

Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

Publiekssamenvatting en Integrale beoordeling Monitoringresultaten – rapportagejaar 2020

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Doc. Nummer EP202105200443

ASSEN, mei 2021

Voorwoord

De Wadden, een prachtig natuurgebied waar we allen trots op zijn. Ook de medewerkers van de NAM zijn dat. Als één van de vele aanwezigen in het Waddengebied, voeren we onze activiteiten uiteraard met veel zorg uit. Veel kennis over de stand van de natuur in het Waddengebied en het Lauwersmeergebied komt ook voort uit onderzoek dat – al vijftien jaar - in opdracht van de NAM wordt uitgevoerd.

Sinds 2006 wint NAM aardgas uit de zogenaamde MLV-velden onder de Waddenzee. Het gaat dan om de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Die winning 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 waar binnen gas gewonnen mag worden. Die ruimte heeft betrekking op het dalen van de bodem. Om het Wad te beschermen mag de bodem niet meer dalen dan de natuur door de aanvoer van zand vanaf de Noordzee kan compenseren. Daarnaast mag de bodemdaling als gevolg van de gaswinning geen schade aanbrengen aan de natuurwaarden in de Waddenzee.

Evenals voorgaande jaren leggen we de jaarrapporten voor aan de betrokken ministeries, de externe AuditCommissie (onderdeel commissie m.e.r.) en andere belangenorganisaties o.a. georganiseerd in de Begeleidingscommissie Waddengas 2006.

We vinden het essentieel dat andere onderzoekers en instanties met regelmaat ons werk blijven controleren en daar een onