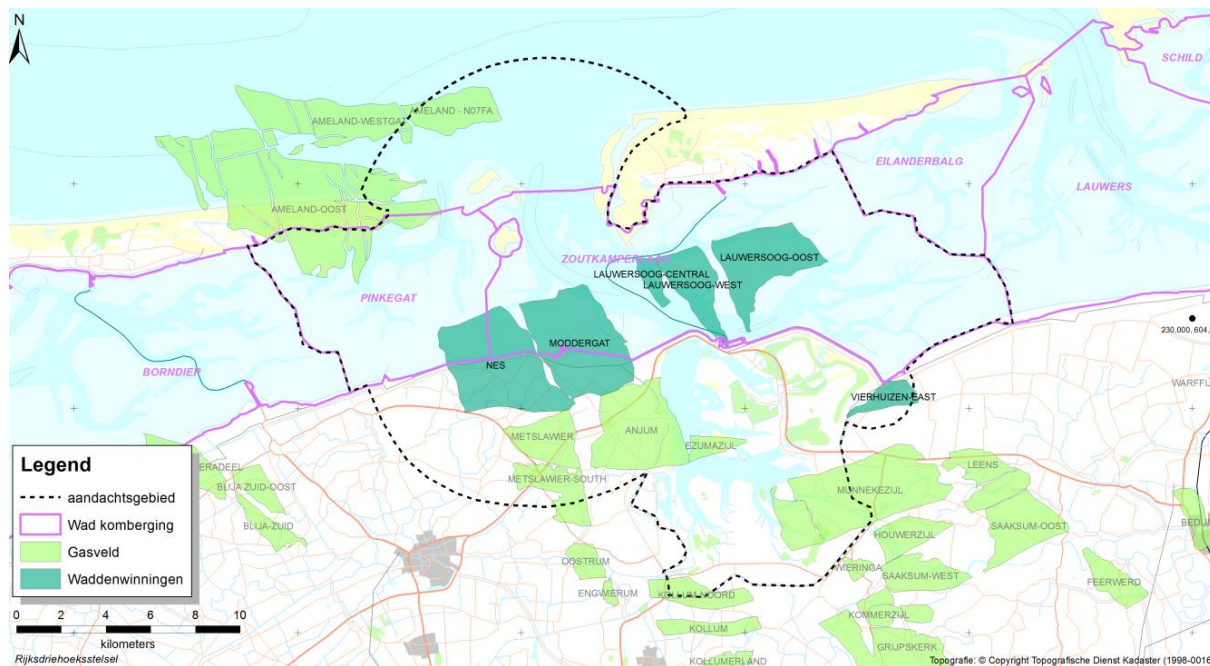
Inhoudsopgave

Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen	1
Publiekssamenvatting en Integrale Beoordeling.....	1
Monitoringresultaten – Rapportagejaar 2023	1
Voorwoord	2
Publiekssamenvatting	3
Verklarende woordenlijst bij de publiekssamenvatting.....	10
Integrale Beoordeling monitoringresultaten – Rapportagejaar 2023.....	12
Inhoudsopgave	13
Inleiding	14
Rapportages	28
Gasproductie in 2023	30
Monitoring Waddenzee	31
Bodemdaling Wadden- en Lauwersmeergebied.....	31
Monitoring Wadplaten areaal.....	35
Vogelsoorten en kwaliteit droogvallende wadplaten	44
Kweldermonitoring Peazemerlannen	51
Monitoring Lauwersmeergebied.....	60
Eindconclusies	66
Literatuur.....	67
BIJLAGE 1	69
Bodemsamenstelling.....	69
Colofon	73

Inleiding

Gaswinning locaties Moddergat, Vierhuizen en Lauwersoog

De NAM wint sinds januari 2007 vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen aardgas onder het Waddengebied. Dit is toegestaan onder de voorwaarde dat jaarlijks wordt beoordeeld of dit niet tot schade leidt aan de beschermde natuurwaarden van het gebied. Figuur 1 toont hiervoor het aandachtsgebied voor de gaswinning in het Waddengebied.



Figuur 1. (Bron: Projectbesluit Rijksprojectbesluit: Gaswinning onder de Waddenzee vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (2006)) Overzicht van het aandachtsgebied - aangegeven met de zwarte stippellijn - voor de gaswinning in het Waddengebied. Uit de donkergroene gasvelden Nes, Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen wordt het aardgas gewonnen vanaf binnendijkse locaties bij de dorpen Moddergat en Vierhuizen, en vanaf een locatie in de haven van Lauwersoog. Deze gaswinning is gestart in januari 2007. De lichtgroene velden zijn al langer in productie: bijvoorbeeld Ameland (1986) en Anjum (1992). De contour omvat ook een deel van de Noordzeekustzone. Dat gebied noemen we de buitendelta. De Waddenzee wisselt sediment uit met deze buitendelta, zie de paragraaf 'Sedimentdelend systeem'.

Bodemdaling door gaswinning

Onder het Waddengebied bevinden zich een aantal aardgasvelden. Deze 'velden' (ook wel reservoirs genoemd) bevinden zich op een diepte van ruim 3.000 meter. Het gas zit opgesloten in de poriën van een miljoenen jaren oude zandsteenlaag, welke wordt afgesloten door een ondoordringbare laag van zout en ander gesteente. De initiële gasdruk op die diepte varieert tussen de 300 en 600 bar. Door gaswinning neemt de druk in de poriën van het zandsteen af en wordt het zandsteen samengedrukt door het bovenliggende gesteente. Deze samendrukking wordt compactie genoemd.

Compactie op drie kilometer diepte resulteert in bodemdaling aan het aardoppervlak. De bodemdaling die wordt veroorzaakt door gaswinning manifesteert zich in de vorm van een platte, zeer gelijkmatige 'schotel'. Deze is met het 'blote oog' niet waarneembaar.

Het is in Nederland wettelijk verplicht om bodemdaling (o.a. als gevolg van gaswinning) te meten. Hiertoe worden landmeetcampagnes en geodetische satellietmetingen uitgevoerd. Daarnaast worden er op basis van kennis over de diepe ondergrond (geofysica, geologie en geomechanica) en

het verwachte gasproductieverloop, bodemdalingsschotels berekend en ingetekend op kaarten (zie hoofdstuk Monitoring Waddenzee, Figuur 5 en Figuur 6).

Op zee en het wad is dat meten lastig. Dat komt omdat er op de zeebodem weinig vaste punten zijn die boven water uitsteken en omdat de hoogtekaarten van de zeebodem niet nauwkeurig genoeg zijn om veranderingen op het niveau van centimeters in beeld te brengen. Daarbij komt dat de zeebodem van de Nederlandse kustzone ondiep is en van nature ook sterk in beweging is.

Omdat in de Waddenzee de wadplaten tijdens laag water droogvallen, is in dat deel wel een beperkt aantal hoogtemetingen mogelijk. Om daarbij geen hinder te hebben van de hoogteverschillen die door sedimentbeweging ontstaan, zijn er stalen palen in de wadbodem gezet. Door boven op deze palen de hoogteverandering met GNSS (Global Navigation Satellite Systems) te meten, wordt de bodemdaling als gevolg van gaswinning inzichtelijk gemaakt.

Op basis van kennis van de diepe ondergrond worden modellen opgesteld. Met behulp van seismisch onderzoek zijn daarvoor de aard- en gesteentelagen inclusief de breuklijnen in kaart gebracht. Data verkregen met boringen en metingen in putten geven aanvullende informatie. Op basis hiervan zijn geologische modellen van de diepe ondergrond vormgegeven.

Drukmetingen in de putten, samen met de snelheid van de gasproductie, worden gebruikt om meerdere driedimensionale dynamische reservoirmodellen te kalibreren. De metingen worden ook gebruikt om een nauwkeurig inzicht te krijgen in de grootte van de ondergrondse gasvolumes en de connectiviteit met aangrenzende watervoerende lagen.

Op basis hiervan wordt voor verschillende realisaties de toekomstige drukdaling in die velden berekend. Middels geomechanische modellen wordt de compactie in de gas- en watervoerende lagen doorvertaald naar bodemdaling aan het aardoppervlak. Kalibratie van modelparameters en validatie van de onderliggende aannames vindt plaats door de berekende bodemdaling te vergelijken met gemeten bodemdaling aan het aardoppervlak.

Sinds 2018 wordt in de Meet- en regelrapportage een nieuw ontwikkelde rekenmethode toegepast die voortkomt uit de 'Long-term subsidence' (LTS) studie. Met deze methode wordt voor tientallen reservoirmodellen en duizenden bodemdalingsmodellen de bodemdaling berekend. Dit wordt getoetst aan de gemeten bodemdaling in tijd en ruimte. Op basis van deze toetsing geeft de rekenmethode aan welke modellen in meer of minder waarschijnlijke mate de metingen beschrijven. Elk jaar wordt de methode verder verfijnd, o.a. op basis van de terugkoppeling op vorige rapportages.

Toetsingskader Wet Natuurbescherming

Bodemdaling onder de Waddenzee mag niet leiden tot schade aan de instandhoudingsdoelen zoals die voor het gebied zijn geformuleerd in het *Aanwijzingsbesluit Waddenzee*. Daarin wordt gesproken over habitattypen en doelsoorten.

De bodemdaling door gaswinning bedraagt enkele millimeters per jaar. Onder geulen en andere permanent onderwaterstaande delen van het gebied zijn ecologische effecten van die bodemdaling op voorhand uitgesloten. Het onderzoek en de monitoring beperkt zich daarom tot de droogvallende wadplaten. Het meest relevante habitatype is dan ook 'Droogvallende zand- en slikplaten'. Het areaal en de kwaliteit van de wadplaten zijn beschermd, waarbij de kwaliteit wordt uitgelegd als de 'structuur en functie' van de wadplaten.

Eén van de belangrijkste functies van de wadplaten is die van foerageergebied voor wadvogels. Bepaalde vogelsoorten, vissen en zoogdieren vormen de Natura 2000-doelsoorten. Voor doelsoorten

wordt in het Aanwijzingsbesluit uitgelegd dat de 'draagkracht' van het gebied niet mag afnemen voor populaties van een bepaalde omvang. Hierbij gaat het om het functioneren van de Waddenzee als foerageergebied en als broed- of rustgebied.

Als gevolg van de gaswinning uit de velden 'Nes' en 'Moddergat' vindt er ook bodemdaling plaats onder de vastelandkwelder 'Peazemerlannen' (buitendijks). De invloed van die bodemdaling op de natuurlijke ontwikkeling van deze kwelder wordt daarom gemonitord. Hierbij is er specifiek aandacht voor de beschermde habitattypen 'Zilte schorren' en 'Zilte graslanden buitendijks'. Op basis van de evaluatie van het monitoringprogramma is een jaarlijkse meting van de oppervlakte pioniervegetatie, die zeewaarts van de kwelder op het wad is ontstaan, standaard in het programma opgenomen.

De Ameland-kwelders 'Neerlands Reid' en 'De Hon' worden sinds de start van de gaswinning bij Ameland (1986) gemonitord. De resultaten van deze monitoring worden eens per zes jaar gerapporteerd, maar zijn geen onderdeel van deze rapportage. De eerstvolgende 6-jaarsrapportage Monitoring Bodemdaling Ameland wordt medio 2024 gepubliceerd en zal beschikbaar zijn via www.waddenzee.nl.

Ook onder het Natura 2000-gebied Lauwersmeer vindt bodemdaling plaats. Deze wordt niet gecompenseerd door sedimentaanvoer waardoor de bodemdaling aan het maaiveld meetbaar zal worden. Dit gebied is echter onderhevig aan verruiging en verdroging. Het natuurbeheer is erop gericht de vegetatie in bepaalde deelgebieden kort te houden en op het verbeteren van de situatie voor moerasvogels. Mochten er effecten van bodemdaling door gaswinning in het Lauwersmeergebied optreden, dan wordt verwacht dat deze effecten klein zijn en mogelijk ook passen binnen de beheerdoelstellingen voor het gebied.

Het Lauwersmeergebied is een vogelrichtlijngebied en kent geen beschermde habitats. De instandhoudingsdoelen voor dit gebied richten zich daarom uitsluitend op de draagkracht van dit gebied voor bepaalde vogelsoorten. De huidige monitoring in het gebied richt zich op de broedvogels, op mogelijke veranderingen in de vegetatie die daaraan ten grondslag kunnen liggen en de daarvoor verantwoordelijke oorzaken, zoals bodemdaling door gaswinning.

Het 'hand aan de kraan'-principe

Een vergunning onder het 'hand aan de kraan'-principe houdt in dat, op basis van monitoring, jaarlijks wordt beschouwd of aan vergunningseisen wordt voldaan. Voor bodemdaling door gaswinning is een specifiek toetsingskader ontwikkeld. Hierin mag de gemiddelde bodemdaling, in cumulatie met de zeespiegelstijging, niet meer bedragen dan een vastgestelde grens.

Wanneer metingen en berekeningen uitwijzen dat deze grens dreigt te worden overschreden, legt de NAM de hand aan de gaskraan zodat toekomstige bodemdalingssnelheden weer binnen de toegestane marge passen. Ook de Minister van Economische Zaken en Klimaat kan daartoe besluiten.

In de ecologische monitoring wordt een aantal natuurlijke kenmerken van het gebied gevolgd in de tijd. Deze kenmerken zijn zodanig gekozen dat deze zo goed als mogelijk de beschermde natuurdoelen beschrijven, waarvoor geldt dat effecten van bodemdaling door gaswinning niet op voorhand kunnen worden uitgesloten. Het zijn kenmerken die afhankelijk zijn van de hoogteligging van de wadplaten en de kwelder op het wad en van de grondwaterstanden en het meerpeil in het Lauwersmeergebied.

Deze beschermde natuurdoelen zijn classificierend in het kader van de Wet Natuurbescherming. Wanneer uit de monitoring blijkt dat een classificierend natuurdoel een negatieve ontwikkeling doormaakt, dienen twee vragen te worden beantwoord:

1. Kan aannemelijk worden gemaakt dat er geen relatie is met bodemdaling door gaswinning?
2. Is er sprake van significante schade aan dit natuurdoel?

De eerste vraag is de verantwoordelijkheid van de NAM. De tweede vraag is ter beoordeling van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Op basis van die beoordeling kan dat ministerie, de NAM opdragen de gasproductie zodanig te reduceren dat er zo spoedig mogelijk herstel optreedt. Dit zal mogelijk gepaard gaan met een aanvullende monitorings- en/of onderzoeksinspanning.

Het sedimentdelend systeem Waddenzee - Noordzeekustzone

Onder invloed van de getijdenstroming treedt er constant uitwisseling van sediment op tussen de Waddenzee en de Noordzeekustzone. Enerzijds ontstaan en groeien wadplaten doordat zand en slib tot rust komen in de Waddenzee en accumuleren, anderzijds eroderen ze door afkalving en verdwijnt er zand naar de geulen. De vorm van het gebied (geomorfologie) past zich daarmee voortdurend aan, onder invloed van die getijdenstroming. Die stroming varieert dagelijks als gevolg van maanstanden (getij) en weersinvloeden (golven en richting).

We spreken dan ook van een dynamisch evenwicht. Op de korte termijn overheerst die dynamiek de kleine invloeden, zoals de zeespiegelstijging en de bodemdaling door gaswinning. Echter, als dit niet door een aanvullende sedimentimport in de Waddenzee gecompenseerd wordt, leidt dit op de lange termijn tot het steeds korter droogvallen van de wadplaten.

De vergunningen die aan NAM zijn verleend, om het aardgas onder de Waddenzee te mogen winnen, gaan ervan uit dat bovenstaande niet optreedt. Dit werkt als volgt.

De zeespiegelstijging en de bodemdaling door de gaswinning bedragen samen enkele millimeters per jaar. Deze afname treedt geleidelijk op en beïnvloedt het hydrodynamisch evenwicht: er ontstaat een situatie waarin er gemiddeld meer zeewater het gebied in- en uitstroomt, waardoor er gemiddeld ook meer sediment vanuit de Noordzeekustzone wordt aangevoerd. Dit wordt ook wel 'zandhonger' genoemd. Door die toename van sedimentaanvoer naar het wad kunnen de wadplaten meegroeien met de zeespiegelstijging en de bodemdaling door gaswinning. Dit wordt aangeduid met het 'meegroeivermogen' van de Waddenzee.

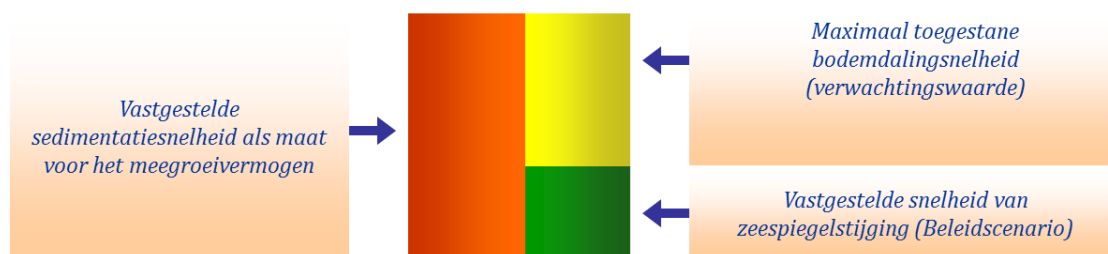
De vraag is hoe groot dat meegroeivermogen feitelijk is. Hoeveel zandhonger kan er optreden voordat de aanvoersnelheid en -capaciteit niet meer toereikend is en daardoor de droogvalduur van de wadplaten beïnvloed wordt?

De afgelopen twintig jaar zijn er verschillende studies uitgevoerd naar het meegroeivermogen van de Waddenzee. Dit werk bestond uit analyses van historische sedimentatiesnelheden en modelstudies. Recente analyses schatten het maximale meegroeivermogen van de beide kombergingen in het oostelijke deel van de Waddenzee hoog in. Voor de Zoutkamperlaag komen de onderzoekers tot een meegroeivermogen van 17,1 mm per jaar en voor het relatief kleine Pinkegat is dat zelfs 32,7 mm per jaar (Van der Spek, 2018; Wang (2021)).

In het Rijksprojectbesluit voor gaswinning onder de Waddenzee is vastgelegd dat er van een relatief laag meegroeivermogen dient te worden uitgegaan. Voor kleine kombergingen, zoals het Pinkegat, is dat 6 millimeter sediment per jaar en voor grotere kombergingen, zoals de Zoutkamperlaag, is dat 5 millimeter sediment per jaar.

Deze sedimentatiesnelheden worden naast meegroeivermogen, ook wel de ‘natuurgrenzen’ genoemd. Ze worden als veilige grenzen beschouwd door de conservatieve vaststelling van deze grenzen. De som van de verwachte snelheid van zeespiegelstijging en de verwachte bodemdaling door gaswinning mag niet meer bedragen dan het meegroeivermogen (Figuur 2). Als die som deze natuurgrens overschrijdt of dreigt te overschrijden binnen de periode waarvoor het zeespiegelstijgingsscenario is vastgesteld, dan dient NAM haar gasproductie zodanig aan te passen dat dit hersteld wordt. In het Meet- en regelprotocol (NAM, 2021) is vastgelegd hoe NAM jaarlijks vaststelt of de gasproductie aan deze eis voldoet.

In december 2021 publiceerde TNO (Geologische Dienst Nederland) een uitvoerig artikel: “Verdrinkt het Nederlandse wad? - Hand aan de Kraan en Meegroeivermogen”. Hierin wordt op basis van o.a. de bovenstaande onderzoeken en het rapport van het Adviescollege ‘Hand aan de Kraan’ (2021) gereflecteerd op het conservatief gestelde meegroeivermogen en de waargenomen sedimentaanvoer. TNO stelt dat er de afgelopen decennia zoveel sediment werd afgezet, dat er op het wad eerder sprake is van een verondieping en verlanding dan van een ‘verdrinking’ van het wad. De onderzoekers zijn van mening dat de gehanteerde waarden voor het meegroeivermogen in het Hand aan de Kraan-principe aangepast zouden moeten kunnen worden. Ook in het rapport “Meegroeivermogen en kritische zeespiegelstijgingssnelheid voor verdrinking in de Nederlandse Waddenzee” (Wang et al., 2021) wordt geconcludeerd dat de recente data een groter meegroeivermogen laten zien dan nu gehanteerd wordt.



Figuur 2. De som van bodemdalingssnelheid en zeespiegelstijgingssnelheid mogen de vastgestelde sedimentatiesnelheid (meegroeivermogen) niet overschrijden (conceptuele weergave).

Ecologische monitoring

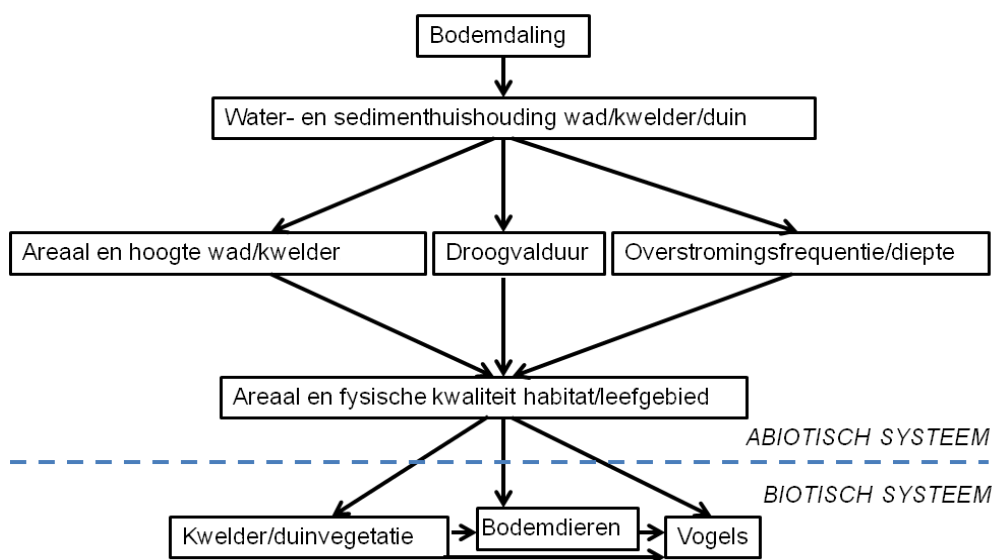
De NAM voert naast het Meet- en regelprotocol ook een Monitoringprogramma uit (NAM, 2021). In dit monitoringprogramma wordt voor de wadplaten gekeken naar de ontwikkeling van het areaal wadplaten, erosie- en sedimentatieprocessen en naar de draagkracht van het gebied voor vogels die op de wadplaten foerageren.

Daarnaast zijn ook voor de buitendijkse kwelder de Peazemerlanden en het Lauwersmeergebied monitoringsprogramma's opgesteld. Het doel van die monitoring is te controleren of er, zoals verwacht, geen nadelige ontwikkeling van instandhoudingsdoelen optreedt. Indien dit wel wordt vastgesteld, dient aangetoond te worden of dit wel of niet het resultaat is van bodemdaling door gaswinning. Het huidige Monitoringprogramma 2020-2026 is te vinden op [Onderzoeksrapportages Wadden | NAM](#).

Het Monitoringprogramma kan jaarlijks, mede op basis van adviezen van de Auditcommissie worden aangepast. Iedere zes jaar wordt het programma geëvalueerd: in 2013 heeft de eerste evaluatie plaatsgevonden en in 2019 de tweede (NAM, 2019). In 2021 heeft de Auditcommissie het Monitoringsprogramma 2020-2026 beoordeeld; merCie-advies 3551 (2021). In 2025 zal de derde evaluatie op Monitoringsprogramma worden uitgevoerd.

Voor het vaststellen van het Monitoringprogramma is een zogenaamde effectketenbenadering gevolgd. Deze gaat er vanuit dat bodemdaling een effect kan hebben op de water- en sedimenthuishouding, wat kan leiden tot veranderingen in het areaal en kwaliteit van het leefgebied van doelsoorten.

De effectketens zijn voor de onderdelen wadplaten, kwelder en Lauwersmeergebied schematisch weergegeven in Figuur 3. Analyse van de gegevens conform de effectketenbenadering vindt plaats in de rapporten van Duijns *et al.* (2024), Van Duin (2024) en Beemster *et al.* (2024). Voor de wadplaten zijn de resultaten verdeeld over meerdere rapporten en komen samen in deze integrale rapportage.



Figuur 3. Effectketens voor bodemdaling onder de wadplaten, kwelder en het Lauwersmeergebied. Dit conceptueel model beschrijft hoe wordt verondersteld dat bodemdaling door gaswinning kan doorwerken op de natuur.

Tabel 1 toont de beleidsdoelen voor de Waddenzee waar dit rapport aan toetst. Omdat de betreffende beleidsdoelen vaak niet direct meetbaar zijn, volgt er in de tweede kolom van de tabel een technische, meet- of berekenbare definitie van het beleidsdoel. De tabel geeft ook een overzicht van de onderdelen van het Monitoringprogramma en waar die bijdragen aan het kunnen meten van het betreffende beleidsdoel. De meeste van die doelen zijn instandhoudingsdoelen uit de Wet Natuurbescherming, Aanwijzingsbesluit Waddenzee en Aanwijzingsbesluit Lauwersmeergebied. Ook zijn er doelen opgenomen uit de Structuurvisie voor de Waddenzee en wordt er gerefereerd aan de voorwaarden die het Rijksprojectbesluit stelt aan gaswinning onder de Waddenzee.

Tabel 1. Overzicht van de monitoringsonderdelen in relatie tot de beleidsdoelen.

BELEIDSDOEL	TECHNISCHE OMSCHRIJVING	MONITORINGSONDERDEEL
<p>1) Gebruiksruimte Waddenzee Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschrijden of dreigen te overschrijden</p>	<p>Belasting van de gebruiksruimte: 6-jarig voortschrijdend gemiddelde van de gemiddelde (ruimtelijk) bodemdalingssnelheid voor het gehele Pinkegat of Zoutkamperlaag.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meetcampagnes voor diepe bodemdaling op land. ▪ Meetcampagnes voor diepe bodemdaling op het wad. ▪ Drukmetingen.
<p>2) Waddenzee (wadplaten) Behoud oppervlakte slik- en zandplaten</p> <p>Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen</p>	<p>Areaal wadplaten tussen -50 cm en 160 cm NAP.</p> <p>Sedimentatie en erosie van wadplaten in en buiten bodemdalingsgebieden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LiDAR surveys wadplaten. ▪ Hoogtemetingen sediment grids op het Wad (waterpassen en GNSS). ▪ Spijkermetingen.
<p>3) Waddenzee (wadplaten) Behoud van omvang en kwaliteit wadplaten als foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels</p>	<p>Oogstbare hoeveelheid voedsel per tij voor Natura 2000-doelsoorten.</p> <p>Areaal geschikt foerageer habitat voor Natura 2000-doelsoorten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SIBES (bodemdieren in en op de wadplaten). ▪ MOSKOK schelpdiermonitoring. ▪ LiDAR survey wadplaten. ▪ Waterstanden Waddenzee. ▪ Litorale mosselbanken survey. ▪ Vogeltellingen op HVP's (hoogwatervluchtplaatsen). ▪ Vogeltellingen vliegrouetes.
<p>4) Kwelders Waddenzee Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras</p>	<p>Areaal en ontwikkeling kwelder-vegetatietypen volgens de SALT97 typologie (Peazemerlannen).</p> <p>Areaal pioniervegetatie (Peazemer wad).</p> <p>Hoogteontwikkeling kwelder. Overstromingsfrequentie/-duur kwelder (Peazemerlannen).</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vegetatieopnames. ▪ SEB / opslibbingsmetingen. ▪ Diepteloggers t.b.v. het meten van overstromingsfrequentie.
<p>5) Lauwersmeergebied Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels</p>	<p>Areaal geschikt broedhabitat voor Natura 2000-doelsoorten.</p> <p>Vegetatieontwikkeling.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoogtemetingen maaiveld. ▪ Vegetatieopnames. ▪ Grondwaterstanden en grondwaterchemie. ▪ Vegetatiestructuuroopnames. ▪ Broedvogeltellingen. ▪ Vegetatiebeheer. ▪ Waterstanden.

Tabel 2 toont de specifieke monitoringsonderdelen in het Monitoringsprogramma 2020-2026,. Voor meer detaillering met betrekking tot de meetgebieden en meetpunten wordt verwezen naar het [Monitoringprogramma 2000-2026](#) (NAM, 2021).

Tabel 2. Overzicht monitoringsonderdelen als beschreven in het Monitoringsprogramma 2020 – 2026.

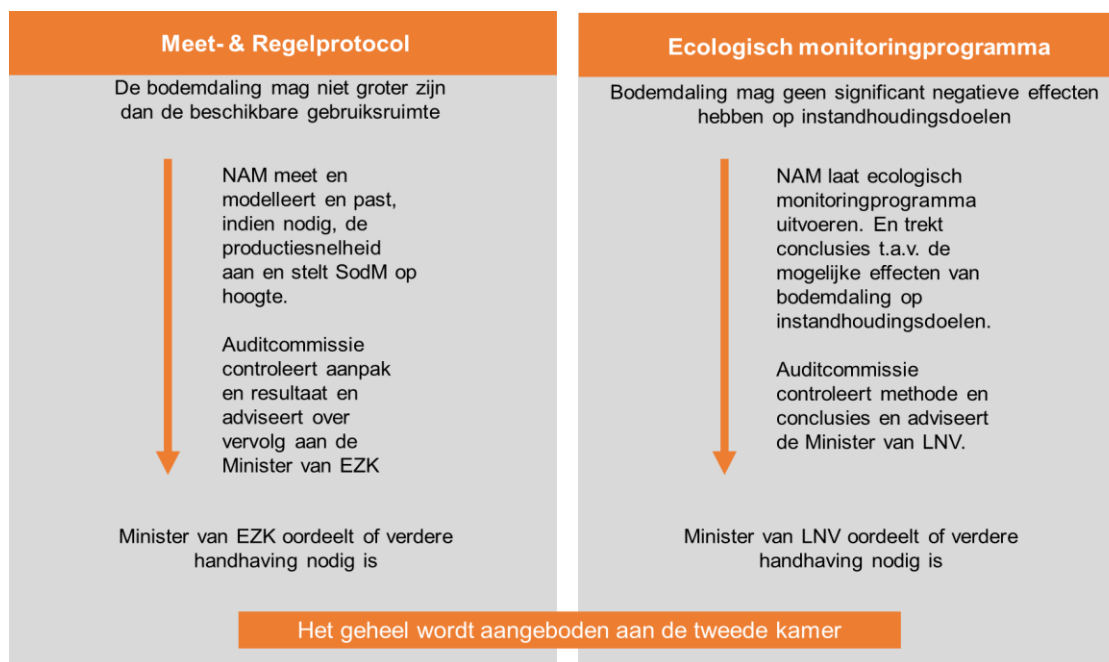
MONITORINGONDERDEEL	RUIMTELIJKE KENMERKEN /RESOLUTIE	MEETFREQUENTIE
Waterpassingen en/of InSAR op land.	Noordoost Friesland en de eilanden.	1x per 3 jaar.
GNSS-metingen.	Peilmerkclusters verspreid over het Friese Zeegat en Lauwersmeergebied.	1x per 3 jaar.
Continue GNSS-metingen.	Op land, nabij de centra van de Bodemdalingsskotten.	Continu.
Waterpassingen op het wad.	Bij de GNSS-peilmerkclusters	Identiek aan de GNSS-metingen.
LIDAR wadplaten.	Vlakdekkende meting van het Friese Zeegat.	1x per jaar.
Spijkermetingen.	Op relatief hooggelegen stabiele delen van het wad.	5x per jaar.
Bodemdiereninventarisatie (SIBES).	500x500 meter grid.	1x per jaar.
Bodemdiereninventarisatie (MOSKOK).	Vaste raaien.	1x per jaar.
Bodemdiereninventarisatie (Litorale mosselbanken).	Gebiedsdekkend.	1x per jaar.
Waterstanden.	Meetpalen Nes en Lauwersoog.	Continu.
Vogeltelling (hoogwatervluchtplaatsen in telvakken).	Kust Friese Zeegat.	6x per jaar.
Kwelder vegetatietypen (VIBEG).	Vlakdekkend.	1x per 6 jaar.
Kwelder vegetatieopname (PQ-metingen).	40 PQ's verspreid over de Peazemerlannen.	1x per jaar.
Opslibbing kwelder (SEB-metingen).	Bij de 40 PQ's verspreid over de Peazemerlannen.	2x per jaar.
Kartering oppervlakte pionierszone kwelders.	Contour.	1x per jaar.
Vegetatiestructuuropname Lauwersmeergebied (luchtfoto-analyse).	Vlakdekkend voor het Lauwersmeergebied.	1x per 3 jaar.
Vegetatiestructuuropname Lauwersmeergebied (transectmetingen in het veld).	10 transecten, verspreid over het Lauwersmeergebied.	1x per jaar.
Vegetatieopname Lauwersmeergebied (PQ-metingen).	100 PQ's verspreid over het Lauwersmeergebied	1x per jaar.
Grondwaterstanden Lauwersmeergebied (loggers in peilbuizen bij PQ's).	Peilbuizen bij de PQ's, verspreid over het Lauwersmeergebied.	Continu.
Grondwaterchemie Lauwersmeergebied.	Uit peilbuizen bij de PQ's verspreid over het Lauwersmeergebied.	1x per jaar.
Meerpeil Lauwersmeergebied.	Loggers op enkele plekken in het meer.	Continu
Muizeninventarisatie.	Enkele raaien Lauwersmeergebied.	1x per jaar.
Broedvogelmonitoring.	Vlakdekkend in B.P.M. proefvlakken in het Lauwersmeergebied.	8x per broedseizoen.

Organisatiestructuur monitoring, rapportage, beoordeling

Jaarlijks worden monitoring- en onderzoeksrapportages, inclusief deze integrale samenvatting, aangeboden aan de Ministers van Economische Zaken en Klimaat en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (zie ook Figuur 4). De ministers vragen ieder jaar advies over de rapportages van NAM aan de onafhankelijke wetenschappelijke Auditcommissie Gaswinning Waddenzee (onderdeel van de Commissie voor de milieueffectrapportage(m.e.r.)). Het advies van de Auditcommissie is openbaar en wordt gepubliceerd op de website van de Commissie voor de m.e.r.

Het oordeel van de Auditcommissie bevat doorgaans een aantal adviezen ten aanzien van de monitoring en data-analyse. De NAM volgt deze adviezen zo accuraat mogelijk op. In de volgende paragraaf staat een overzicht van de adviezen uit 2023 over het rapportagejaar 2022. Daarbij wordt ook aangegeven hoe de NAM, in afstemming met de onderzoekers, invulling aan deze adviezen heeft gegeven in het rapportagejaar 2023.

De monitoringsrapportages worden ook met de leden van de *Commissie Waddengas 2006* gedeeld. Deze commissie bestaat uit belanghebbenden zoals de regionale overheden, gebiedsbeheerders en NGO's. De jaarrapportages worden in deze commissie besproken, waarbij wordt geoordeeld over de kwaliteit van de rapportages. De Commissie Waddengas 2006 rapporteert haar bevindingen aan de Minister van LNV.



Figuur 4. Organisatie- en handhavingstructuur rond monitoring en rapportage in het kader van de gaswinning onder de Waddenzee.

Opvolging Advies Auditcommissie voor rapportagejaar 2023

Tabel 3 bevat de opsomming van de adviezen van de Auditcommissie en hoe deze zijn opgevolgd in de onderzoeken en rapportages over het rapportagejaar 2023. Het gehele advies van de Auditcommissie over rapportagejaar 2022 is te vinden op de website van de Commissie voor de m.e.r.: <https://www.commissiemer.nl/adviezen/3731>.

Tabel 3. Overzicht adviezen Auditcommissie en reactie c.q. opvolging daarvan door de NAM en onderzoekers.

NO.	ADVIES VOOR 2023 RAPPORTAGES	REACTIE / OPVOLGING
MORFOLOGIE		
1	Herhaal de InSAR opname met enige regelmaat. Dit is van belang voor de hoogteligging van de Ground Control Points.	Dit advies is geadresseerd in het Deltares rapport tm rapportagejaar 2023 (2024). De frequentie voor de verwerking van InSAR metingen, volgens het actuele Meetplan Waddenzee, is voldoende voor het bepalen van de hoogtes van de Ground Control Point grids.
ECOLOGIE		
2	Onderzoek de invloed van de verstoringen op de kwaliteit van de metingen in de Peazemerlannen. Geef vervolgens een zo goed mogelijke interpretatie van de meetresultaten. Onderzoek ook de inrichtingsmaatregelen die nu genomen worden en het effect daarvan op het patroon van sedimentatie, erosie en eventueel graasdruk. Pas zo nodig het monitoringprogramma aan op de nieuwe situatie. Onderzoek tot slot in het veld of de al genomen maatregelen verdere verstoring van de metingen voorkomen.	Op basis van het advies en een veldbezoek van de Auditcommissie aan de Peazemerlannen is het monitoringsplan uitgebreid met maaiveldhoogtemetingen op de te begrazen middenkwelder. De nulmeting is begin 2024 uitgevoerd. Terreinbeheerder It Fryske Gea heeft voor het beweidingsseizoen meerdere maatregelen doorgevoerd om het vee buiten het reguliere monitoringsgebied te houden. Gedurende het seizoen zal er toezicht zijn om de effectiviteit van de maatregelen te controleren.
3	De Auditcommissie ondersteunt de aanbeveling uit het deelrapport over Lauwersmeer om een goed maaiveldhoogtemodel te maken. Hiermee kan de inundatie(duur) van de platen beter worden bepaald en kan ook de mogelijke doorwerking van diepe bodemdaling daarop beter worden ingeschat.	In 2023 zijn verdere stappen gemaakt in de ontwikkeling van een maaiveldhoogtemodel; onder andere door correctiefactoren toe te passen. Mogelijk kan de onnauwkeurigheid in gefragmenteerd rietland verder naar beneden worden gebracht als de mate van fragmentatie (cq. de padendichtheid) in de analyse wordt betrokken.
4	Monitor, vanwege mogelijk brakkere condities in het noordelijk deel van Lauwersmeer, ook de saliniteit van het water.	Het Waterschap Noorderzijlvest laat inmiddels vanuit een ander project een uitgebreid meetnet opzetten dat het zoutgehalte gaat volgen. Dit betreft meetpunten in en rondom het Lauwersmeer waarbij het zoutgehalte online te raadplegen is, om zo inzicht te krijgen in de mate van zoutindringing. Dit meetnet zal naar verwachting in 2024 van start gaan.
ONZEKERHEID ZEESPIEGELSTIJGING		
5	Het advies aan de staatssecretaris voor Mijnbouw is om bij het (eventueel tussentijds) bepalen van de gebruiksruimte rekening te houden met de versnelling van de zeespiegelstijging.	Eind april 2024 is door de staatssecretaris voor Mijnbouw de gebruiksruimte opnieuw vastgesteld, waarin een gewijzigd beleidsscenario voor de zeespiegelstijging is opgenomen Dit scenario is geadviseerd door een ministriële ingestelde adviesgroep. De gebruiksruimte gaat in per 1 januari 2024 en zal in de eerstvolgende integrale jaarrapportage als beoordelingskader worden gehanteerd.

Ontwikkelingen 2023 – relevant voor de monitoring in het Waddengebied

Zeespiegelstijging en toekomstige scenario's

In opvolging van het advies van het Tijdelijk Adviescollege 'hand aan de kraan' (2021), heeft het ministerie van EZK de NAM verzocht om in de jaarlijkse MLV-rapportage ook aandacht te besteden aan de laatste inzichten met betrekking tot de zeespiegelstijging en toekomstige scenario's. Daarbij werd verwezen naar de updates van de Zeespiegelmonitor, welke wordt gepubliceerd door Deltares.

In februari 2023 ontving de NAM van het ministerie van EZK het gewijzigde Instemmingsbesluit met de vaststelling van de Gebruiksruimte in relatie tot de MLV-gaswinning. In de Gebruiksruimte werd het eerder door het Adviescollege vastgestelde zeespiegelstijging als wel het richtscenario gehandhaafd. In het Instemmingsbesluit – dat wordt afgegeven voor een periode van vijf jaar - is de conditie opgenomen dat bij separaat besluit tussentijds de gebruiksruimte opnieuw vastgesteld kan worden, indien nieuwe wetenschappelijke inzichten aanleiding geven tot een bijstelling van het dan vigerende zeespiegelstijgingsscenario.

In 2023 heeft de staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat het adviescollege Zeespiegelstijging nader uitgebreid met leden en expertisegebieden. In januari 2024 heeft dit college een advies uitgebracht over een aangepast beleids- en richtscenario, respectievelijk voor de periode en 2024-2029 en na 2029. Dit advies is recent – op 25 april 2024 – overgenomen in een nieuw Gebruiksruimtebesluit dat met terugwerkende kracht per 1 januari 2024 zal ingaan. In vergelijking met het voor 2023 geldende niveau van zeespiegelstijging, zal op basis van dit nieuwe Gebruiksruimtebesluit voor 2024 een aangepast en verhoogd beleidsscenario gehanteerd gaan worden. In het beleidsscenario neemt de zeespiegelstijgingssnelheid toe van 3,60 [3,10-4,20] mm/jaar in 2024 tot 3,85 [3,35-4,45] mm/jaar in 2029. In het richtscenario neemt de zeespiegelstijgingssnelheid toe van 3,85 [3,35-4,45] mm/jaar in 2029 tot 6,8 [5,0-10,8] mm/jaar in 2050.

Ontwikkeling Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven (PAWOZ)

Het *Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven* (PAWOZ) beoogt niet alleen het aan land brengen - middels kabels - van elektriciteit gegenereerd door windmolenparken ten noorden van de Waddeneilanden, maar ook het transport van op zee gegenereerde waterstof als energiedrager van opgewekte elektriciteit. In de laatste plannen zijn zowel het Pinkegat (via Ameland) als wel de Zoutkamperlaag (via het Friesche zeegat) in beeld als opties voor waterstoftransportleidingen. In hoeverre deze opties ook gerealiseerd gaan worden, is in dit stadium nog niet bekend.

De NAM blijft in gesprek met het Ministerie van EZK om de eventuele consequenties voor de monitoringspunten in en rond de kombergingen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag, vroegtijdig in beeld te krijgen en hierop te acteren.

Ontwikkeling gasveld Ternaard – NAM project

Een mogelijke nieuwe ontwikkeling met grote overlap in het monitoringsgebied is een productieboring door de NAM naar het gasveld Ternaard. Een klein deel van dit gasveld ligt onder land. Het grootste deel ligt onder de Waddenzee; onder het kombergingsgebied Pinkegat.

Publicaties bodemsamenstelling

De samenstelling van het sediment in het kombergingsgebied staat sterk in de belangstelling, gezien de invloed ervan op het ecosysteem, met inbegrip van mosselbanken. Uit onderzoek blijkt dat het slibgehalte in de bovenste bodemlaag toeneemt vanaf het zeegat tot aan de vastelandskust en de wantijen. De sedimentplaten zijn ofwel slibrijk ofwel zandig, met een abrupte overgang tussen deze twee types. Het grofste sediment is te vinden in de bodems van de grotere geulen.

Een modelstudie uit 2005 (Wang & Eysink) concludeerde dat bodemdaling als gevolg van gaswinning geen significante invloed heeft op de sedimentsamenstelling in het dalingsgebied. In andere rapporten wordt gesuggereerd dat bodemdaling mogelijk wel een effect heeft. Zo wordt er gewezen op de verzanding van het Amelandertijd. Dit kan potentieel positief zijn voor het aantal overwinterende kanoeten, maar negatief voor de vorming van stabiele mosselbanken en de aantallen steenlopers (Dijkema et al. 2011).

Recent onderzoek van De la Barra et al. (2023) constateert juist een verkleining van de korrelgrootte sinds 2008, afwijkend van andere delen van de Waddenzee. En om het nog ingewikkelder te maken suggereert een andere recente studie van Folmer et al. (2023) dat de sedimentsamenstelling in de hele Waddenzee synchroon verandert en er dus geen verschil is tussen het bodemdalingsgebied en de rest van de Waddenzee.

Zowel de Auditcommissie Gaswinning Waddenzee als de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland heeft de NAM verzocht om aandacht te besteden aan het recente onderzoek van De la Barra et al. in respectievelijk de Integrale Beoordeling Gaswinning MLV 2023 en het 6-jaarlijkse evaluatierapportage Monitoring Ameland. Daartoe heeft de NAM een uitvraag gedaan bij Deltares om een beschouwing op dit onderzoek te geven. Bijlage 1 “Bodemsamenstelling” bevat de volledige beschouwing van Wang en Cleveringa (2024).

De auteurs geven aan dat tot op heden er geen causaal verband lijkt te zijn aangetoond tussen bodemdaling en wijzigingen in de sedimentsamenstelling. Voor een grondige analyse, is het noodzakelijk onderscheid te maken tussen de verschillende kombergingsgebieden. In het Pinkegat bijvoorbeeld, wordt de sedimentbehoefte vooral bepaald door bodemdaling en zeespiegelstijging, terwijl in de Zoutkamperlaag de effecten van de afsluiting van de Lauwerszee nog merkbaar zijn. Verder is het belangrijk om controlegebieden nauwkeurig te selecteren en andere factoren, zoals baggerwerkzaamheden, mee te wegen.

Beoordelingssystematiek ‘hand aan de kraan’-principe

De signaleringsmetingen worden gebruikt voor het modelleren van de voedselbeschikbaarheid voor vogels op de wadplaten, de kwelders en in het Lauwersmeer. De modellen gaan uit van samenhang tussen de verschillende onderdelen van de effectketens waaruit het meetprogramma is opgebouwd.

Model Effectketen Waddenzee (wadplaten en kwelders)

I - diepe-bodemdaling → plaatoppervlak / -hoogte (sedimentatie) → habitats / voedsel → vogels

Model Effectketen Lauwersmeer

II – diepe-bodemdaling → grondwater / peilbeheer → vegetatie / voedsel → vogels

De modellen moeten helpen bij het beantwoorden van de vraag: is bij een eventuele trendmatige verandering in de omvang van populaties van beschermde soorten en/of habitats redelijkerwijs een oorzakelijk verband met bodemdaling door gaswinning uit te sluiten? Om deze vraag te beantwoorden zijn binnen het meetprogramma beslisschema's ontwikkeld voor zowel de wadplaten, de kwelders en het Lauwersmeer.

TE HANTEREN BESLISSCHEMA BESCHERMDE SOORTEN

Voor de beoordeling van beschermde soorten wordt het beslisschema in Tabel 4 toegepast voor de ontwikkelingen in het Waddengebied en het Lauwersmeer.

Tabel 4. Beslisschema beschermde soorten – toegepast voor Waddengebied en Lauwersmeergebied.

A	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel vogels (N2000-soorten) <i>Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet</i>		
1	Negatieve trend populatieomvang beïnvloedingsgebied?	Y → 2	N → 8
2	Is de geobserveerde trend (in 1) anders dan in referentiegebieden? (indien beschikbaar/ relevant)	Y → 3	N → 8
3	Trend een bekende oorzaak? (anders dan diepe/maaiveld bodemdaling en anders dan bij 4)	N → 4	Y → 8
4	Verhoudt de trend zich tot de ontwikkeling van de draagkracht van het gebied m.b.t. specifieke functies van het gebied voor de betreffende soort? (effectketen) <i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies, vegetatiestructuur, oppervlakte, ondiep water, etc. Hierbij gaat het ook om de eigenschappen van de trends: wellicht is de afname van de vogelaantallen eerder begonnen dan van de draagkracht.</i>	Y → 5	N → 8
5	Heeft de trend in de draagkracht/gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/maaiveldaling) <i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing, waterpeil, predatie, methodische veranderingen, etc.</i>	N → 6	Y → 8
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel, is er een mogelijke relatie?) Kijk voor 6 binnen de proxies/vegetatietypen naar de bepalende parameters/ ariabelen, <ul style="list-style-type: none"> ▪ Met "richting" gaat het om het mechanisme (kan een afname worden verwacht als gevolg van bodemdaling?). ▪ Bij ruimtelijk gaat het om de ruimtelijke correlatie met bodemdaling maar ook met variatie in bodemchemie (vegetatie). ▪ Bij temporeel gaat het om het verloop van de variabele in de tijd en of dat logisch zou zijn onder invloed van bodemdaling. 	Y → 7	N → 8
7	Oordeel: een effect van bodemdaling door gaswinning niet worden uitgesloten. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. ▪ Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen ('hand aan de kraan'). 		
8	Oordeel: er is geen effect van diepe bodemdaling door gaswinning op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.		

TE HANTEREN BESLISSCHEMA BESCHERMDE HABITATS

Tabel 5 toont het beslisschema voor de beoordeling van de ontwikkelingen in de habitats: wadplaten en kwelders.

Tabel 5. Beslisschema beschermde habitats.

B	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel habitattypes Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet		
1	Negatieve en duidelijke trend in oppervlakte?	Y → 2	N → 5
2	Trend anders dan in referentiegebieden? (indien van toepassing)	Y → 3	N → 5
3	Trend een bekende oorzaak? (anders dan bodemdaling door gaswinning)?	Y → 5	N → 4
4	Verhoudt de trend zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)	Y → 9	N → 5
5	Negatieve en duidelijke trend in kwaliteit van het habitatype?	Y → 6	N → 10
6	Trend anders dan in referentiegebieden? (indien van toepassing)	Y → 7	N → 10
7	Trend een bekende oorzaak? (anders dan bodemdaling door gaswinning)? <i>Denk aan de autonome ontwikkeling, beheermaatregelen, etc.</i>	Y → 10	N → 8
8	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)	Y → 9	N → 10
9	Oordeel: Een effect van bodemdaling door gaswinning kan niet worden uitgesloten. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. ▪ Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen (Hand aan de Kraan). 		
10	Oordeel: Er is geen effect van diepe bodemdaling door gaswinning op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.		

Rapportages

Tabel 6 geeft een overzicht van de rapporten die van belang zijn geweest voor het tot stand komen van het begrip over het meegroeivermogen van de Waddenzee, het ‘hand aan de kraan’-principe en de ecologische monitoring.

Tabel 6. Overzicht relevante onderzoeken; meer rapportages zijn te vinden op www.nam.nl en www.waddenzee.nl.

RAPPORTAGE	JAAR	AUTEURS
Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee.	1998	A.P. Oost, B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom en J.J. Verburgh
Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 13 jaar gaswinning.	2000	K.S. Dijkema, H.F. van Dobben, W.D. Eysink, M.E. Sanders, E.P.A.G. Schouwenberg, P.A. Slim, C.J. Smit, J. de Vlas en J. Wiertz
Bodemdalingstudie Waddenzee.	2004	H.J. Hoeksema, H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde, J. de Vlas
Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 18 jaar gaswinning.	2005	K.S. Dijkema, D. Doornhof, H.F. van Dobben, W.D. Eysink, M. Kersten, J. Krol, W. Molenaar, M.E. Sanders, S. Schoustra, P.A. Slim, W. Veldwisch en Z.B. Wang
Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning Vloedkommen van het Friesche Zeegat. Rapport Z3995.	2005	Z.B. Wang en W.D. Eysink
MER aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locatie Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen.	2006	Wittenveen & Bos, Berkenbod & Koetsenruiter, Alterra, WL/Delft Hydraulics, Grontmij, Oranjewoud, Altenburg & Wymenga, Tebodin, NAA akoestisch adviesbureau, Vectra Group, NAM.
Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 23 jaar gaswinning.	2011	K.S. Dijkema, H.F. van Dobben, B. Dullo, B. Ens, M. Kersten, G. Ketelaar E. Koppenaal, J. Krol. K. Rappoldt, P. Slim en Z.B. Wang
Morfologische effecten bodemdaling in relatie tot gebruikruimte.	2017	Z.B. Wang, J. Cleveringa en A. Oost.
Monitoring effecten bodemdaling op Oost-Ameland, Evaluatie na 30 jaar monitoring.	2017	Begeleidingscommissie Bodemdaling Ameland
Ontwikkelingen van de Nederlandse Waddenzee bekkens tot 2100: De invloed van versnelde zeespiegelstijging en van bodemdaling op de sedimentbalans - een synthese.	2018	A. Van der Spek
De toekomst van Hand aan de Kraan - omgaan met onzekerheden.	2021	Adviescollege Hand aan de Kraan Waddenzee
Meegroeivermogen en kritische zeespiegelstijgingsnelheid voor verdrinking in de Nederlandse Waddenzee	2021	Z.B. Wang, A. Van der Spek
Verdrinkt het Nederlandse wad? Hand-aan-de-kraan en meegroeivermogen.	2021	C. Fruijtier, M. Wilpshaar en J. Breunese (TNO) (2021)
Zeespiegelmonitor 2022, Versie 1.0, 27-03-2023, definitief	2023	W. Stolte, F. Baart, S. Muis, M. Hijma, M. Taal (Deltares), D. Le Bars, S. Drijfhout (KNMI)

Space–time analyses of sediment composition reveals synchronized dynamics at all intertidal flats in the Dutch Wadden Sea. In Estuarine, Coastal and Shelf Science.	2023	E.O. Folmer, A. Bijleveld, S. Holthuijsen, J. van der Meer, T. Piersma, H.W. van der Veer
The effects of gas extraction under intertidal mudflats on sediment and macrozoobenthic communities. In: Journal of Applied Ecology.	2023	P. de la Barra, G. Aarts, A. Bijleveld

In Tabel 7 staan de rapporten die in 2024 met betrekking tot het monitoringsjaar 2023 beschikbaar zijn gekomen.

Tabel 7. Rapportages monitoringsjaar 2023 (De LTS rapportages zijn beschikbaar op de NAM website www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html).

MONITORINGONDERDEEL	ORGANISATIE	RAPPORTAGE
Waddenzee		
Diepe bodemdaling	NAM	Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2023. NAM rapport EP202402225793 (2024)
Hoogteligging/arealen en sedimentatie-erosie van wadplaten	Terratec	Waddenzee - LiDAR acquisition for 2023 (2024) Terratec-report 41889
	Deltares	M. Gawehn (2024) Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2023)
	Natuur Centrum Ameland	J. Krol, J.G. Lodewijks, L. Saathof (2024) Sedimentatiemetingen op het wad van Ameland, Peasens. Piet Scheve plaat, Engelsmanplaat en Schiermonnikoog - Rapport 2023
Voedselbeschikbaarheid en -bereikbaarheid voor wadvogels	SOVON NIOZ Wageningen Marine Research Ecocurves	S. Duijns, K. Troost, E. Van Winden, , K. Rappoldt, Nienhuis, H. Schekkerman E.O. Folmer (2024) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - Rapportage t/m monitoringjaar 2023. SOVON-rapport 2024/16
Kwelder		
Sedimentatie en vegetatie-ontwikkeling	Artemisia	W. Van Duin (2024) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en referentiegebieden - Jaarrapport 2023. Artemisierapport 2024-01
Lauwersmeer		
Vogelaantallen, vegetatie-ontwikkeling en draagkracht voor doelsoorten	SOVON Altenburg& Wymenga Buijs	N. Beemster, R. Kleefstra, W. Bijkerk, M. Bekkema, W. Bil, P. de Boer, R. Buijs, W. van Manen, J. Stahl, R. Vernderbos (2024) Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie, muizen en vogels in het Lauwersmeer in 2023. A&W rapport 23-178 SOVON-rapport 2024/26

Gasproductie in 2023



Een overzicht van de cumulatieve gasproductie per veld tot en met 31 december 2023, alsmede de geplande en actuele productie in het jaar 2023, wordt in Tabel 8 weergegeven.

De totale gasproductie uit de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen in 2023 bedroeg 559 miljoen Nm³. Dat is lager dan de voorspelling in het winningsplan voor het productiejaar 2023, als ook in vergelijking met het geproduceerde volume in 2022 (660 miljoen Nm³). Het veld Vierhuizen-Oost heeft evenals in voorgaande jaren niet geproduceerd. Hetzelfde geldt voor de put in het veld Lauwersoog-Oost. Er wordt onderzocht hoe productie uit deze velden hervat kan worden.

Tabel 8. Productie per gasveld tot en met 31/12/2022. Aantallen in 10⁶ Nm³.

Veldnaam	Cumulatieve productie Waddengasvelden t/m 2023	Geplande productie in 2023 (volgens winningsplan*)	Actuele productie in 2023
Nes	12.591	504	377
Moddergat	5.228	108	158
Lauwersoog-C	146	3	4
Lauwersoog-West	1.851	46	60
Lauwersoog-Oost	2.415	55	0
Vierhuizen-Oost	1.628	0	0
Totaal	23.859	716	559

*Afwijking van de actuele productie t.o.v. de winningsplanvoorspelling valt binnen de toegestane bandbreedte.

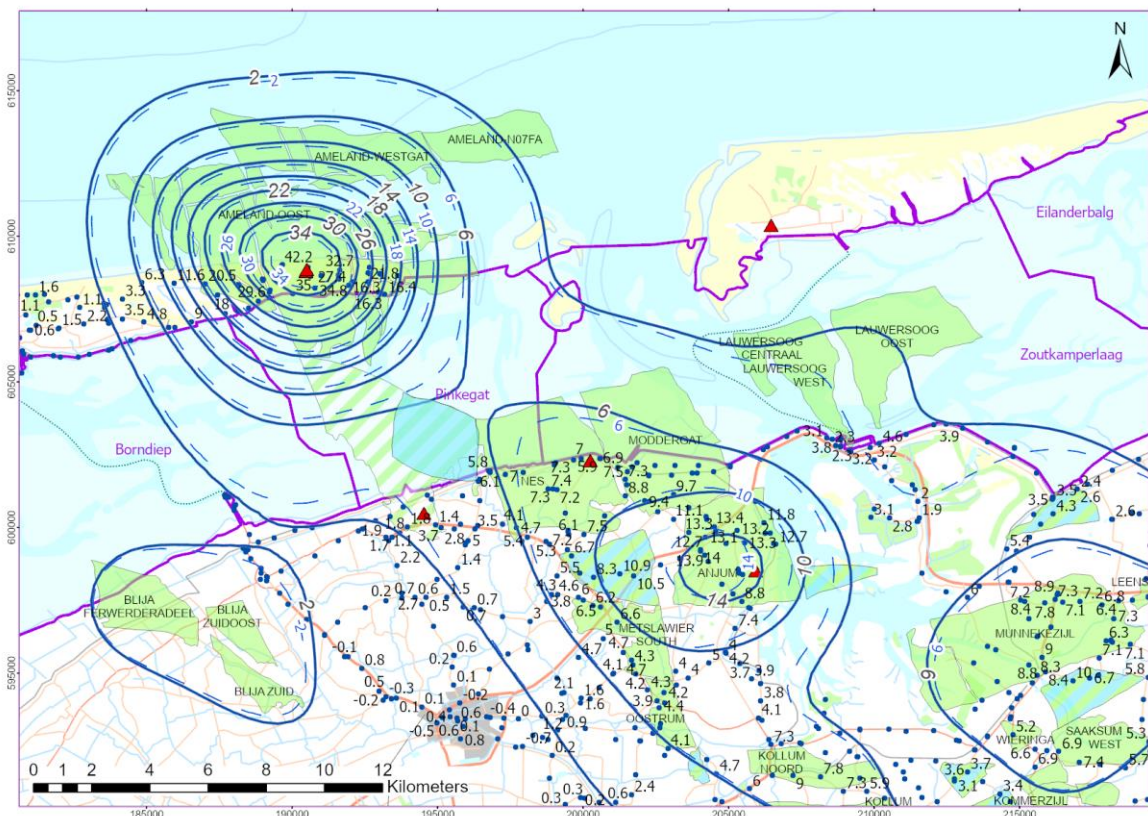
Monitoring Waddenzee

Bodemdaling Wadden- en Lauwersmeergebied

In het NAM-rapport (2024) 'Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2023' worden de resultaten en conclusies besproken van de 2023 Meet- en regelcyclus volgens het geldende Meet- en regelprotocol.

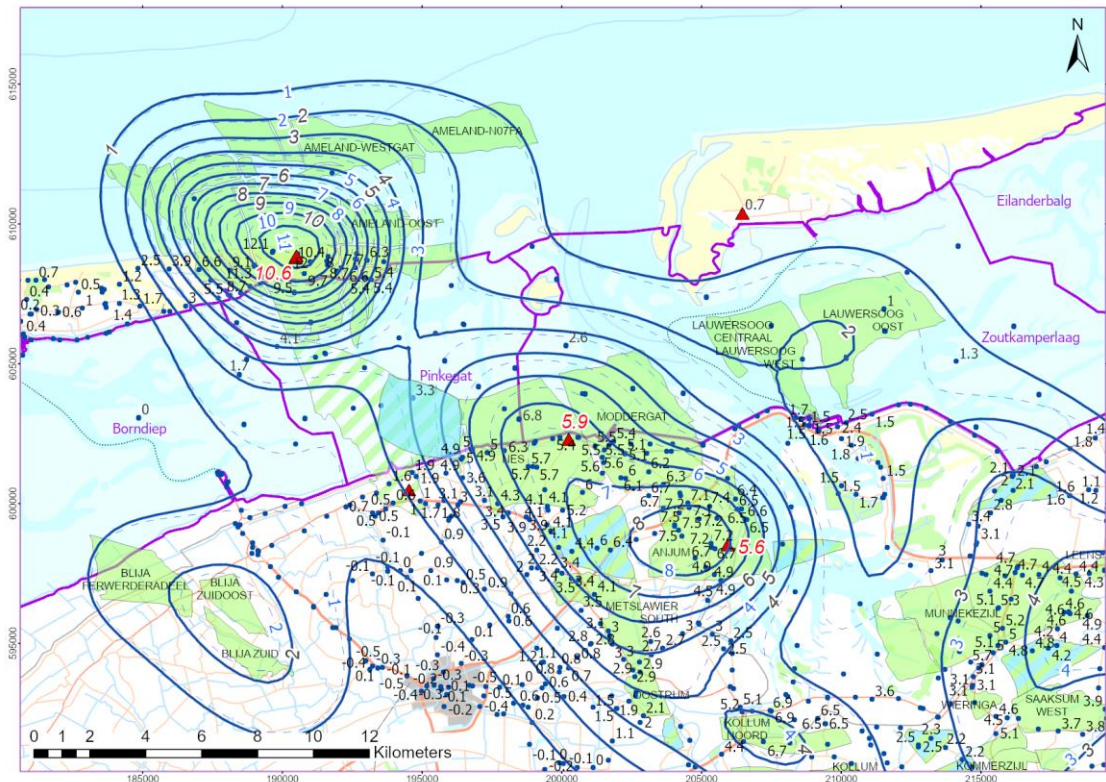
De belangrijkste opgave in deze rapportage is het berekenen van de belasting op de kombergingen als gevolg van de bodemdaling door gaswinning, om daarmee te beoordelen of deze belasting binnen de vastgestelde gebruiksruimte blijft. Om die belasting te berekenen wordt jaarlijks de bodemdaling gemodelleerd en geverifieerd met geodetische metingen (waterpas-, GNSS- (Global Navigation Satellite System, GPS) en InSAR-metingen). In 2023 zijn GNSS campagne- en continue metingen uitgevoerd en is op het eiland Ameland een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd. Op het vasteland zijn vlakdekkende InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) metingen geanalyseerd en gerapporteerd.

In Figuur 5 is de bodemdaling sinds de start van de gasproductie in het gebied - in de confrontatie workflow tussen geodetische metingen en geomechanische modellen - zichtbaar gemaakt in de vorm van contourlijnen. Hierin is ook de invloed van de gaswinningen uit de omliggende velden zoals Ameland, Anjum en Blija meegenomen.



Figuur 5. Totale bodemdaling in cm (status modelcontour in blauw: 1-1-2024) sinds de start van de gaswinning in het gebied (1986). De gestreepte contouren geven de bodemdaling op 1-1-2023 volgens de M&R-rapportage over 2022. De blauwe punten met label op het vaste land representeren de peilmerken met gemeten hoogteverschillen tussen 1997 en 2023. De blauwe punten met label op Ameland representeren de peilmerken met gemeten daling tussen 1986 en 2023. De rode driehoeken geven de posities van de GNSS-stations aan.

Figuur 6 toont de bodemdaling in het gebied sinds 2006, omdat daarna met de productie vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is gestart.



Figuur 6. Bodemdaling in cm (status modelcontour: 1-1-2024) door gaswinning sinds de nulmeting in de Waddenzee in 2006. In blauw (met zwarte labels) de contouren van de gemodelleerde bodemdaling volgens het verwachte scenario. De gestreepte contouren (met blauwe labels) geven de bodemdaling van 2022 (1-1-2023) weer zoals getoond in de M&R-rapportage over 2022. De blauwe punten met label in de Waddenzee representeren de peilmerken met de gemeten hoogteverschillen vanaf 2006 (nulmeting Waddenzee) tot de laatst uitgevoerde meting in juni 2023. De blauwe punten met label op het vaste land representeren de peilmerken met gemeten hoogteverschillen tussen 2006 en 2023. De blauwe punten met label op Ameland representeren de peilmerken met gemeten daling tussen 2006 en 2023. De rode waarden geven de daling aan van de permanente GNSS-stations in de periode feb. 2007- dec. 2023.

De continue GNSS-metingen worden gerepresenteerd door de rode driehoeken in Figuur 6. Deze metingen hebben een signaalfunctie om veranderingen in het verloop van de bodembeweging tijdig te kunnen signaleren binnen het interval (3 jaar) van de vlakdekkende metingen.

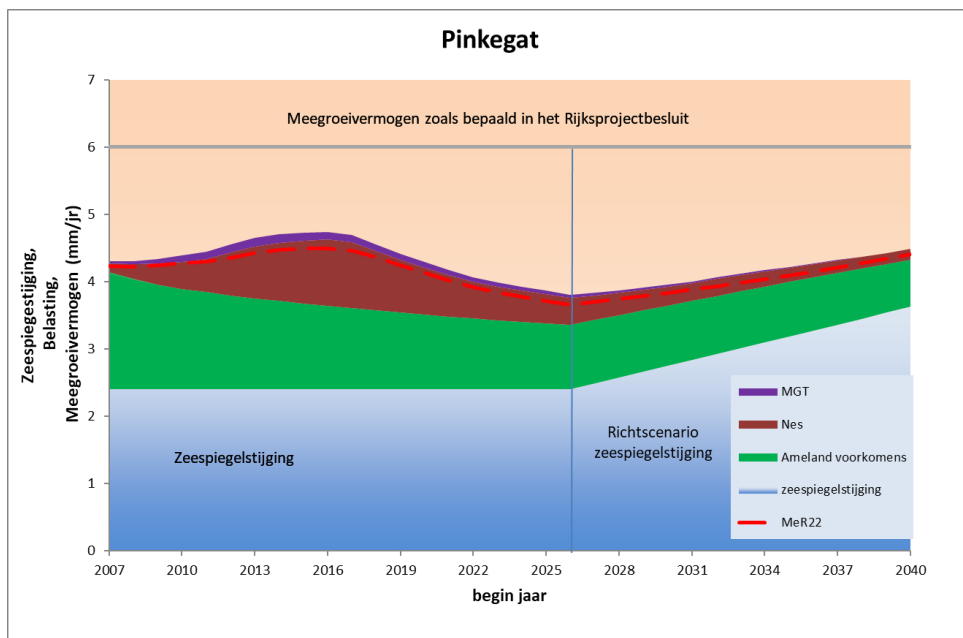
Belasting kombergingsgebieden

De belasting is het zesjaarlijkse voortschrijdend gemiddelde van de bodemdalingsnelheid. Deze snelheid wordt berekend door het jaarlijkse bodemdalingsvolume binnen een komberging te delen door de oppervlakte van de komberging. Deze belasting is voor het Pinkegat weergegeven in Figuur 7 en voor de Zoutkamperlaag in Figuur 8. De figuren presenteren de bijdrage van de gasproductie uit verschillende gasvelden aan de belasting in de komgebieden. In de figuren is de belasting boven op de snelheid van de verwachte zeespiegelstijging geplot.

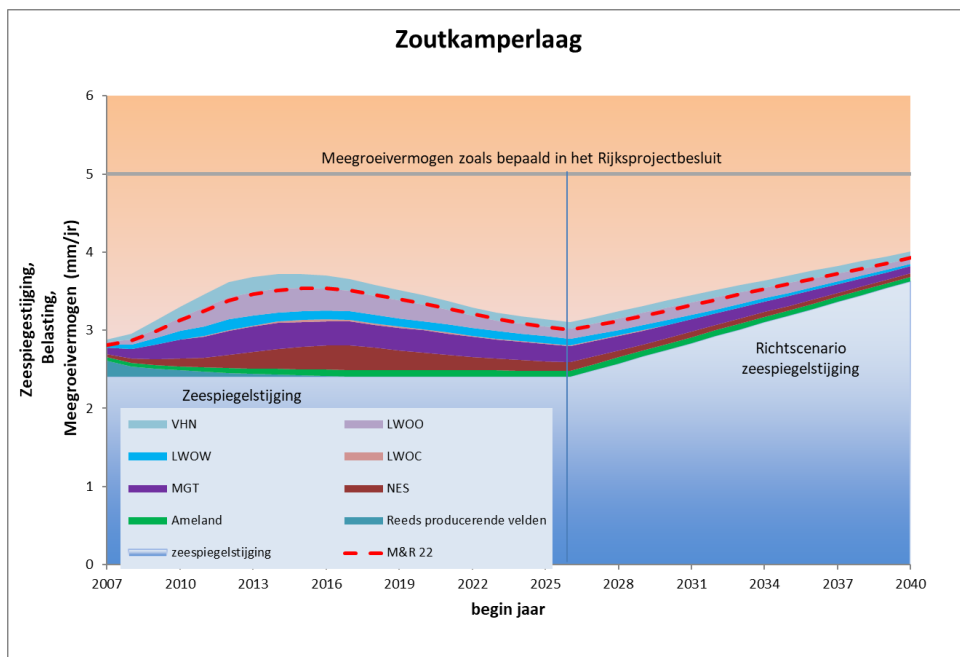
- De belasting in het Pinkegat is 1,52 millimeter per jaar in 2023. Boven op een zeespiegelstijging van 2,4 millimeter per jaar wordt ruim beneden het vergunde meegroeiervormen van 6 millimeter per jaar gebleven. De grootste bijdrage aan de belasting in deze komberging komt van

de Ameland-gaswinning, al neemt deze wel af. Gaswinning uit het veld Moddergat heeft bijna geen invloed op het Pinkegat.

- De belasting in de komberging Zoutkamperlaag is ongeveer 0,77 millimeter per jaar voor het rapportagejaar 2023. Ook voor deze komberging wordt inclusief een zeespiegelstijging van 2,4 mm ruim binnen het meegroeivermogen van 5 millimeter per jaar gebleven. Voor de Zoutkamperlaag leverde het gasveld Moddergat de grootste bijdrage aan de bodemdaling.



Figuur 7. Voorspelde belasting inclusief zeespiegelstijging voor het kombergingsgebied Pinkegat. De rood gestreepte lijn geeft de berekende belasting aan zoals gerapporteerd in de M&R-rapportage over 2022. De legenda's in de figuren corresponderen met de velden.



Figuur 8. Voorspelde belasting inclusief zeespiegelstijging voor het kombergingsgebied Zoutkamperlaag. De rood gestreepte lijn geeft berekende belasting aan zoals gerapporteerd in de M&R-rapportage over 2022. De legenda's in de figuren corresponderen met de velden.

De berekende belasting in de kombergingen in het rapportagejaar 2023 is vergelijkbaar met die berekend in de M&R-cyclus over 2022.

Remwegscenario

Om het effect van de 'hand aan de kraan'-systematiek inzichtelijker te maken, is in eerdere rapportages een remwegscenario opgenomen. De nieuwe berekeningen in de 2023 rapportage tonen een vergelijkbaar bodemdalingsmodel en daarmee zullen de conclusies voor het remwegscenario onveranderd blijven.

Deelconclusie

In het monitoringjaar 2023 is evenals in alle voorgaande jaren de bodemdaling door gaswinning binnen de gestelde gebruiksruidten van kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag gebleven.

Recent – op 25 april 2024 - is een nieuw gebruiksruidtebesluit afgegeven door het ministerie van EZK. In het eerstvolgende rapportagejaar over het jaar 2024 zal tegen het nieuwe scenario beoordeeld worden. In het beleidsscenario neemt de zeespiegelstijgingsnelheid toe van 3,60 [3,10-4,20] mm/jaar in 2024 tot 3,85 [3,35-4,45] mm/jaar in 2029. In het richtscenario neemt de zeespiegelstijgingsnelheid toe van 3,85 [3,35-4,45] mm/jaar in 2029 tot 6,8 [5,0-10,8] mm/jaar in 2050. Er wordt met het nieuwe zeespiegelstijgingsscenario geen overschrijding van het meegroeivermogen voorzien.

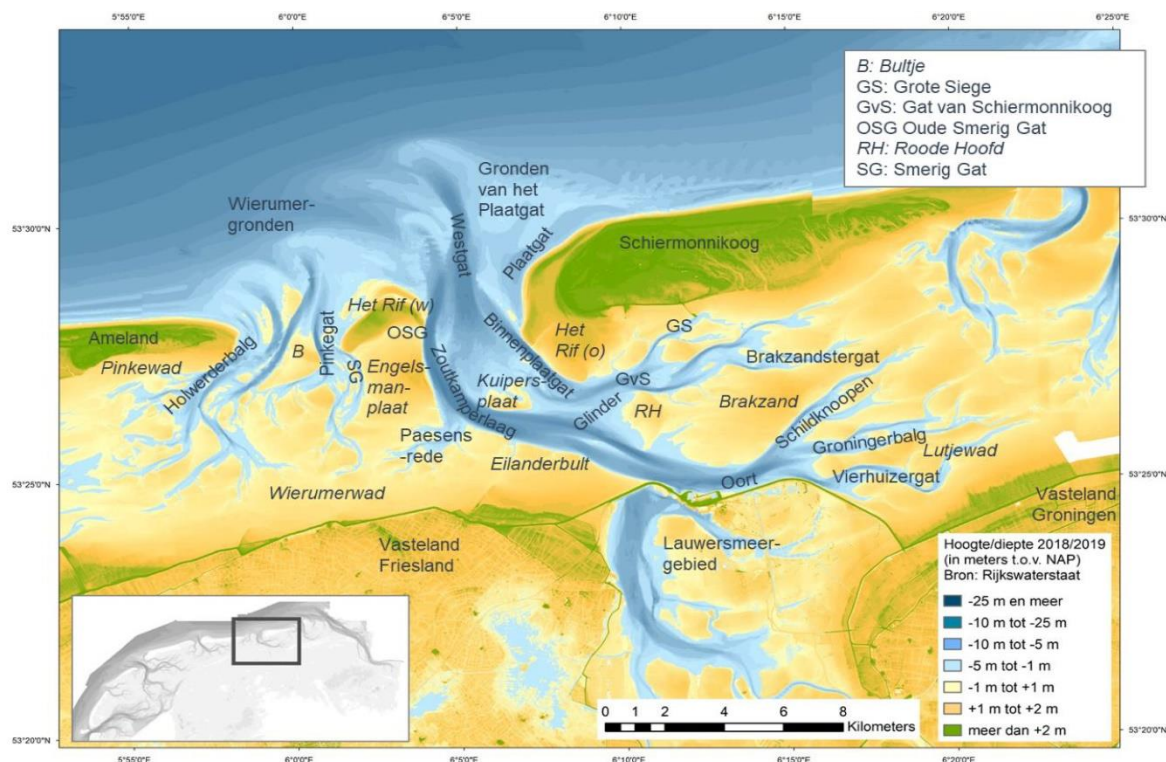
Monitoring Wadplaten areaal

De overkoepelende vraag achter de monitoring van het areaal aan wadplaten is: 'Is het areaal droogvallend wad in het Friesche Zeegat (kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag) sinds de start van de LiDAR metingen veranderd als gevolg van bodemdaling door gaswinning?'.

De onderliggende vragen zijn:

- Zijn plaatareaal en -hoogte veranderd sinds het begin van de LiDAR metingen?
- In welke mate kan bodemdaling worden aangetoond als oorzaak van de waargenomen veranderingen in morfologie?
- In welke mate is de mate van dynamiek van het plaatgedrag in het Friesche Zeegat te correleren aan andere factoren die met bodemdaling samenhangen?

De morfologische analyse is gebaseerd op de hoogteligging van het droogvallend wad in het Friesche Zeegat. Deze ontwikkeling wordt afgeleid uit een reeks LiDAR opnamen van het gebied die sinds 2010 één tot tweemaal per jaar worden genomen. In 2023 is een nieuwe opname – op 3 juni 2023 - toegevoegd aan de dataset. Figuur 9 toont een detailkaart van het onderzoeksgebied voor de monitoring van het areaal aan wadplaten.



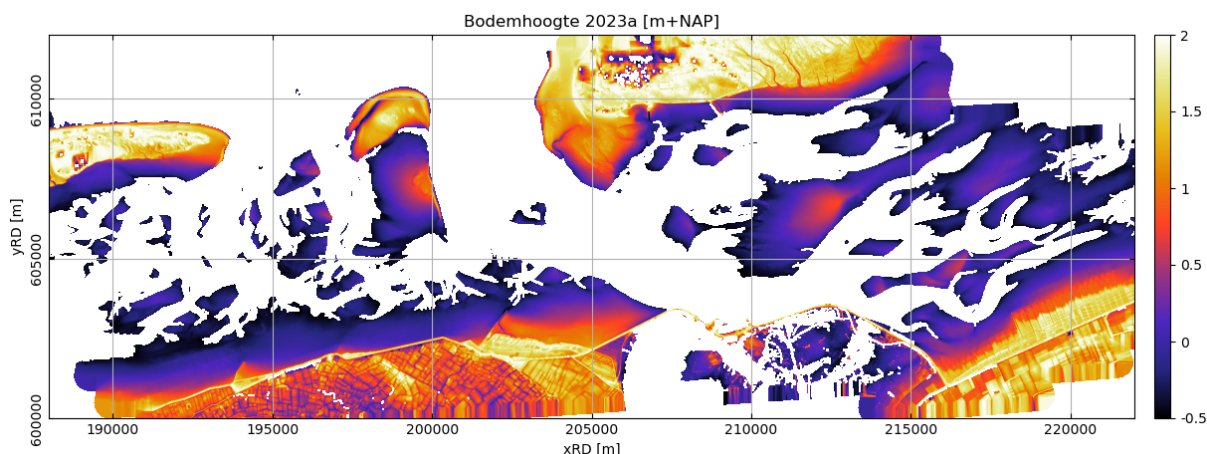
Figuur 9. Kaart van het Friesche Zeegat met belangrijkste namen van de geulen en platen (Oost et al. 2020).

Oppervlaktemetingen wadplaten in kombergingen en deelgebieden

LiDAR (Laser Imaging Detection And Ranging) is een techniek waarbij met een laserscanner vanuit een vliegtuig de hoogtes van de wadplaten worden ingemeten tijdens laagwater. Hierbij worden meerdere hoogtemetingen per vierkante meter verricht. Dit leidt tot een vlakdekkende hoogtekaart voor het gebied. In 2010 is met deze methode gestart. Sinds die tijd zijn er 21 hoogtekaarten gemaakt. Twee daarvan zijn afgekeurd omdat duidelijk te zien was dat een deel van de wadplaten nog onder water stond. Dat brengt het totaal op 19 bruikbare metingen. Jaarlijks analyseert Deltares

deze metingen. Vanaf 2021 is de LiDAR meetfrequentie terug gebracht naar één keer per jaar conform het geactualiseerde Monitoringsprogramma 2020-2026 (NAM, 2021).

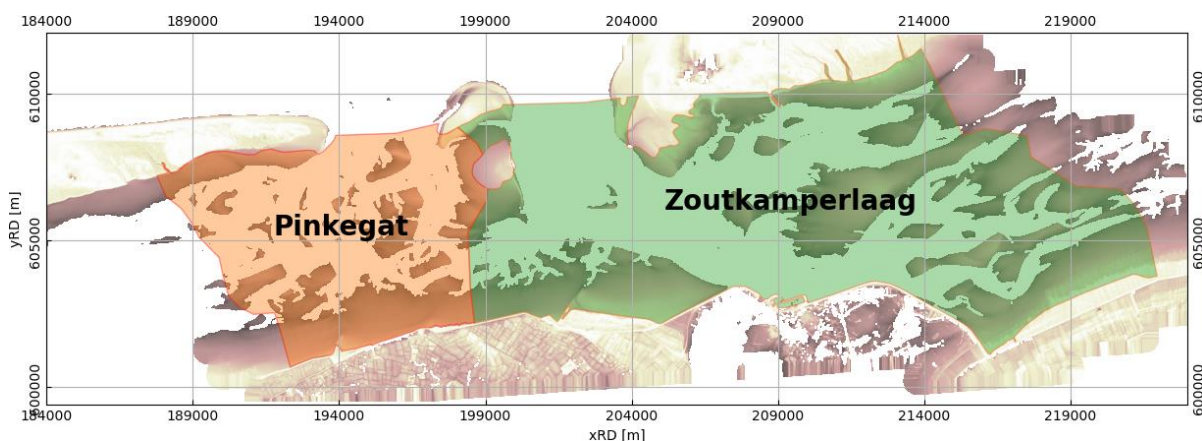
Figuur 10 toont de opname (juni 2023, Terratec) waarbij een relatieve correctie is doorgevoerd om systematische afwijkingen te corrigeren. Dit betreft een relatieve correctie ten opzichte van één referentie opname, die voor alle opnamen is berekend en doorgevoerd. Dit is voor het eerst gedaan in de analyse van 2020. In de huidige rapportage is dezelfde voorjaarsmeting 2019a als referentie aangehouden; zie ook Bijlage B van Gawehn (2024).



Figuur 10. Hoogtekaart van de ingewonnen data in juni 2023, na toepassing van correctievlak.

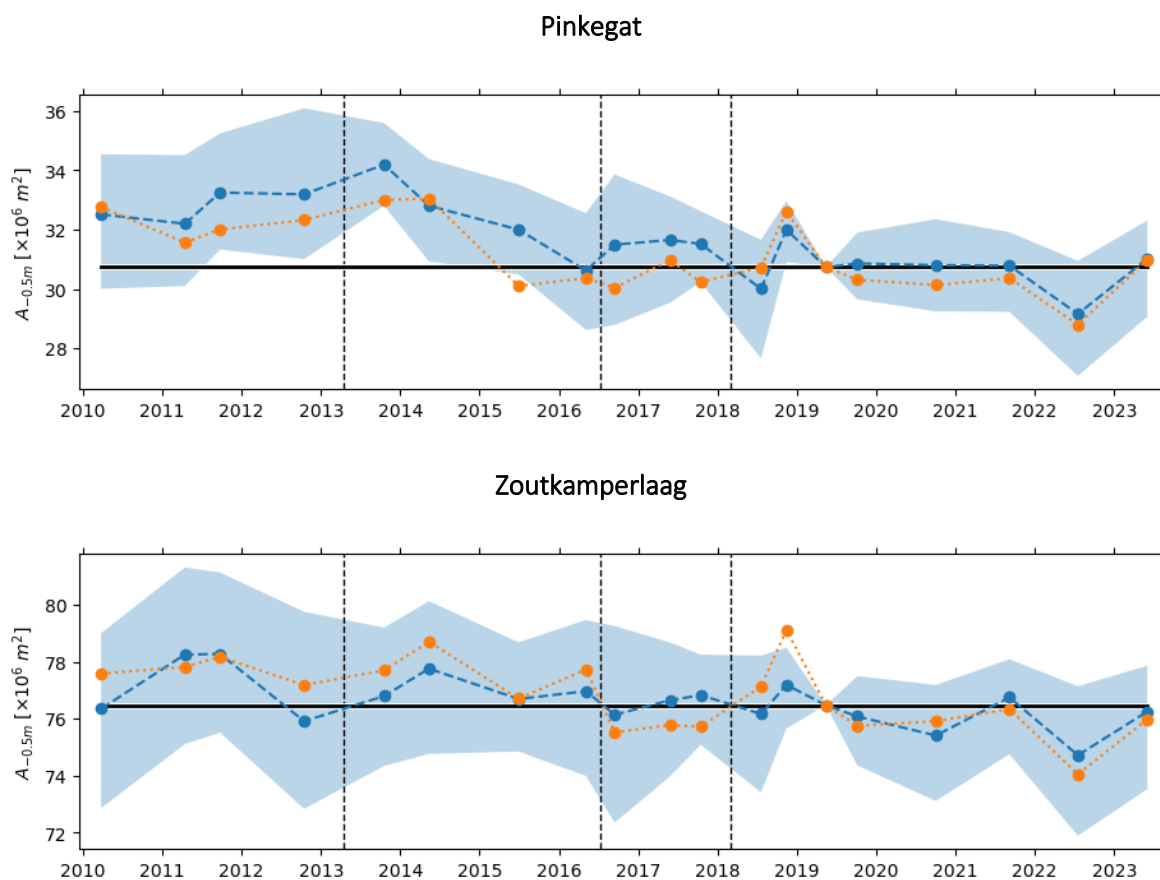
Ontwikkeling van areaal en hoogteligging wadplaten

Het Friesche Zeegat bestaat uit twee kombergingsgebieden: Pinkegat en Zoutkamperlaag, zoals aangegeven in Figuur 11. Goed zichtbaar is het schaalverschil tussen beide kombergingsgebieden. Dit verschil komt ook terug in de verschillende dynamiek in beide systemen.



Figuur 11. Analysepolygoenen voor areaalontwikkeling op kombergingschaal. Deze polygoenen zijn hetzelfde als in voorgaande jaren.

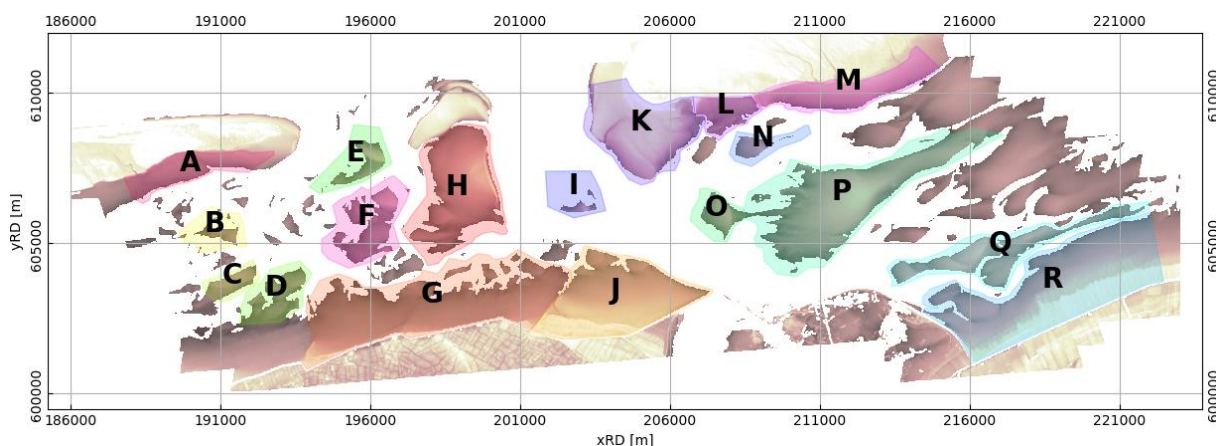
De veranderingen in plaatareaal worden zowel voor de kombergingen als voor de individuele platen geanalyseerd vanuit de LiDAR opnamen. Figuur 12 toont voor de twee kombergingen de integrale tijdsreeksen van plaatareaal boven NAP -0,5 m, geplot zowel voor de originele als de gecorrigeerde dataset.



Figuur 12. Tijdsreeksen van plaatareaal boven NAP -0.5m voor de kombergingsgebieden Pinkegat (boven) en Zoutkamperlaag (onder). De oranje reeks (●-●-) toont de originele data en de blauwe reeks (---●---) de gecorrigeerde dataset. De blauwe onzekerheidsbanden tonen het effect van een onzekerheidsmarge van de correctie. De verticale streepjeslijnen geven de wisseling van type laserscanner weer.

Het gerapporteerde plaatareaal van de Zoutkamperlaag is constanter. Het areaal in het Pinkegat suggereert een lichte afname, maar deze afname is klein ten opzichte van de onzekerheidsmarge. Vanaf 2016 is het waargenomen areaal in het Pinkegat vrij stabiel.

Hoewel de ontwikkeling van plaatareaal op kombergingsniveau geen significante verandering laat zien, toont de analyse van de deelgebieden— zie Figuur 13 — aan dat veranderingen in plaatareaal wel degelijk waargenomen kunnen worden met LiDAR metingen.



Figuur 13. Overzicht van (delen van) platen die individueel zijn bestudeerd.

Bij de interpretatie van hoogteveranderingen dient niet alleen rekening gehouden te worden met bodemdaling maar ook met het dynamische geulgedrag in het Friesche Zeegat. Een migrerende geul erodeert de aangrenzende wadplaat, terwijl aan de tegenoverliggende zijde zand afgezet wordt. Deze nieuwgevormde plaat is lager dan de geërodeerde plaat. De natuurlijke dynamiek van geulen en platen leidt dus tot veranderingen in plaathoogte, die veel groter zijn dan de effecten van bodemdaling. De morfologische dynamiek, en daardoor plaatareaal en -hoogte, wordt in belangrijke mate gestuurd door een combinatie van hydrodynamische condities, zoals bijvoorbeeld getij, en meteorologische condities.

Voor deelgebieden en individuele platen binnen het Pinkegat kan wel een afname van met name het lagere plaatareaal vastgesteld worden. Verondersteld wordt dat deze veranderingen eerder een gevolg zijn van geul-plaat dynamiek, dan dat ze op een sterke band met de diepe bodemdaling duiden. Een eenduidig bodemdalingssignaal komt hierdoor niet naar voren uit de LiDAR dataset.

In Gawehn (2023) werden significante relaties gevonden tussen veranderingen in plaatareaal en sterke westelijke wind. In het 2024 rapport van Gawehn is de kennisontwikkeling met betrekking tot de invloed van hydrologische en meteorologische condities op het plaatgedrag voortgezet. Stormachtige condities uit westelijke windrichting leiden tot een afname in plaatareaal in het gehele kombergingsgebied. Voor het Pinkegat is ook aangetoond dat hoge golven tot een afname van plaatareaal zorgen. Westelijke wind drijft de waterstand op, waardoor golven een groter plaatareaal kunnen bereiken en eroderen. De wadplaten van het Pinkegat liggen iets lager dan in de Zoutkamperlaag, waardoor het effect relatief sterker is.

Naast de LiDAR-opnames vinden er ook andere metingen plaats die informatie verschaffen over de hoogteontwikkeling van de wadplaten. Zo vinden er bij de GNSS-clusters in het gebied waterpassingen plaats (sediment grids) en worden bovenop enkele grote wadplaten sedimentatiemetingen uitgevoerd door middel van 'spijkermetingen' (Krol et al., 2024). Bij deze metingen wordt de sedimentatie gemeten ten opzichte van grondankers die 60-90 cm onder het wadoppervlak zijn geplaatst. Figuur 14 toont de meetpunten voor de spijkermetingen in het gehele onderzoeksgebied; de luchtfoto betreft een update uit 2023.



Figuur 14. Een overzicht van alle onderzoeksgebieden met de spijkermeetpunten op een luchtfoto (2023) ingetekend.

Bij Paesens worden naast de spijkermetingen op de wadplaat ook sedimentatiemetingen gedaan op de kwelder door Artemisa. Dit betreft de 'SEB-metingen' (Sedimentatie Erosie Balk, SEB), waarbij de bodemhoogte gemeten wordt met een liniaal ten opzichte van een waterpas balk op een gefixeerde hoogte. De spijkermetingen en de SEB-metingen laten bij Paesens dezelfde opslibbingstrend zien met zeer vergelijkbare waarden (Krol et al., 2024).

De spijkermetingen zijn relatief eenvoudige en kosten-efficiënte metingen om op een nauwkeurige schaal (mm niveau) en met een vrij hoge frequentie (zesmaal per jaar) sedimentatie op wadplaten te kunnen volgen. Samen geven ze een geïntegreerd beeld van de ontwikkeling van de hogere delen van de wadplaten. Omdat de metingen iedere twee maanden plaatsvinden, ontstaat er een gedetailleerd beeld van de ontwikkeling gedurende het jaar. Naarmate de meetreeksen zich uitstrekken over een langere periode winnen ze aan kracht. Pas na meer meetjaren is het mogelijk om langzame processen als diepe bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging door klimaatverandering te kunnen onderscheiden van natuurlijke variatie op kortere tijdschalen. Daarmee wordt het mogelijk om deze metingen te gebruiken om het effect van *events* (zoals stormen) te onderscheiden van gestage effecten als gevolg van bodemdaling.

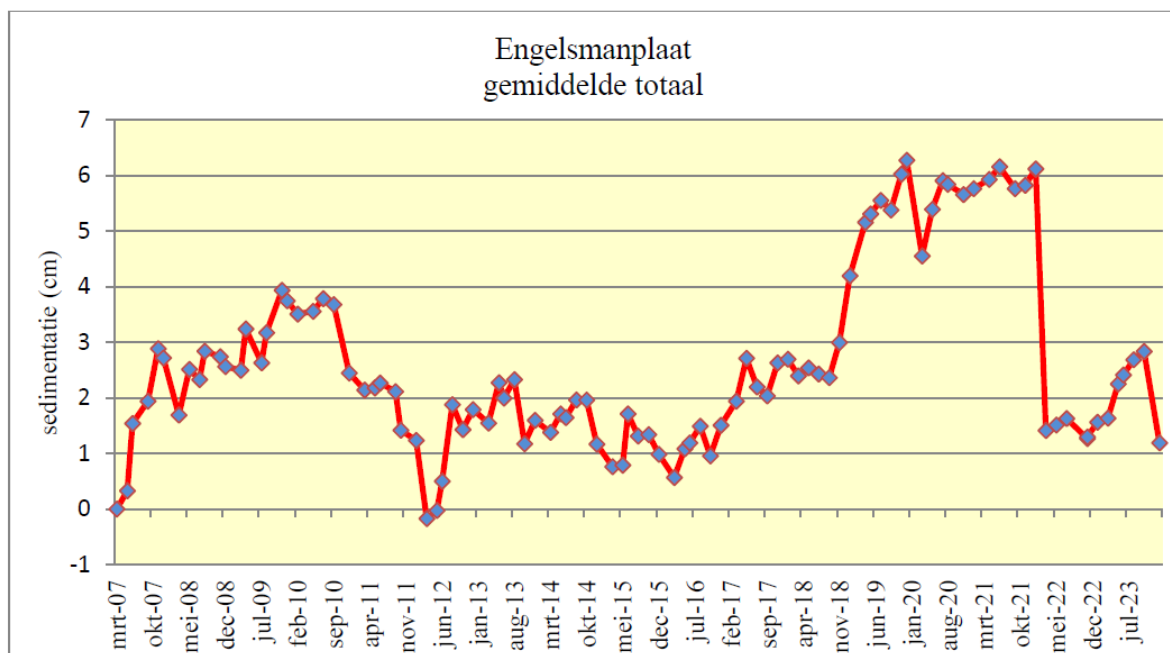
In de meetreeks van 2022 was zo'n event goed waar te nemen. Op de Engelsmansplaat werd een forse erosie gemeten van 4,6 cm. Deze erosie was vooral veroorzaakt in de periode van 16 t/m 20 februari 2022. In 5 dagen tijd kwamen 3 stormen over het gebied (bron: website KNMI). Een dergelijke 'drieling'-storm in een vrijwel aaneengesloten periode komt eens in de honderd jaar voor. Bovendien was storm 'Eunice' op vrijdag 18 februari 2022 langdurig en hoort deze bij de drie sterkste stormen van de afgelopen 50 jaar.

Figuur 15 toont de meetreeks in het jaar 2023. Vergeleken met de voorgaande meting heeft er netto meer sedimentatie plaatsgevonden. Op Schiermonnikoog en Engelsmansplaat is sprake van lichte erosie.



Figuur 15. Gemiddelde van alle sedimentatie metingen per onderzoeksgebied in het jaar 2023. Hiervoor is de gemiddelde hoogteligging in december 2023 met december 2022 vergeleken. Getallen in cm.

Specifiek voor Engelsmansplaat is goed het herstel van het sedimentatieproces te zien na de stevige stormperiode in februari 2022; zie Figuur 16. Ook in 2023 is weer de invloed van de seizoenstormen goed te zien; aan de knik aan het einde van de grafiek veroorzaakt door een zware storm die op 28 oktober 2023 plaatsvond.



Figuur 16. Gemiddelde van alle sedimentatie metingen per onderzoeksgebied in het jaar 2023. Hiervoor is de gemiddelde hoogteligging in december 2023 met december 2022 vergeleken. Getallen in cm.

Het effect van stormen werd ook op de andere meetlocaties waargenomen, wat ook bijzondere inzichten genereert. Afhankelijk van de omstandigheden zoals windrichting kan de bij ene storm erosie plaatsvinden, terwijl door een opvolgende storm juist sedimentatie plaatsvindt op dezelfde plaats. Zie voor meer toelichting Hoofdstuk 5 uit Krol et al. (2024)

Over de gehele meetreeks – die varieert van 9 tot 22 jaar – wordt evenals in de voorgaande jaren voor alle deelgebieden een sedimenttoename gemeten zie Figuur 17.



Figuur 17. Sedimentatiesnelheid per onderzoeksgebied in mm/jaar. De reeksen waarop het gemiddelde is gebaseerd variëren in lengte van 9 tot 22 jaar. De data is bijgewerkt t/m 2023.

Voor de deelgebieden onder invloed van diepe bodemdaling, wordt bij het oostelijk deel van Ameland gezien dat er sprake is van een netto-bodemdaling (verdieping) in een beperkt gebied ten zuiden van het Oerd en De Hon. De diepe daling door gaswinning is hier, ten oosten van het wantij, groter dan de sedimentatie aan het oppervlak. De achterblijvende sedimentatie maakt waarschijnlijk deel uit van morfologische en hydrodynamische veranderingen in een veel groter gebied rond Oost-Ameland. Denk hierbij vooral aan de cyclische dynamiek van het Pinkegat en de veranderende lengte van de oostpunt, maar ook kustsuppleties en zeespiegelstijging kunnen hierbij een rol spelen (van der Lugt et al. 2020). Ook is er sprake van afslag van de kwelderrand langs de zuidrand van het Oerd en De Hon en is het debiet van de Oerdsloot toegenomen na verwijdering van betonnen drempels (Kuiters et al. 2020). Dit heeft mogelijk invloed op de waterstroom vanuit de Oerdsloot naar het oosten door het gebied waar de netto daling plaats vindt.

Bij Paesens was in 2022 sprake van een gemiddelde netto bodemdaling bij een aantal stations die rondom de kop van de strekdam zijn gelegen. Dit is een situatie die in februari 2022 is ontstaan na een korte maar hevige periode met drie zware stormen. Maar bijna 2 jaar later – in december 2023 - is het gebied weer opgevuld door sediment en hebben vrijwel alle meetstations na aftrek van diepe daling door gaswinning een positieve sedimentatiebalans. Ook de lokale lagere sedimentatie westelijk van de strekdam bij Paesens en de veel hogere sedimentatie in oostelijke richting staat niet alleen in causaal verband met gaswinning maar maakt ook deel uit van de veel grootschaliger morfologische en hydrodynamische veranderingen in het hele gebied tussen Moddergat en Lauwersoog door menselijke ingrepen. Te denken valt aan de aanleg van de strekdammen en de dijkaanleg langs de kust en de afdamming van het Lauwersmeer (Wang, 2007).

De spijkermetingen zijn ook vergeleken met zowel de LiDAR dataset voor de wadplaten (Gawehn, 2024) als met de SEB-metingen op de kwelder van de Peazemerlannen (Van Duin, 2024). Vergelijkingen laten dezelfde opslibbingstrend zien met vergelijkbare waarden (hoofdstuk 4, Krol et al. (2024) en hoofdstuk 4, Van Duin (2024)).

Interpretatie trends en deelconclusie

- De 2023 LiDAR-opname past wederom goed in de meetreeks. Het gerapporteerde plaatareaal van de Zoutkamperlaag is constanter gebleven door de tijd heen dan het plaatareaal van het Pinkegat. Voor het Pinkegat suggereert de meetreeks een geringe afname van het plaatareaal over de tijd, maar deze afname is klein en valt binnen de onzekerheidsmarge. Vanaf 2016 is het waargenomen areaal in het Pinkegat vrij stabiel. Daarmee laten de LiDAR data geen effecten van bodemdaling zien.
- De morfologische dynamiek, en daardoor plaatareaal en -hoogte, wordt in belangrijke mate gestuurd door een combinatie van meteorologische en hydrodynamische condities. Stormachtige condities uit westelijke windrichting leiden tot een afname in plaatareaal in het gehele kombergingsgebied. Westelijke wind drijft ook de waterstand op, waardoor golven een groter plaatareaal kunnen bereiken en eroderen. De wadplaten van het Pinkegat liggen iets lager dan in de Zoutkamperlaag, waardoor het effect relatief sterker is. In alle relevante deelonderzoeken komt 'een herstel' van areaal en hoogte naar voren na de uitzonderlijke stormperiode in februari 2022.

TE HANTEREN BESLISSHEMA

B Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel habitattypes <i>Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet</i>			
1	Negatieve en duidelijke trend in oppervlakte?	Y → 2	N → 5
2	Trend anders dan in referentiegebieden? (indien van toepassing)	Y → 3	N → 5
3	Trend een bekende oorzaak? (anders dan bodemdaling door gaswinning)	Y → 5	N → 4
4	Verhoudt de trend zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)	Y → 9	N → 5
5	Negatieve en duidelijke trend in kwaliteit van het habitatype?	Y → 6	N → 10
6	Trend anders dan in referentiegebieden (indien van toepassing)?	Y → 7	N → 10
7	Trend een bekende oorzaak? (anders dan bodemdaling door gaswinning)? <i>Denk aan de autonome ontwikkeling, beheermaatregelen, etc.</i>	Y → 10	N → 8
8	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)	Y → 9	N → 10
9	Oordeel: Een effect van bodemdaling door gaswinning kan niet worden uitgesloten. <ul style="list-style-type: none"> Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen (Hand aan de Kraan). 		
10	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling door gaswinning op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.		

TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

Vraag 1: *Is er sprake is van een negatieve en duidelijke trend in de oppervlakte van het habitat? (hierbij dient ook bij twijfel “Ja” geantwoord te worden)*

Antwoord: Zowel voor het Pinkegat als voor de Zoutkamperlaag is dit niet het geval → 5



Vraag 5: *Is er een negatieve en duidelijke trend in de kwaliteit van dit habitatype?*

Antwoord: (het antwoord komt uit het onderzoek: “Vogelsoorten en kwaliteit droogvallende wadplaten”

- Wanneer naar het schelpenbestand wordt gekeken, dan lijkt de totale beschikbaarheid af te nemen, door met name de kokkel.
- Het bestand kreeftachtigen fluctueert sterk, er is geen duidelijke trend. Daarom kan niet worden uitgesloten dat dit het gevolg is van *sampling variance* (Taal et al 2020).
- Het bestand aan wormen laat na jaren van lichte stijging, in 2023 plots een afname zien. Het gehele wormenbestand – volumegrootte - wijkt niet af van de algehele trend.

Op basis van de ontwikkeling van het kokkel- en wormenbestand wordt verwezen naar → 8



Vraag 8: *Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)*

Antwoord: De afname van het kokkelbestand is zichtbaar in het gehele Waddenzeegebied en wordt mede gerelateerd aan het uiblijven van nieuwe broedval en overmatige sterfte van Kokkels door hittegolven (Troost et al. 2022) → 10



→ 10 OORDEEL:

ER IS GEEN EFFECT VAN BODEMDALING OP DE INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN VASTGESTELD VOOR HET BETREFFENDE MONITORINGJAAR.

Vogelsoorten en kwaliteit droogvallende wadplaten

De kwaliteit van het habitatype 'bij eb droogvallende slik- en zandplaten' wordt bepaald door de habitatdiversiteit en de daarmee gepaard gaande biodiversiteit. De kwaliteitseisen die gesteld worden aan het habitat bestaan uit abiotische randvoorwaarden, typische soorten, vegetatie en kenmerken van een goede structuur en functie (profieldocument H1140).






De belangrijkste natuurlijke functie van de wadplaten is die van foerageergebied voor de grote aantallen vogels die voorkomen langs de Oost-Atlantische trekroute (*Flyway*), en van de Waddenzee afhankelijk zijn.

Naast trekvogels zijn er ook soorten, zoals de Kluut, die in het Waddengebied overwinteren en soorten die in het gebied broeden. De vogels vormen de Natura 2000-doelsoorten die van een goede kwaliteit wadplaten afhankelijk zijn. Tabel 9 geeft een overzicht van de doelsoorten die gedurende laagwater op de wadplaten foerageren en waarvoor een mogelijk effect van bodemdaling door gaswinning binnen deze monitoring wordt onderzocht (Duijns *et al*, 2024).

Tabel 9. Overzicht van aantalsontwikkelingen in relatie tot de ontwikkeling van de gemodelleerde draagkracht van het foerageergebied per vogelsoort.

SOORT	TRENDS	DRAAGKRACHT GEBIED
 <p>Bergeend</p>	In de periode 1994-2022 was het aantal Bergeenden in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag stabiel; de laatste jaren nemen de aantallen toe.	Het totale voedselaanbod voor de Bergeend laat geen negatieve trend zien.
 <p>Pijlstaart</p>	Het aantal Pijlstaarten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag neemt toe. Voor de kortere termijn is de trend positiever dan in andere delen van de Nederlandse Waddenzee.	In het algemeen laat de voedselbeschikbaarheid sinds 2008 geen significante trend zien. Wel lijkt er een afname te zijn in schepdieren en kreeftachtigen. Daarnaast zijn Pijlstaarten ook aangewezen op voedsel buiten de wadplaten, zoals bladdelen en zaden van kwelderplanten.
 <p>Scholekster</p>	Het aantal Scholeksters dat in de Waddenzee overwintert neemt al sinds 1990 af. Deze trend is ook te zien in het Pinkegat en in de Zoutkamperlaag.	Kokkels zijn de belangrijkste voedselbron voor Scholeksters. Sinds 2011 is er geen grote broedval meer geweest. Daarnaast is er verhoogde sterfte aan Kokkels door de warme zomers; hierdoor blijft het aanbod Kokkels laag.

SOORT	TRENDS	DRAAGKRACHT GEBIED
 <p data-bbox="204 483 264 510">Kluut</p>	<p data-bbox="549 275 975 465">Het aantal Kluten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag is stabiel over de langere termijn. De laatste jaren lijkt er een toenemende trend te zijn, waarmee dit positief afwijkt van de rest van het Waddengebied.</p>	<p data-bbox="1000 275 1394 367">Het specifieke voedselaanbod voor Kluten lijkt in Pinkegat en Zoutkamperlaag voorhanden te zijn.</p>
 <p data-bbox="204 781 339 808">Zilverplevier</p>	<p data-bbox="549 551 975 801">Het aantal Zilverplevieren in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag is de laatste twintig jaar langzaam toegenomen, maar wordt nog als stabiel beoordeeld. Dit is vergelijkbaar met de rest van de Waddenzee, en positiever dan de trend in Duitsland en Denemarken.</p>	<p data-bbox="1000 551 1430 736">Gewezen wordt op 'lokale' oorzaken voor de ontwikkeling. De Zilverplevier is een uitgesproken wormeneter. De Zeeduizendpoot is prominent aanwezig en laat sinds 2014 een sterke toename zien, al laat 2023 een afname zien.</p>
 <p data-bbox="204 1079 368 1106">Bontbekplevier</p>	<p data-bbox="549 848 975 1066">Het aantal Bontbekplevieren in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag neemt nog steeds toe. Dit geldt ook voor het gehele Waddengebied, al lijkt in Pinkegat en Zoutkamperlaag deze trend wel iets sterker.</p>	<p data-bbox="1000 848 1430 1034">Net als voor de Zilverplevieren, geldt dat de oogstbare hoeveelheid voedsel - met name wormen - voor Bontbekplevieren in de loop der tijd is toegenomen, al laat 2023 een afname zien.</p>
 <p data-bbox="204 1458 408 1485">Kanoetstrandloper</p>	<p data-bbox="549 1146 975 1308">Kanoeten laten voor de lange termijn in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag een lichte stijgende trend zien. Voor de korte termijn wordt deze als stabiel beoordeeld.</p>	<p data-bbox="1000 1146 1430 1404">Schelpdieren als Kokkels en Nonnetjes vormen het belangrijkste voedselaanbod. Het aanbod aan Nonnetjes is sinds 2014 redelijk stabiel; het aanbod Kokkels laat sterke schommelingen zien. Vanaf 2020 lijkt de aanwezige biomassa stabiel, maar op een lager niveau.</p>
 <p data-bbox="204 1747 427 1774">Drieteenstrandloper</p>	<p data-bbox="549 1525 975 1742">Het aantal Drieteenstrandlopers in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag laat op de lange termijn een stijgende trend zien. Op de kortere termijn is deze stabiel. De toename komt overeen met de spectaculaire toename langs de Oost-Atlantische trekweg.</p>	<p data-bbox="1000 1525 1430 1711">Er bestaan diverse hypothesen voor de opvallende toename. Het effect op het Arctisch gebied door de opwarming van de aarde zou er toe kunnen leiden dat de Drieteenstrandloper vaker 'double breeding' toepast.</p>

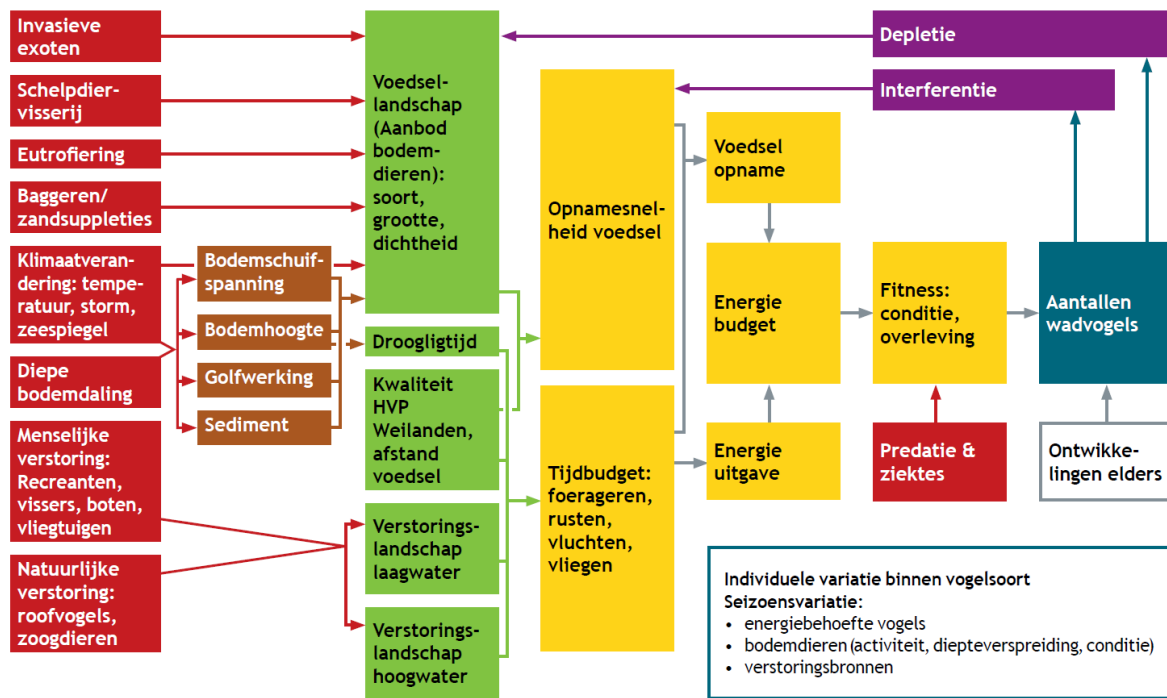
SOORT	TRENDS	DRAAGKRACHT GEBIED
 <p>Bonte Strandloper</p>	<p>In de kombergingen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag is sprake van stabiele aantallen Bonte Strandlopers, zowel op de korte als de lange termijn. Dit wijkt af van de andere delen van de Nederlandse Waddenzee, waar sprake is van een lichte toename. In de Duits-Deense Waddenzee is sprake van een duidelijke afname.</p>	<p>De stabiele trend kan mogelijk verklaard worden met het feit dat het beschikbare voedsel over de langere termijn ook stabiel is gebleven.</p> <p>Een andere verklaring voor de sterke toename in het Nederlandse Wad is een verschuiving van het Duits-Deense deel richting het westen.</p>
 <p>Rosse Grutto</p>	<p>In de periode 1995-2008 is het aantal Rosse Grutto's in zowel het Pinkegat als de Zoutkamperlaag afgenomen, maar op de korte termijn wordt de trend als stabiel beoordeeld.</p> <p>In de rest van de Nederlandse Waddenzee is deze ook stabiel.</p>	<p>Het voedselaanbod voor de Rosse Grutto's vertoont een stabiele trend.</p>
 <p>Wulp</p>	<p>Het aantal Wulpen in het gebied Pinkegat-Zoutkamperlaag neemt licht af, terwijl dit in de rest van de Nederlandse Waddenzee over de langere termijn stabiel is. De laatste jaren nemen ook hier de aantallen licht af.</p>	<p>Voor de Wulp zijn er geen signalen dat het voedselaanbod in dit gebied verslechtert. Wat wel kan spelen is dat, naast het wad tijdens het laag water, weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp.</p> <p>Daarnaast is de Wulp de schuwste wadvogel en kunnen lokale activiteiten verstorend werken.</p>
 <p>Tureluur</p>	<p>In de periode 2008-2021 is het aantal Tureluurs in het gebied Pinkegat-Zoutkamperlaag licht afgenomen. Vanaf 2014 vindt stabilisatie plaats.</p> <p>Voor de rest van de Nederlandse Waddenzee is het beeld stabiel.</p>	<p>Er lijken voor de Tureluur andere factoren dan voedsel in het geding te zijn. De afname van de Noord-Europese populatie kan een rol spelen in de aantallen voor het gehele Waddengebied.</p>
 <p>Steenloper</p>	<p>Sinds 2015 vertoont de Steenloper een sterk stijgende trend.</p> <p>Dit is gelijk aan de trend in de gehele Nederlandse Waddenzee.</p>	<p>Het blijft opvallend dat het voedselaanbod daalt en de aantallen Steenlopers stijgen. Mossel- en Oesterbanken lijken een belangrijk foerageerhabitat voor Steenlopers.</p> <p>Daarbij moet opgemerkt worden dat het specifieke dieet van de Steenloper ook niet heel goed bekend is.</p>

Evenals in 2022 geldt voor 2023 dat voor slechts twee van de dertien onderzochte vogelsoorten een negatieve trend wordt waargenomen. De twee vogelsoorten zijn de Scholekster en de Wulp

- Voor de Scholekster geldt dat hun (negatieve) aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag niet verschilt met die in de rest van de Waddenzee. Er lijken meerdere factoren van invloed te zijn op de algemene achteruitgang van de Scholekster. Overbevissing van de mosselbanken in de jaren '80 van de vorige eeuw en het overwoekeren van mosselbanken door de intrede van de Japanse oester. Kokkels zijn ook een belangrijke voedselbron voor de Scholekster. Sinds 2011 is er geen grote broedval van de schelpdier soort en in Waddenzee geweest en daarbij is er verhoogde sterfte geweest door de hitte van de afgelopen zomers. Het aanbod kokkels blijft hierdoor laag.
- Voor de Wulp zijn er geen indicaties dat het voedselaanbod in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag verslechtert. Wat een rol kan spelen is dat naast het wad ook de weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp (Ens & Zwarts 1980, Navedo et al. 2019). In deze monitoring wordt het voedselaanbod op de weilanden echter niet meegenomen. Een ander aspect dat kan spelen is het element verstoring. De Wulp is van nature zeer gevoelig voor verstoring en is veruit de schuwste wadvogel, met de grootste vliegafstand voor mensen. Zo is in de periode 2015-2017 op Ameland de dijk versterkt, die werkzaamheden bleken veel grotere gevolgen te hebben voor overtuigende vogels dan eerder voorspeld. Daarbij reageerden de Wulpen het sterkst op de werkzaamheden (Kersten et al. 2014): naar schatting ontbrak er 74% ten opzichte van de nulmonitoring van 2014 (Kersten et al. 2016). In 2021 is ook gestart met de dijkversterking Lauwersoog-Koehoorn, welke nog meerdere jaren in uitvoering blijft.

In de afgelopen jaren is door de onderzoekers van SOVON gewerkt aan een signaleringsmonitoring van eventuele negatieve gevolgen van bodemdaling door gaswinning op beschermde vogelsoorten. Hiervoor zijn proxies voor draagkracht ontwikkeld. Dankzij de hoge onderlinge correlatie voldeden zij als instrument voor de signaleringsmonitoring, maar het beperkte succes bij de validatie betekent dat begrip over de factoren die verspreiding van de onderzochte wadvogels in de Waddenzee bepalen en veranderingen in die verspreiding sturen vooralsnog beperkt is.

In Ens et al. (2021) werd een voorstel gedaan om de effectketen op dit vlak sterk uit te breiden en te verdiepen, waarmee de onderzoekers verwachten dat de voorgestelde aanpak ook tot een groter aantal gevalideerde proxies voor draagkracht zal leiden. Figuur 18 toont de schematische weergave van de uitgebreide effectenketen.



Figuur 18. Schematische weergave effectenketen Die beschrijft hoe verschillende factoren, waaronder bodemdaling door gaswinning, doorwerken op de vogelaantallen in het leefgebied van een getijdepopulatie.

In het kort samengevat: de effectketen beschrijft in meer detail hoe drukfactoren (rood), zoals diepe bodemdaling door gaswinning, via abiotiek (bruin), voedsellandschap en verstoringslandschap (groen), doorwerken op tijd- en energiebudget en fitness van de vogels (geel) en daarmee uiteindelijk op de aantallen vogels (blauw). Die vogelaantallen worden natuurlijk ook bepaald door de ontwikkelingen elders (wit) en er is een terugkoppeling van vogelaantallen via voedselconcurrentie (paars) naar het voedsel(landschap).

Met de introductie van de toepassing van *Structural Equation Modelling* (SEM) in de 2021 rapportage (Duijns et al. 2022) is hiermee voor een aantal vogelsoorten een eerste verdiepende stap gezet om tot een andere benadering voor draagkracht te komen. Het doel van de SEM analyse is om de aantallen vogels op de hoogwatervluchtplaatsen statistisch te relateren aan het beschikbare voedsel op de nabijgelegen wadplaten. Het model is in de 2022 rapportage uitgebreid met betrekking tot verschillende temporele biomassa-parameters en een drietal vogelsoorten. In 2023 zijn nu ook alle vogelsoorten aan de analyse toegevoegd en is ook de droogvalduur net als in Wadmap in het model opgenomen.

De tot nu toe ontwikkelde SEM analyse laat zien, dat het de voedselbeschikbaarheid nog niet bij alle soorten de aantallen vogels in de verschillende deelgebieden even goed kan verklaren. Dit laatste geldt met name bij soorten met een breed spectrum aan voedsel (prooien) en soorten die in grote groepen foerageren. Op basis van drie jaar ontwikkeling van de SEM analyse zal een evaluatie plaatsvinden om vast te stellen wat de belangrijkste ontwikkelgebieden en aandachtspunten voor het model zijn. De aangedragen aanbevelingen in het 2023 rapport vormen hier de basis voor.

TE HANTEREN BESLISSCHEMA

A	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel vogels (N2000-soorten) <i>Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet</i>		
1	Negatieve trend populatieomvang beïnvloedingsgebied?	Y → 2	N → 8
2	Is de geobserveerde trend (in 1) anders dan in referentiegebieden? (indien beschikbaar/ relevant)	Y → 3	N → 8
3	Trend een bekende oorzaak? (anders dan diepe/maaiveld bodemdaling en anders dan bij 4)	N → 4	Y → 8
4	Verhoudt de trend zich tot de ontwikkeling van de draagkracht van het gebied m.b.t. specifieke functies van het gebied voor de betreffende soort? (effectketen) <i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies, vegetatiestructuur, oppervlakte ondiep water, etc. Hierbij gaat het ook om de eigenschappen van de trends: misschien is de afname van de vogelaantallen eerder begonnen dan van de draagkracht... etc.</i>	Y → 5	N → 8
5	Heeft de trend in de draagkracht/gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/maaiveldaling) <i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing, waterpeil, predatie, methodische veranderingen, etc.</i>	N → 6	Y → 8
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel) (is er een mogelijke relatie)	Y → 7	N → 8
7	<p>Oordeel: Een effect van bodemdaling door gaswinning kan niet worden uitgesloten.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. ▪ Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen (Hand aan de Kraan). 		
8	<p>Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling door gaswinning op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.</p>		

TOEPASSING VAN HET BESLISSHEMA

Vraag 1: *Is er sprake is van een negatieve trend in de populatieomvang in het beïnvloedingsgebied?)*

Antwoord: dat is het geval voor de soorten Scholekster en Wulp → 2



Vraag 2: *Is de geobserveerde trend anders dan in het andere deel van de Waddenzee?*

Antwoord: dat is het geval voor de Wulp → 3



Vraag 3: *Heeft deze trend een andere oorzaak dan bodemdaling?*

Antwoord: de Wulp kan erg gevoelig zijn voor gebiedsverstoreningen. Dit is slechts een deel van het antwoord → 4



Vraag 4: *Hoe verhoudt de trend zich tot de ontwikkeling van de draagkracht van het gebied m.b.t. specifieke functies van het gebied voor de betreffende soort? (effectketen)*

Antwoord: Voor de Wulp is de draagkracht-voedselbeschikbaarheid van Pinkegat en Zoutkamperlaag om te kunnen foerageren niet afgenomen. → 8



→ 8 OORDEEL:

ER IS GEEN EFFECT VAN BODEMDALING OP DE INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN VASTGESTELD IN HET BETREFFENDE MONITORINGJAAR.

Deelconclusie

Op basis van Duijns et al. (2024) kan geconcludeerd worden, dat er geen aanwijzingen zijn voor een effect van bodemdaling door gaswinning op de beschermde vogelsoorten of op de voedselbeschikbaarheid van de wadplaten als foerageergebied voor de Natura-2000 doelsoorten.

Kweldermonitoring Peazemerlannen



In het noordoostelijk deel van Friesland, direct ten westen van het Lauwersmeer, ligt buitendijks het gebied van de Peazemerlannen. De Peazemerlannen is een oude polder waar in 1973 en 1979 delen van de dijk doorgebroken zijn, waarna de polder verkwelderd is. Het is nu een natuurgebied bestaande uit een beweidde zomerpolder en een niet-beweidde kwelder met een pionierzone op het voorliggende wad.

In totaal is het begroeide gebied ca. 200 hectare groot. Deze ‘vastelandskwelder’ staat onder invloed van diepe bodemdaling door de gasproductie uit de gasvelden Moddergat en Nes. De gemiddelde diepe bodemdaling in dit gebied over de periode 2007-2023 bedraagt ca. 3,5 mm/jaar.

Kwelders zijn wadplaten die begroeid zijn geraakt met vegetatie die bij hogere waterstanden overstromen. Tijdens een overstroming van de kwelder bezinkt er slib tussen de vegetatie, waardoor in de loop van de tijd de maaiveldhoogte toeneemt. In de tijd kunnen zich naast pioniersvegetatie – zoals Zeekraal (*Salicornia spp.*) – ook meerjarige planten gaan vestigen (successie) en uiteindelijk zal de vegetatie op de hoge kwelder een climaxstadium bereiken. Op de Peazemerlannen heeft een groot deel van de kweldervegetatie dit climaxstadium bereikt en domineert Zeekweek (*Elytrigia atherica*).

De kwelder van de Peazemerlannen is onderdeel van het Natura 2000-gebied Waddenzee. De beleidsdoelstelling voor dit gebied is: ‘Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras’.

De kweldermonitoring in de Peazemerlannen, in het licht van de bodemdaling als gevolg van de gaswinning onder het gebied, richt zich op de volgende hoofdvragen:

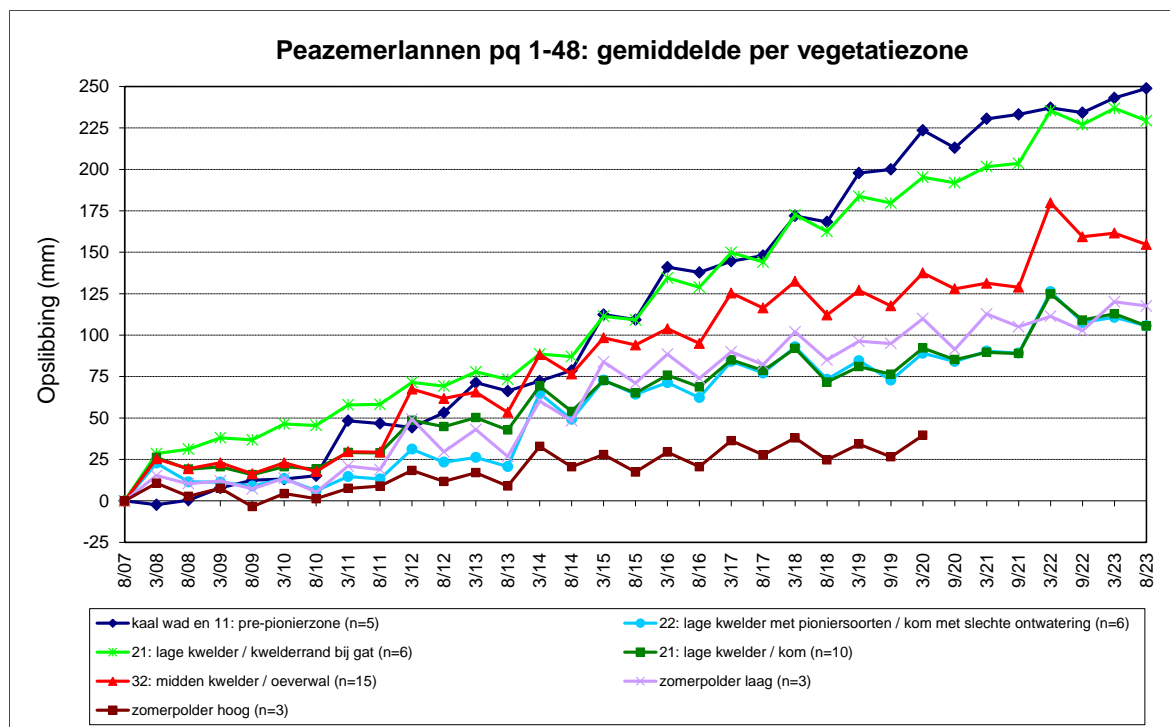
1. Wat is de verandering van maaiveldhoogte (bodemdaling + opslibbing) en hoe verhoudt deze zich tot de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) en grenswaarde (10-15 cm onder de ondergrens van een vegetatiezone) voor maaiveld daling voor de vegetatiesamenstelling?
2. Wat zijn de veranderingen in vegetatie (successierichting) en areaal van de vegetatiezones, en welke factoren, incl. opslibbingbalans, ontwatering, beweiding, veranderingen in GHW, kunnen de verandering verklaren? Hierbij moet ook aandacht zijn voor eventuele cumulatie van effecten veroorzaakt door deze factoren.

De onderzoeksresultaten zijn beschreven in: Van Duin (2024) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en referentiegebieden: Jaarrapport 2023 [Artemisia-rapport 2024-01].

Voor het onderzoek worden ook metingen uitgevoerd in een referentiegebied in West-Groningen waar geen bodemdaling als gevolg van gaswinning optreedt en nog een aantal referentiepunten in Noord-Friesland Buitendijks, Holwerd en Julianapolder.

Opslibbing

In de periode 2007 – 2023 is bij alle vaste meetpunten (pq's) gemiddeld een toename van de maaiveldhoogte opgetreden (Figuur 19). De gemiddelde jaarlijkse netto opslibbing in de pionierszone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 7-11 mm/jaar. In de zomerpolder is gemiddeld een opslibbing gemeten van 7 mm/jaar in de lage delen aan de oostkant. Op het kale wad en in de pre-pionierszone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 16 mm/jaar.



Figuur 19. Gemiddelde cumulatieve netto-opslibbing (mm) per vegetatiezone (met SALT97 code) in de kwelder en deelgebied in de zomerpolder op basis van SEB-metingen in de Peazemerlannen van 2007-2022. Data betreffende de zomerpolder-hoog vanaf 9/20 ontbreken wegens het afmaaien van de SEB-palen.

In dezelfde periode bedroeg de gemiddelde bodemdaling 3,4 mm/jaar en was de gemiddelde hoogwaterstijging 4 mm/jaar (trend Lauwersoog 2007-2023¹). Er zijn 17 van de 48 meetpunten die gemiddeld een lagere opslibbing hebben dan 7,5 mm/jaar. Daarnaast zijn er nog vier meetpunten met een een gemiddelde opslibbing daar net boven.

De locatie (een hooggelegen zomerpolder, ligging naast of in een poel, een grote afstand tot het wad of een kreek) al dan niet in combinatie met een vertrapping door beweiding of een afwisselend natte en droge bodem van een poel (waardoor verweking, erosie en inklinking optreedt) zijn bepalend voor de lage opslibbing. Zodra een poel weer gedraineerd wordt, door aansluiting op een kreek via van nature voorkomende terugschrijdende erosie, zal ook de sedimentaanvoer en vegetatieontwikkeling op gang komen.

Wat bij een aantal pq's met een beperkte opslibbing ook nog een rol gespeeld kan hebben, is dat in 2018, 2019, 2021, 2022 als ook in 2023 specifiek schapenbeweiding heeft plaatsgevonden, veroorzaakt door uitbraak of onjuist uitrasteren, in een deel van of de gehele westelijke kwelder. Dit heeft bij enkele pq's tot vertrapping en daarmee inklink geleid. Verder waren 2018, 2019 en 2020 erg droge jaren, wat inklink door uitdroging veroorzaakt kan hebben. Daarnaast zijn er weinig sediment

¹ Mogelijk dienen de jaargemiddelden voor hoogwater bij het meetpunt Lauwersoog nog gecorrigeerd worden voor bodemdaling. In het volgend jaarrapport wordt hierop teruggekomen.

aanvoerende hoge tijen geweest in 2018 en 2019. Wanneer er in een jaar wel stormtijden voorkomen met hoge waterstanden, zoals bij de drie opeenvolgende februari-stormen in 2022 gebeurde, dan kan dat de gemiddelde opslibbing ineens sterk laten toenemen.

In het referentiegebied West-Groningen (zonder bodemdaling) is de gemiddelde netto-opslibbing lager dan in de Peazemerlannen. Bij de meeste meetpunten liggen de belangrijkste oorzaken hiervan niet aan het wegspoelen van sediment (erosie) of afgenomen opslibbing. Oorzaak is een verlaging van het maaiveld door vertrapping en compactie veroorzaakt door beweiding die na 2013 op verschillende locaties is gestart en/of is toegenomen.

Geconcludeerd kan worden dat het gebied van de Peazemerlannen gemiddeld in voldoende mate opslibt om de bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging te compenseren. Alleen voor de hooggelegen delen van de zomerpolder geldt dit niet. De beperkte aanvoer van sediment speelt daar een rol in. Dit is mede een gevolg van bijvoorbeeld 'blokkades' door zomerkades, (gedeeltelijk) door sediment/vegetatie geblokkeerde duikers en door de vrij hoge ligging van de pq's. Dit zorgt voor een lagere opslibbing in verhouding tot de kwelder. Verder heeft ook compactie, veroorzaakt door de beweiding en vertrapping, invloed op de maaiveldhoogte en drainage in de zomerpolder. In droge jaren kan daar nog inklinking door uitdroging aan worden toegevoegd.

Ontwikkeling kweldervegetatie en pionierszone

De ontwikkeling van vegetatie bij de meeste monitoringsvakken is stabiel of vertoont successie ten opzichte van de situatie in 2007. Er zijn geen meetvlakken die regressie van de vegetatie vertonen.

Dit laat zien dat er tot nu toe, zelfs bij een negatieve opslibbingsbalans op een aantal meetpunten - al dan niet als gevolg van bodemdaling - geen kritische grens is overschreden met gevolgen voor de vegetatie. Gezien de huidige snelheid van bodemdaling past dat ook bij de verwachting. Daarnaast liggen alle monitoringsvlakken ver boven de theoretische ondergrens van hun vegetatiezone, waardoor ook niet te verwachten is dat er snel regressie van de vegetatie optreedt door bodemdaling. Bij de monitoring van de bodemdaling op Ameland is gebleken, dat zelfs een opslibbingsachterstand van ruim 15 cm vaak nog geen regressie van de vegetatie tot gevolg had.

Het effect van de beweiding met schapen in het meest westelijke deel van de kwelder in 2018, 2019, 2021, 2022 als ook in 2023 – waarbij ca. 100 schapen niet volgens de afspraken geweid zijn - op de vegetatie is duidelijk zichtbaar. Mogelijk hebben de drie droge groeiseizoenen van 2018-2020 mede gezorgd voor de veranderingen. Figuur 20 toont het effect van schapenbeweiding op een kwelderdeel.



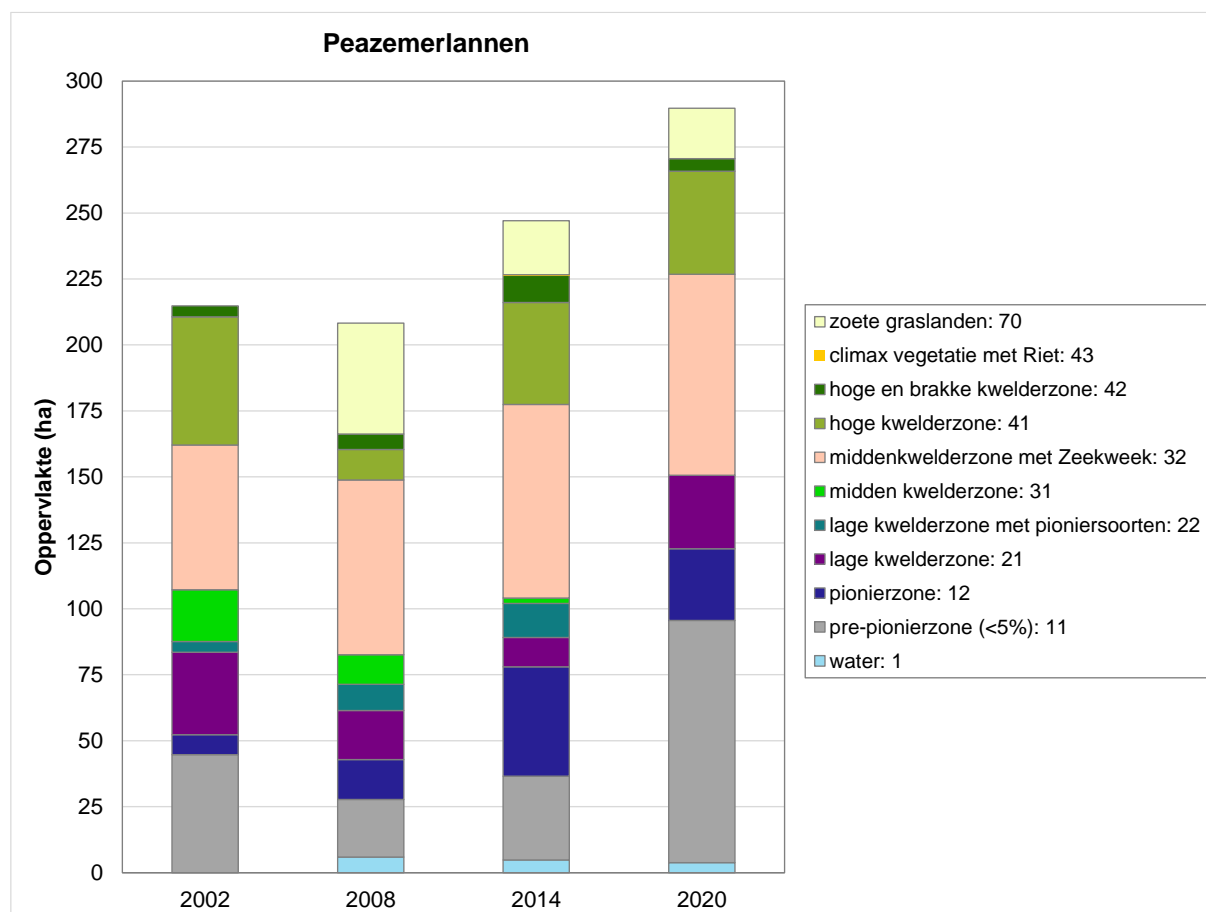
Figuur 20. Linker foto: schapenbeweiding in 2023 in de westelijke kwelder waar de pq's 4-6 gelegen zijn. Rechter foto: toont de vertrapping door de schapenbeweiding rond de SEB-palen bij pq 4.

Op de vier meest recente opeenvolgende vegetatiekaarten van de Peazemerlannen is de voortgaande successie/veroudering naar de middenkwelder met Zeekweek duidelijk zichtbaar. Dit is een natuurlijke ontwikkeling als gevolg van opslibbing in combinatie met afwezige (of zeer extensieve) beweiding.

Daarnaast is de uitbreiding van de (pre-)pionierzone op het aangrenzende wad opvallend, deze is rond 1992 gestart en de opslibbing die de laatste jaren op het wad heeft plaatsgevonden kan deze uitbreiding helpen verklaren.

In de zomerpolder heeft zich in de loop der jaren een verschuiving voorgedaan op de hoge kwelderzone naar een meer gevarieerde mix van vegetatiezones. De toegenomen invloed van zout water door het geleidelijk aan verdwijnen/weghalen van de klepduikers tussen kwelder en zomerpolder heeft hieraan bijgedragen.

De trend die op basis van de vegetatiekaarten kan worden waargenomen is er een van natuurlijke successie/veroudering en uitbreiding van het areaal, met name (pre-) pionierzone, die ook na de start van de gaswinning is doorgegaan. In het 2023 rapport (Van Duin, 2024) is ook de laatste VEGWAD kartering uit 2020 meegenomen. Naast dat de typeringen in de laatste kartering zijn aangepast ten opzichte van die in de voorgaande karteringen, is de extra toename van de pre-pionierzone opvallend; het gaat deels wel 'ten koste' van de classificatie pionierzone; zie Figuur 21.



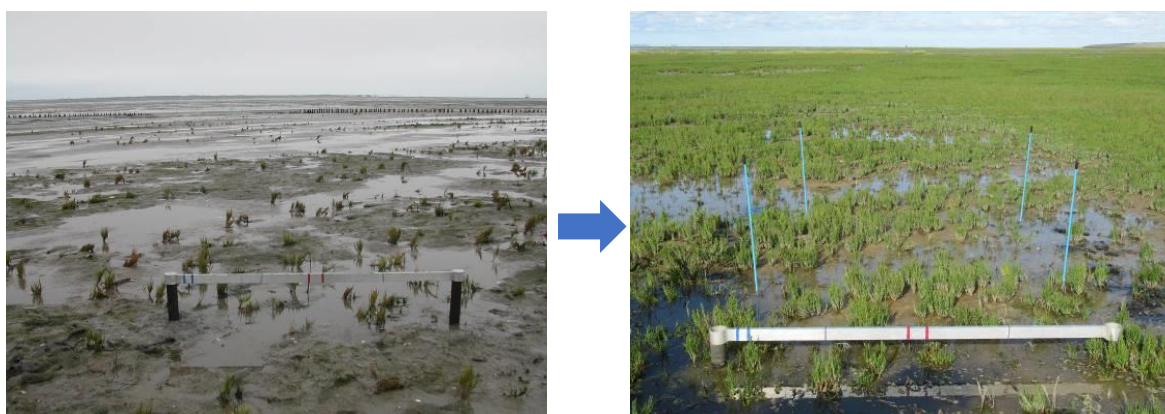
Figuur 21. Ontwikkeling vegetatiezones in de Peazemerlannen van 2002-2020. Berekend uit de VEGWAD-vegetatiekarteringen van RWS. NB: In 2020 zijn zone 22 en 31 niet apart onderscheiden.

Waarnemingen tijdens de veldbezoeken laten ook overduidelijk zien, dat de uitbreiding van de (pre-) pionierzone ook na 2014 is doorgegaan en dat naast Zeekraal ook vaker Engels Slijkgras wordt aangetroffen, zie Figuur 22.

PQ 38



PQ 45



Figuur 22. Ontwikkeling (pre-)pionierzone met voornamelijk Zeekraal en (sporadisch) Engels slijkgras bij PQ 38 boven en PQ 45 onder. Links situatie in 2007 en rechts die in 2023.

Beweidings- en beheer Peazemerlannen

Vanaf 2018 komt bij enkele meetvlakken in de westelijke kwelder van de Peazemerlannen ongewenste schapenbeweidings voor. In het referentiegebied vormt de sinds 2013 toegenomen beweidingsbeheer een knelpunt voor de bruikbaarheid van met name de meetvlakken als referentiewaarden, zowel voor de opslibbing als voor de vegetatieontwikkeling. Het gevoerde beweidingsbeheer heeft een effect op de ontwikkeling van de hoogteligging (door vertrapping en compactie) en de vegetatie (door verjonging danwel regressie en vertrapping) en lokaal ook op de drainage. De extra meetpunten, die gebruikt worden ter aanvulling van de oorspronkelijke referentiemeetpunten, blijken een goed alternatief.

Beheerder It Fryske Gea (IFG) heeft in 2020 een nieuw beheer- en inrichtingsplan voor de Peazemerlannen uitgewerkt. De herinrichting is in 2022 van start gegaan en is begin 2024 afgerond. Enkele voor de monitoring belangrijke aandachtspunten de komende jaren betreffen de kwelderbeweidings, drainage, wandelroute en verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder. Er is bij de plannen door IFG geprobeerd rekening te houden met de monitoring, maar effecten geheel uitsluiten is niet mogelijk.

Figuur 23 toont de globale herinrichting van de Peazemerlannen; waarbij de hoofdindeling is: westelijk recreatief, midden beweiding en oostelijk natuurontwikkeling.



Figuur 23. De meetpunten en drie herinrichtingsonderdelen in de Peazemerlannen:

1. globale locatie wandelroute door de kwelder (rood); (de rode X = brug over de kreek van de bitumen zomerkade naar de kwelder),
2. kwelderbeweiding (geel; links van stippellijn blijft in principe onbeweid)
3. verkweldering (lichtgroen; zomerkade is doorgegraven bij blauwe pijl).

De twee gele X-en geven de locatie aan waar Zeekweek-plaggen voor de Deltagootproef van Deltares zijn gestoken begin september 2023.

Wat de beweiding betreft is het van groot belang dat er goede blokkades op de zomerkade worden gerealiseerd, zodat er niet toch nog ongewenste beweiding op andere plekken in de kwelder kan plaatsvinden, zoals de afgelopen jaren met de schapenbeweiding is gebeurd. Daarnaast is het essentieel dat er duidelijke afspraken met de pachter worden gemaakt en dat daar op gehandhaafd wordt.

De ingrepen in het drainagepatroon (o.a. graven en/of verbreden en verdiepen van geulen en gebruik maken van stuwen) en ophogen van enkele oeverwallen in verband met vee(veiligheid) en wandelroute hebben mogelijk (lokaal) een effect op de water aan- en afvoer en daarmee op sediment aan- en afvoer en ontwatering. Dit zou voor een aantal meetpunten gevolgen kunnen hebben, maar hoe groot die gevolgen zullen zijn, is moeilijk te voorspellen. Medio 2024, na het vogelbroedseizoen, zullen alle eerdere beschadigde SEB-palen in de westelijke zomerpolder vervangen worden.

Wat betreft de geplande verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder wordt verwacht dat de opslibbing daar na verkwelderen zal toenemen, omdat er vaker en meer water met sediment in het gebied zal komen. Met het oog op de verkweldering zijn in 2019 al drie extra SEB-meetpunten toegevoegd in het hogere deel van de zomerpolder.

In september 2023 zijn – op verzoek van de auditcommissie - een drietal leden uit de auditcommissie op veldbezoek geweest in de Peazemerlannen in aanwezigheid van IFG, Artemisia en de NAM. Het doel van het veldbezoek was om beter inzicht te verkrijgen in de beoogde herinrichting en mogelijke gevolgen voor het lopende monitoringsprogramma, alswel mogelijk te verwachten effecten. In

overleg is besloten, om in aanvulling op de bestaande monitoring, de maaiveldontwikkeling in de te beweiden kwelder te gaan meten. De opname van de nulsituatie is begin 2024 - voorafgaand aan de eerste beweiding – uitgevoerd door Artemisia in samenwerking met Natuurcentrum Ameland; zie Figuur 24. In het najaar van 2024 zal een tweede meetronde worden uitgevoerd.



Figuur 24. Opnamen nulmeting maaiveldhoogte in de nog te beweiden midden-kwelder.

In september 2023 zijn – in het kader van de Deltagootproef bij Deltares in Delft - in de Peazemerlannen op twee locaties circa 320 m² aan Zeekweek-plaggen gestoken van 40-70 cm diep. Door het meten van de golfoploop kan het effect van een met Zeekweek begroeide kwelder bepaald worden en daarmee de mogelijke rol van kwelders bepaald worden bij de Nederlandse kustbescherming. Een van de twee locaties, waar de plaggen gestoken zijn, is opgevuld met grond; de andere is met grondwater opgevuld gat zonder een aan- of afvoergeul; zie Figuur 25. Omdat deze ingreep op zich relatief beperkt is, wordt er vooralsnog geen significant effect op de monitoring verwacht.



Figuur 25. De twee locaties waar Zeekweek-plaggen zijn uitgestoken. Linker foto: gat gevuld met (grond)water. Rechter foto: gat opgevuld met grond en voorzien van aan- en afvoergeul.

TE HANTEREN BESLISSCHEMA

B	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel habitattypes <i>Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet</i>		
1	Negatieve en duidelijke trend in oppervlakte?	Y → 2	N → 5
2	Trend anders dan in referentiegebieden? (indien van toepassing)	Y → 3	N → 5
3	Trend een bekende oorzaak? (anders dan bodemdaling door gaswinning)	Y → 5	N → 4
4	Verhoudt de trend zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)	Y → 9	N → 5
5	Negatieve en duidelijke trend in kwaliteit van het habitatype?	Y → 6	N → 10
6	Trend anders dan in referentiegebieden? (indien van toepassing)	Y → 7	N → 10
7	Trend een bekende oorzaak? (anders dan bodemdaling door gaswinning)? <i>Denk aan de autonome ontwikkeling, beheermaatregelen, etc.</i>	Y → 10	N → 8
8	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel)	Y → 9	N → 10
9	Oordeel: Een effect van bodemdaling door gaswinning kan niet worden uitgesloten. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. ▪ Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen (Hand aan de Kraan). 		
10	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling door gaswinning op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.		

TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

Vraag 1: Is er sprake is van een negatieve en duidelijke trend in het oppervlakte van het habitat? (hierbij dient ook bij twijfel "Ja" geantwoord te worden)

Antwoord: Voor de verschillende onderzochte kwelderhabitats is dit niet het geval → 5



Vraag 5: Is er een negatieve en duidelijke trend in de kwaliteit van dit habitattype?

Antwoord: Er zijn geen meetpunten die regressie van vegetatie vertoonden. De vegetatie bij de meetpunten is stabiel of vertoont successie ten opzichte van de situatie in 2007 → 10



→ **10 OORDEEL:**

OORDEEL: ER IS GEEN EFFECT VAN BODEMDALING DOOR GASWINNING OP DE INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN VASTGESTELD VOOR HET BETREFFENDE MONITORINGJAAR.

Deelconclusie

Hoewel de bodemdaling door gaswinning niet overal op de kwelder gecompenseerd wordt door sedimentatie, blijft de vegetatie stabiel of vertoont successie/veroudering. Een vertraagde netto-ophoging van het maaiveld tijdens de bodemdalingsperiode zou de veroudering van de kweldervegetatie op den duur mogelijk lokaal iets kunnen vertragen. Aangezien veroudering/successie de trend is, zou dit gezien kunnen worden als een tijdelijk positief neveneffect van gaswinning, maar de verwachte bodemdaling is te beperkt om het 'verouderingsprobleem' grootschalig en langdurig tegen te gaan.

Er zijn tot nu toe geen aanwijzingen dat de bodemdaling negatieve effecten op de vegetatie- (ontwikkelingen) heeft gehad.

Monitoring Lauwersmeergebied

Het Lauwersmeergebied is op nationaal en internationaal niveau een belangrijk vogelgebied. Het is een waterrijk natuurgebied dat in 1969 is ontstaan door de afsluiting van de toenmalige Lauwerszee. Met die afsluiting trad een verandering op van een systeem met getijdenwerking naar een systeem met een vast (streef-)peil, dat bovendien gemiddeld lager ligt dan voorheen. Hierdoor is het oppervlak dat met regelmaat overstromde, sterk afgenomen en kwamen grote oppervlakten zand- en slikplaten droog te liggen.

Als gevolg van de afsluiting en het droogvallen kwam ontzilting van het water en de platen op gang. In de loop der jaren is de vegetatie die karakteristiek is voor kwelders en duinvalleien verdwenen, met uitzondering van een paar plekken waar nog steeds invloed is van het zoute grondwater. Ook is op een aantal plekken in het gebied bos aangeplant. Het huidige beheer - ingezet in de zomer van 1989 - is erop gericht het landschap open te houden. Dit beheer bestaat vooral uit begrazing door vee en uit maaien. Voor de rietontwikkeling zou een meer natuurlijk fluctuerend waterpeil goed zijn.

De monitoring in het Lauwersmeergebied is – in het licht van de bodemdaling als gevolg van de gaswinning – gericht op het vaststellen van de invloed op trends en verspreiding van broedvogels. Hierbij wordt in kaart gebracht wat de ontwikkelingen zijn op de soortensamenstelling van de vegetatie, vegetatiestructuur, grondwaterstanden, bodemchemische toestand, chemische indicatoren in grondwater en erosie langs plaatranden.

In het Aanwijzingsbesluit voor het Lauwersmeergebied wordt uitgelegd dat dit gebied enkel is aangewezen in het kader van de Europese Vogelrichtlijn. Dit betekent dat instandhoudingsdoelen in het kader van de Wet Natuurbescherming zich beperken tot het behoud van of verbetering van de draagkracht van het gebied voor populaties vogels van een bepaalde omvang. De afgelopen jaren is de monitoring en bijhorende data-analyse meer toegespitst op deze instandhoudingsdoelen. Omdat het een groot aantal beschermde vogelsoorten betreft, wordt er voorafgaand aan verdere analyse een selectieprocedure uitgevoerd waarin per soort wordt gekeken of de soort een Natura 2000-doelsoort is en of effecten van bodemdaling door gaswinning op de populatieomvang in het Lauwersmeergebied op voorhand kunnen worden uitgesloten.

Trendmatige ontwikkeling Natura 2000 broedvogelsoorten

Beemster et al. (2023) hebben vastgesteld dat van de dertien Natura 2000-broedvogelsoorten in het Lauwersmeer, er zes niet meer tot broeden komen in het Lauwersmeer. Van de overige zeven soorten liggen alleen bij Rietzanger, Snor en Blauwborst de gemiddelde aantallen over de afgelopen vijf jaar boven de instandhoudingsdoelstelling.

Kijkend naar de aantallen van 2023 dan is het beeld iets rooskleuriger, omdat de aantallen Roerdampen, Bruine Kiekendieven en Bontbelplevieren voor het tweede achtereenvolgende jaar op danwel boven de instandhoudingsdoelen uitkomen.

De gebiedstrend van de Blauwborst is over de periode 2002-2023 stabiel, maar laat na een jarenlange toename sinds 2019 een afname zien. In vrijwel alle gevallen hebben deze afwijkingen direct (verdwijnen riet, ontstaan padennetwerk in rietland) of indirect (uitbreiding wilgenstruweel) te maken met (begrazings)beheer. Mogelijk dat de recente afname van de Blauwborst een relatie heeft met de zeer natte omstandigheden gedurende de broedseizoenen van de afgelopen jaren.

Tabel 10 toont de detailanalyse van de geselecteerde vogelsoorten.

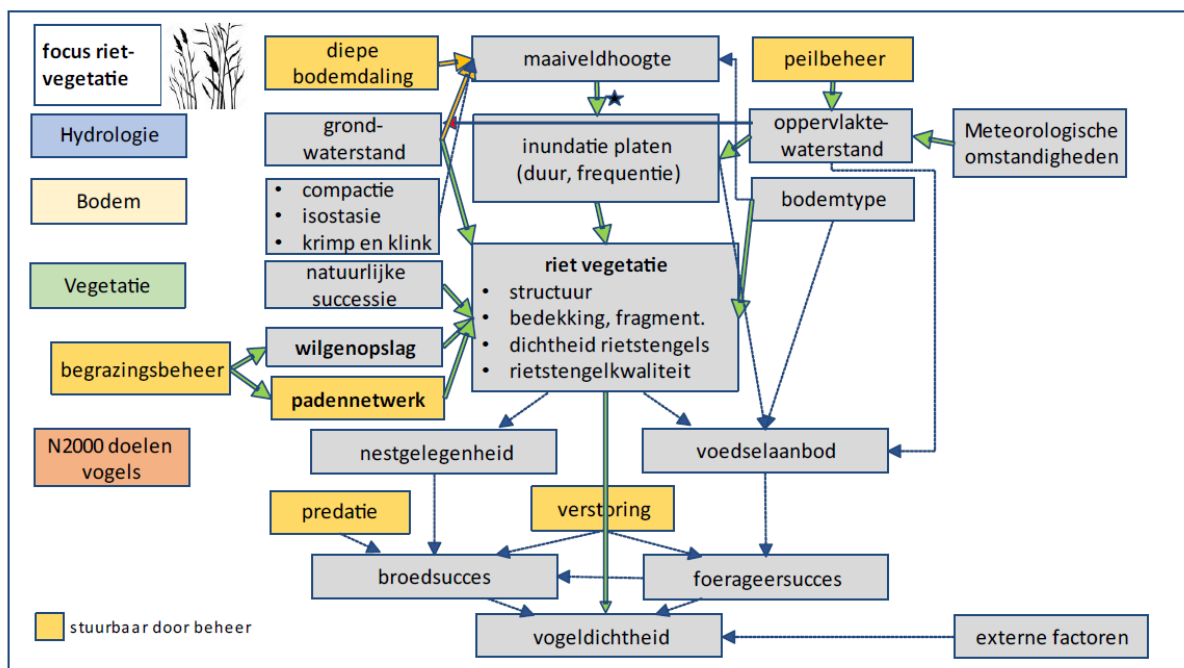
Tabel 10. Vogelsoorten na selectie voor nadere detailanalyse

SOORT	TRENDS	DRAAGKRACHT GEBIED
 <p>Bruine Kiekendief</p>	<p>Er broedden in 2023 ca. 21 Bruine Kiekendieven.</p> <p>De trend is in het Lauwersmeergebied geleidelijk afnemend; hoewel 2022 en 2023 daar recent uitzonderingen op zijn. Ook de nationale ontwikkeling van het aantal Bruine Kiekendieven is negatief; en worden de 'positieve uitzonderingen' in 2022' en 2023 niet vastgesteld.</p>	<p>Om ongestoord te broeden heeft de Bruine Kiekendief uitgestrekt dicht en structuurrijk landriet nodig.</p> <p>De kwaliteit van het landriet is de laatste jaren sterk afgenomen. Kansen liggen er voor de grotere platen, mits zich daar weer aaneengesloten rietlanden ontwikkelen.</p>
 <p>Blauwborst</p>	<p>De Blauwborst liet in 2023 een verdere afname zien tot 153 broedparen. Desondanks blijft de trend op de lange termijn in het Lauwersmeergebied positief. Dit komt overeen met de landelijke trend.</p>	<p>De deelpopulatie Blauwborsten in het Lauwersmeergebied is afhankelijk van opkomend struweel, grenzend aan een meer open, gefragmenteerd rietlandschap.</p> <p>De reden van de recente afname is onduidelijk. Mogelijk dat de zeer natte omstandigheden in de laatste broedseizoenen van invloed zijn geweest.</p>
 <p>Snor</p>	<p>In 2023 is het aantal broedparen Snor gestabiliseerd: 113 territoria.</p> <p>Toch is de trend in het Lauwersmeergebied nog steeds positiever dan op landelijk niveau.</p>	<p>Broedende Snorren zijn in het Lauwersmeer afhankelijk van vochtig rietland.</p> <p>Mondjesmaat profiteren Snorren van nieuwe exclosures (Zoutkamperplaat, Schildhoek) en lagere veedichtheden (Zoutkamperplaat).</p>
 <p>Rietzanger</p>	<p>De Rietzanger vertoont een stabiele trend in het Lauwersmeergebied, met een lichte stijging het afgelopen jaar.</p> <p>Het aantal broedparen wordt geschat op 2387 (bandbreedte: 1508-3076). Er is landelijk sprake van een licht stijgende trend.</p>	<p>Om te broeden zijn Rietzangers afhankelijk van droog tot vochtige rietvegetaties. Indien meer vochtige omstandigheden met beperking van grote grazers gecreëerd worden, kunnen de omstandigheden voor Rietzangers verbeterd worden.</p>

Integrale analyse Lauwersmeergebied

In antwoord op het advies van de Auditcommissie, zijn in Kleefstra et al. (2021) de ecologische verbanden tussen hoogteligging, inundatie, vegetatieontwikkeling en ontwikkeling van de aantallen van geselecteerde Natura 2000-vogelsoorten in het licht van het begrazingsbeheer en de effecten van bodemdaling verder verdiept. Dit heeft in de 2021 rapportage geleid tot een verdere uitbreiding en concretisering van de effectketen-analyse en het synthese overzicht voor de broedvogels.

In de 2022 rapportage Kleefstra et al. (2023) is de optimalisatie van de effecten-ketenanalyse op basis van de focusgebieden voor de monitoring, als op basis van de meetresultaten voortgezet, zoals in Figuur 26 afgebeeld.



Figuur 26. Schematische beschrijving van een detail van de effectketen broedvogels uitgewerkt voor rietbroedvogels en hun voedsel, waarin wordt weergegeven of relaties zijn onderzocht en zo ja of daarbij geen verband, een zwak verband of een sterk verband is aangetoond. Zwarte pijl - niet onderzocht; Rode pijl - geen verband aangetoond; Oranje pijl - zwak verband aangetoond; Groene pijl - sterk verband aangetoond; Zwarte ster – de relatie maaiveldhoogte – inundatie platen is een eenvoudige. Niet is vastgesteld dat een verlaging van de maaiveldhoogte door gaswinning leidt tot meer inundatie.

Bodemdaling versus maaivelddaling

Uitgangspunt in de effectketen is de aanname dat diepe bodemdaling door gaswinning ook een daling van het maaiveld tot gevolg heeft. Bij verder gelijkblijvende omstandigheden (peilbeheer, neerslag en verdamping) leidt een maaiveld daling tot hogere grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld en tot een grotere inundatiekans en inundatieduur.

Op het merendeel van de meetpunten is sprake van maaiveld daling, maar op enkele wordt een stijging van het maaiveld gemeten. Over het algemeen is de maaiveld daling beduidend groter dan de gemodelleerde diepe bodemdaling. Dit geldt vooral voor de periode na 2018. Vermoed wordt dat de droge zomers van 2018 t/m 2020 en 2022 hier een sterke rol in hebben. De maaiveldhoogtemetingen zullen worden voortgezet en naar verwachting zal daardoor de ruis als gevolg van de beperkte nauwkeurigheid van de hoogtemeter langzamerhand minder impact hebben. Verder wordt

aanbevolen om gestratificeerd binnen het gefragenteerde rietland extra maaiveldhoogtemetingen uit te voeren.

Bodemdaling versus grondwaterstand en vegetatieontwikkelingen

Verwacht werd dat bodemdaling zou leiden tot hogere grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld en dat dit nog versterkt zou worden door een verhoogd streefpeil. Uit de analyses komt echter naar voren dat het grondwaterstandsverloop voornamelijk wordt bepaald door neerslag en verdamping. Een relatie tussen bodemdaling en grondwaterstandsverloop ten opzichte van maaiveld is, net als in voorgaande jaren, niet aantoonbaar aanwezig.

De verwachting is dat gaswinning via diepe bodemdaling leidt tot daling van het maaiveld en daarmee - bij gelijkblijvend peilbeheer en vergelijkbare weersituatie - tot nattere omstandigheden voor de vegetatie. Uit de pq-analyse en de hiervan afgeleide indicatie voor de (voorjaars)-grondwaterstand blijkt geen trend die wijst op vernatting. In tegendeel, de vegetatieontwikkelingen in de pq's wijzen regelmatig op een lichte mate van verdroging vooral op de zandige platen in het noorden.

Vegetatieveranderingen die wijzen op grondwaterstandsveranderingen duiden daarom niet op bodemdaling, omdat daardoor juist vernatting verwacht wordt en dan vooral nabij het centrum van de dalingsschotel. De vegetatiestructuurveranderingen zijn evenmin gerelateerd aan de mate van diepe bodemdaling. Successie, begrazingsbeheer en mogelijke veranderingen in het terreingebruik door de grazers bepalen de structuurveranderingen.

Bodemdaling versus ontwikkeling muizen

In vergelijking met voorgaande jaren is in 2023 het aantal getelde muizen gedaald. De verhouding Veldmuis versus Aardmuis verschuift steeds meer in het voordeel van de Aardmuis.

In de 2023 rapportage van Beemster et al. (2024) zijn de recente als ook historische data van de muizenreeksen nader geanalyseerd. Uit de analyse volgt dat extreem hoge maximale waterpeilen in de winter (november – februari) een verband lijken te hebben op het aantal foeragerende roofvogels in de daarop volgende zomerperiode. In de weer later volgende winterperiode is dit verband echter niet direct waarneembaar. Voor De Bruine Kiekendief lijkt het effect gering daar deze vogelsoort ook foerageert op watervogels. Als broedvogel doet de Bruine Kiekendief het de laatste jaren goed in het Lauwersmeergebied.

TE HANTEREN BESLISSHEMA

De resultaten van Kleefstra et al (2024), als ook de doorvertaling ervan in het synthese-overzicht worden conform de methodiek van deze integrale beoordeling ook het in beslisschema A (onderdeel vogels – N2000 soorten) toegepast.

A	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel vogels (N2000-soorten) <i>Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet</i>		
1	Negatieve trend populatieomvang beïnvloedingsgebied?	Y → 2	N → 8
2	Is de geobserveerde trend anders dan in referentiegebieden? (indien beschikbaar/ relevant)	Y → 3	N → 8
3	Trend een bekende oorzaak? (anders dan diepe/maaiveld bodemdaling en anders dan bij 4)	N → 4	Y → 8
4	Verhoudt de trend zich tot de ontwikkeling van de draagkracht van het gebied m.b.t. specifieke functies van het gebied voor de betreffende soort? (effectketen) <i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies, vegetatiestructuur, oppervlakte ondiep water, etc. Hierbij gaat het ook om de eigenschappen van de trends: misschien is de afname van de vogelaantallen eerder begonnen dan van de draagkracht... etc.</i>	Y → 5	N → 8
5	Heeft de trend in de draagkracht/gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/maaiveldaling) <i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing, waterpeil, predatie, methodische veranderingen, etc.</i>	N → 6	Y → 8
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (richting, ruimtelijk en temporeel) (is er een mogelijke relatie)	Y → 7	N → 8
7	Oordeel: Een effect van bodemdaling door gaswinning kan niet worden uitgesloten. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kwantificeer het effect, prognosticeer de verdere ontwikkeling en beschrijf mitigerende maatregelen. ▪ Geef aan in hoeverre dit effect aanleiding geeft om de gasproductie aan te passen (Hand Aan de Kraan). 		
8	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling door gaswinning op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.		

TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

Vraag 1: Is er een negatieve trend in populatieomvang beïnvloedingsgebied?

Antwoord: Voor de lange termijn is dat het geval voor de de Bruine Kiekendief → 2



Vraag 2: Is de geobserveerde trend anders dan de landelijke trend?

Antwoord: De landelijke trend voor de Bruine Kiekendief is negatief → 8



→ **8 OORDEEL:**

OORDEEL: ER IS GEEN EFFECT VAN BODEMDALING DOOR GASWINNING OP DE INSTANDHOUDINGSDOELSTELLINGEN VASTGESTELD VOOR HET BETREFFENDE MONITORINGJAAR.

Deelconclusie

Voor de rietbroedvogels is met name de invloed van het begrazingsbeheer een bepalende factor. Daarnaast zijn ook droogval en inundatie van platen bepalend voor de habitatkwaliteit van rietvelden voor rietbroedvogels en voor op muizen foeragerende roofvogels. Dit wordt waarschijnlijk in grote mate bepaald door de sterke fluctuaties in het waterpeil en extremen in waterpeilhoogte, veroorzaakt door de meteorologische omstandigheden. Het is gebleken dat extreem hoge waterpeilen in het Lauwersmeer een tijdelijk invloed hebben op het muizenbestand en de aantallen foeragerende roofvogels. Voor De Bruine Kiekendief lijkt het effect gering daar deze vogelsoort ook foerageert op watervogels. Als broedvogel doet de Bruine Kiekendief het de laatste jaren goed in het Lauwersmeergebied.

Daarnaast vertonen de waargenomen vegetatie-ontwikkelingen geen relatie met bodemdaling door gaswinning. Er zijn dan ook geen directe effecten van bodemdaling door gaswinning op de beschermde natuurwaarden vastgesteld.

Eindconclusies

Beleidsdoel	Conclusie
<p>Meegroeivermogen Waddenzee:</p> <p><i>'Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschrijden of dreigen te overschrijden.'</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conform het Meet- & regelprotocol is aangetoond dat de berekende gemiddelde bodemdalingssnelheid in cumulatie met de vastgestelde relatieve zeespiegelstijging, het vastgestelde meegroeivermogen voor de beide kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag niet overschrijdt of dreigt te overschrijden.
<p>Waddenzee (wadplaten):</p> <p><i>'Behoud oppervlakte (en verbetering kwaliteit) slik- en zandplaten.'</i></p> <p><i>'Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen.'</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Het plaatgedrag in de deelgebieden binnen de beide kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag laten grote variaties zien. De geconstateerde veranderingen zijn eerder een gevolg van geul-plaat-dynamiek en meteorologische omstandigheden, dan dat ze op een verband met de diepe bodemdaling duiden. ▪ Op de schaal van het kombergingsgebied heffen deze variaties in oppervlak en hoogte elkaar op en is de conclusie dat zowel de ontwikkeling van het totale plaatareaal als de plaathoogte binnen de onzekerheidsmarge van de LiDAR-metingen vallen. Daarmee laten de LiDAR-data geen effecten van bodemdaling zien. ▪ Alle onderzoeksgebieden laten, op basis van de spijkermetingen, over langere meetperiode sedimentatie zien aan het oppervlak. Bij Oost-Ameland is sprake van netto-bodemdaling (verdieping). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de morfologische en hydrodynamische veranderingen in een veel groter gebied rond Oost-Ameland. Aanwijzingen hiervoor zijn vooral de cyclische dynamiek van het Pinkegat en de veranderende lengte van de oostpunt.
<p>Waddenzee (wadplaten):</p> <p><i>'Behoud van omvang en kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels.'</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Er zijn geen aanwijzingen voor een effect van bodemdaling door gaswinning op de beschermde vogelsoorten of op de voedselbeschikbaarheid van de wadplaten als foerageergebied voor de Natura-2000 doelsoorten.
<p>Kwelders Waddenzee:</p> <p><i>'Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras.'</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In de Peazemerlannen vindt - met uitzondering van de zomerpolder – voldoende opslibbing plaats om de bodemdaling en zeespiegelstijging te compenseren. ▪ Door de uitbreidende en dichterbegroeid rakende pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlannen komt een beeld naar voren van successie/veroudering. ▪ Er zijn geen aanwijzingen dat de bodemdaling tot nu toe nadelige effecten op de kweldervegetatie heeft gehad.
<p>Lauwersmeergebied:</p> <p><i>'Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels.'</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ De aantallen aan beschermde broedvogelsoorten lijken sterk gerelateerd aan ontwikkelingen binnen het Lauwersmeergebied. Deze ontwikkelingen zijn onder andere sterk fluctuerende waterstanden, hoge waterpeilen door meteorologische omstandigheden, vormen van beheer, begrazing en predatie. Geen van de bovengenoemde ontwikkelingen kan worden gerelateerd aan bodemdaling door gaswinning.

Literatuur

Beemster N., Kleefstra R., Bijkerk W., Bekkema M., Bil W., de Boer P., Buijs R., Van Manen W., Stahl J., Venderbos R. (2024) Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2023. A&W-rapport 23-178 | SOVON-rapport 2024/26

Beukema, J.J., Dekker, R. & Drent, J. (2017) Dynamics of a Limecola (*Macoma balthica*) population in a tidal flat area in the western Wadden Sea: effects of declining survival and recruitment. *Helgoland Marine Research*, 71, 12.

Buiter R., Govers L. & Piersma T. (2016). Knooppunt Waddenzee. Bornmeer, Gorredijk.

Duijns S., Troost K., Van Winden E., Schekkerman H., Rappoldt K., Nienhuis J., Folmer E.O. (2022) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - Rapportage t/m monitoringjaar 2021. SOVON-rapport 2022/30

Ens B.J. & Zwarts L. (1980). Wulpen op het wad van Moddergat. *Watervogels* 5:108-120.

Ens B.J., Kleefstra R., van Winden E.A.J., Polwijk F., Vroom M., van der Zee E., Rippen A. & Sikkema M. (2017). Monitoring van verstoring en potentiële verstoringbronnen van vogels en zeehonden in de Waddenzee - seizoen 2016. SOVON Vogelonderzoek Nederland / Altenburg & Wymenga, SOVON-rapport 2017/30; A&W-rapport 2349 Nijmegen / Veenwouden, 1-83.

Ens B.J., Troost K., Van Winden E., Schekkerman H., Rappoldt K., van Kessel J., Nienhuis J. (2021) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - Rapportage t/m monitoringjaar 2020. SOVON-rapport 2021/35

Gawehn, M. (2024) Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2023)

Hoeksema H.J., Mulder H.P.J., Rommel M.C., de Ronde J.G., de Vlas J. (1998) Bodemdalingstudie Waddenzee 20 04. RIKZ

Kersten M., Brenninkmeijer A. & de Jong J. (2014). De hvp op de Feugelpôle. Effect van verstoring op het aantal vogels. A&W, A&W-rapport 2033, Feanwâlden, 69.

Kersten M., Brenninkmeijer A., Krol J., Kijk in de Vegte A. & de Jong J.T. (2016). De HVP op de Feugelpolle in 2016. Effect van werkzaamheden aan de waddijk op het aantal vogels tijdens hoogwater. *Ecosense*, Ecosense rapport 3, Groningen, 79.

Krol J., Lodewijks J.G., Saathof L. (2024) Sedimentatiemetingen op het wad van Ameland, Peasens. Piet Scheve plaat, Engelsmanplaat en Schiermonnikoog - Rapport 2023

Kuiters, A.T. & Wegman R.M.A. (2020) Veranderingen in morfologie kwelderrand en kwelderdrainage op Oost-Ameland in relatie tot bodemdaling. (2020). *Wageningen Environmental Research*.

Lugt M. van der, Cleveringa, J., Wang, Z.B (2020) Integrale analyse morfologische effecten van bodemdaling door gaswinning Ameland-Oost. *Deltares* [Arcadis – partner]

NAM (2006) MER Aardgaswinning Waddenzegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Nederlandse Aardolie Maatschappij BV

NAM (2019) Monitoring van de effecten van bodemdaling door gaswinning in het Wadden- en Lauwersmeergebied, evaluatie monitoring 2013-2019. EP201907205142

NAM (2020) Evaluatie van de doorlatendheid van breuken van de Waddenzee velden en implicaties voor bodemdaling. EP202007201552.

NAM (2021) Monitoringprogramma 2020 t/m 2026 in het kader van de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. EP202006202313

NAM (2021) Gaswinning Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen: Actualisering Meet- en Regelprotocol 2021. EP202110200380

NAM (2021) Gaswinning Moddergat/Lauwersoog/Vierhuizen: Technische bijlage (bijlage 2) behorend bij het geactualiseerde Meet- en Regelprotocol 2021. EP202110200383

NAM (2024) Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen; Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2023. EP202402225793.

Navedo J.G., Gutiérrez J.S., Salmón P., Arranz D., Novo M., Díaz-Cosín D.J., Herrera A.G. & Masero J.A. (2019). Food supply, prey selection and estimated consumption of wintering Eurasian curlews feeding on earthworms at coastal pastures. *Ardea* 107:263-274.

Terratec (2024) Waddensea LiDAR acquisition for 2023. Terratec-report 41889.

Van Duin W. (2024) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied en referentiegebieden: Jaarrapport 2023. Artemisia-rapport 2024-01

Van den Hout P.J. (2009). Mortaliteit is het topje van een ijsberg van angst. Over slechtvalken en steltlopers in de Waddenzee. *Limosa* 82:122-133.

Wang, Z. B. en Eysink W.D. (2005) Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. Vloedkommen van het Friesche Zeegat. WL | Delft Hydraulics Z3995

Wang Z.B. , Cleveringa J. en Oost A. (2017) Morfologische effecten bodemdaling in relatie tot gebruikruimte. Deltares-rapport 1230937

BIJLAGE 1

Bodemsamenstelling ²

Auteurs: Zheng Bing Wang (Deltares) en Jelmer Cleveringa (Arcadis)

Datum: maart 2024

Inleiding

De vraag of (diepe) bodemdaling door gaswinning de bodemsamenstelling in de Waddenzee kan beïnvloeden was gesteld tijdens de MER studie (zie Wang en Eysink, 2005), omdat vooral het slibgehalte in de bodem belangrijk is voor bodemdieren. Op basis van hydrodynamische modellering was er toen geconcludeerd dat er geen significante invloed van bodemdaling op de bodemsamenstelling wordt verwacht omdat de bodemschuifspanning weinig wordt beïnvloed door bodemdaling. Daarom is er tot nu toe weinige aandacht besteed aan de ontwikkeling van de bodemsamenstelling in de monitoring effect bodemdaling door gaswinning.

Het onderwerp is onlangs in de belangstelling gekomen na de publicatie van de paper door de la Barra e.a. (2023) en de media-aandacht eromheen. Daarom worden de bevindingen uit de studie van de la Barra e.a. (2023) samengevat, gevolgd door discussies om te concluderen of de conclusie m.b.t. invloed van bodemdaling op bodemsamenstelling uit eerdere studies aangepast moet worden.

De studie van de la Barra e.a. (2023)

De studie maakt gebruik van de SIBES dataset en analyseert de ontwikkelingen van bodemsamenstelling en bodemdieren (macrozoobenthos) in de Waddenzee, waarbij “het bodemdalingsgebied” in het Friesche Zeegat en de rest van de (NL) Waddenzee met elkaar worden vergeleken.

Voor bodemsamenstelling wordt naast het slibgehalte ook de mediane korrelgrootte (D50) gebruikt als indicator, en de bevindingen zijn:

- Het slibgehalte in het bodemdalingsgebied is hoger dan in de rest van de Waddenzee. Het verschil is 3% en blijft constant in de beschouwde periode (2008-2020).
- Binnen het bodemdalingsgebied vertoont de D50 een afnemende trend in de tijd van 1 micrometer per jaar, terwijl in de rest van de Waddenzee er geen duidelijke trend is gevonden.

M.b.t. macrozoobenthos werden de totale biomassa en de samenstelling van diersoorten beschouwd, en de bevindingen zijn:

- Er is geen verschil gevonden qua totale biomassa tussen het bodemdalingsgebied en de rest van de Waddenzee. De iets hogere slibfractie en gemiddelde afname van de korrelgrootte heeft volgens het onderzoek geen effect op de totale biomassa van macrozoöbenthos.

² Deze notitie is opgesteld na verzoek van de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland en de Auditcommissie Gaswinning Waddenzee aan de NAM

- Qua samenstelling van diersoorten is er gevonden dat de biomassa van soorten die diepere gebieden gebruiken is toegenomen en die van soorten die ondiepere gebieden gebruiken afgenomen.

Na nadere beschouwing, o.a. door gebruik te maken van de zogenaamde nep bodemdalingsgebieden is er geconcludeerd dat:

- de gevonden verschillen m.b.t. macrozoobenthos niet aan effecten van bodemdaling kunnen worden toegeschreven, omdat het een gevolg van natuurlijke variatie in de ruimte kan zijn.
- er mogelijk een causaal verband is tussen bodemdaling en de gevonden verschillen in bodemsamenstelling, maar het is niet aangetoond wegens gebrek aan voldoende gegevens.

Discussie

De gevonden verschillen m.b.t. macrozoobenthos hebben betrekking tot verschuiving tussen soorten die andere diepten prefereren. In de paper is er al geconcludeerd dat de verschillen door natuurlijke variaties zijn veroorzaakt. Bovendien kan bodemdaling theoretisch niet de oorzaak zijn van zo een verschuiving omdat er in het bodemdalingsgebied geen verdieping heeft opgetreden doordat bodemdaling is gecompenseerd door sedimentatie.

De vergelijking tussen het bodemdalingsgebied en de rest van de Waddenzee m.b.t. de ontwikkeling van bodemsamenstelling is in de paper van de la Barra e.a. (2023) gepresenteerd met de uitkomst van een “mixed-effects model” voor de gemiddelde waarden van D50 en het slibgehalte per gebied (binnen of buiten het bodemdalingsgebied). De onderliggende velddata zijn niet gepresenteerd, en er is niet besproken welke veranderingen waar precies de gevonden verschillen hebben veroorzaakt. Er is wel gesuggereerd dat de gevonden afnemende trend van D50 in het bodemdalingsgebied waarschijnlijk door sedimentatie van fijner zand is veroorzaakt, omdat het slibgehalte constant in de tijd blijft, zowel in als buiten het bodemdalingsgebied. Verder wordt er geredeneerd dat het plausibel is dat het sediment fijner wordt als er sedimentatie ter compensatie van bodemdaling optreedt. Maar er kunnen verschillende argumenten worden aangedragen die deze redenering tegenspreken:

- Er is inderdaad sedimentatie opgetreden in het beschouwde bodemdalingsgebied, maar het is niet het gebied met de hoogste sedimentatiesnelheid binnen de Nederlandse Waddenzee. Sedimentatie in het gebied wordt beperkt door sedimentvraag en die is relatief lager dan in bijvoorbeeld het westelijke deel van de Waddenzee waar de sedimentvraag door de afsluiting van de Zuiderzee nog zeer hoog is. Verder wordt opgemerkt dat de netto sedimentatie in dit gebied, maar ook elders in de Waddenzee, veel kleiner is dan de bruto veranderingen van bodemniveau door sedimentatie en erosie.
- Het beschouwde bodemdalingsgebied bevat praktisch het hele bekken van Pinkegat en een deel van Zoutkamperlaag. In het Pinkegat wordt de sedimentvraag vooral veroorzaakt door bodemdaling en zeespiegelstijging, beide in de orde van 2 mm/jaar. In het kombergingsgebied van de Zoutkamperlaag is er nog de resterende sedimentvraag door de afsluiting van de Lauwerszee. Recente studies tonen bijvoorbeeld aan dat de Zoutkamperlaag nog steeds sterk sedimenteert. Diepe bodemdaling is dus slechts een (klein) deel van de sedimentvraag die de sedimentatie in het gebied veroorzaakt. Sedimentatie en de mogelijk samenhangende verfijning van het bodemsediment in het gebied zou dus hoogst waarschijnlijk ook zijn opgetreden zonder bodemdaling.
- Het klopt dat binnen eenzelfde systeem een sedimentatiegebied fijner sediment kan bevatten dan een erosiegebied door selectief transport, i.e. fijnere fractie van het sediment wordt makkelijker getransporteerd dan grovere fractie. Maar verfijning van sedimentatiegebied gebeurt meestal samen met toename van slibgehalte. Als het inderdaad zo is (wat dient te

worden geverifieerd door de velddata nader te analyseren) dat alleen de zandfractie in de bodem fijner is geworden dan is de oorzaak van de relatieve verfijning waarschijnlijk bij de bron van zand.

Een andere argument in de paper om het aannemelijk te maken dat bodemdaling de verschillende ontwikkeling van bodemsamenstelling in het bodemdalingsgebied heeft veroorzaakt, is dat de nep-bodemdalingsgebieden de gevonden verfijning van sediment in de tijd niet vertonen. Dit kan te maken hebben met de manier waarop de nep-bodemdalingsgebieden zijn gedefinieerd. Het is bijvoorbeeld niet bekend waarom een gebied tussen Vlie en Amelanderzeegat buiten de nep-bodemdalingsgebieden is gehouden.

In de paper is er onvoldoende gekeken naar andere mogelijke oorzaken, waaronder de gevolgen van andere menselijke ingrepen rondom het bodemdalingsgebied, voor de gevonden verschillen. Een Voorbeeld van ingrepen die invloed kunnen hebben op de bodemsamenstelling is baggeren en storten voor de verbetering en onderhoud van de vaargeul tussen Holwerd en Nes.

Conclusie

Anders dan de indruk die wordt opgewekt in de media is er in de paper van de la Barra e.a. (2023) geen causaal verband aangetoond tussen de bodemdaling door gaswinning en de gevonden verschillen tussen het bodemdalingsgebied en de rest van de Waddenzee. Dit geldt voor de ontwikkelingen van zowel de bodemsamenstelling als de macrozoobenthos.

Een mogelijk causaal verband tussen bodemdaling en de gevonden afwijking van het bodemdalingsgebied t.o.v. de rest van de Waddenzee m.b.t. bodemsamenstelling is niet zo plausibel als in de paper van de la Barra e.a. (2023) is gesuggereerd.

De studieresultaten van de la Barra e.a. (2023) geven geen voldoende aanleiding om de conclusies m.b.t. invloed van bodemdaling op verandering van bodemsamenstelling getrokken in de eerdere studies te herzien.

De door de la Barra e.a. (2023) uitgevoerde analyse laat zien dat de korrelgrootte data van de Waddenzee een schat aan informatie bevat die gekoppeld kan worden aan de abiotische en biotische condities in de Waddenzee. Verdere analyse en duiding van deze gegevens in samenhang met de andere gegevens die beschikbaar zijn voor de hele Waddenzee en de nog grotere dataset van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag, kan nieuwe inzichten opleveren in dynamiek van de wadplaten. Het is ook interessant om te beschouwen hoe de ontwikkelingen in de toekomst zullen voortzetten.

Referenties

De La Barra, P., Aarts, G., Bijleveld, A., 2023. The effects of gas extraction under intertidal mudflats on sediment and macrozoobenthic communities. *Journal of Applied Ecology*, 61:390–405. DOI: 10.1111/1365-2664.14530.

Wang en Eysink, 2005. Abiotische effecten van bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee – Vloedkom van het Friesche Zeegat, WL | Delft Hydraulics, Rapport Z3995.

Colofon

Auteur: NAM B.V.
Datum: mei 2024
Documentnummer: EP202404234295
Fotografie: SOVON / NAM

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Schepersmaat 2, 9405 TA Assen

www.nam.nl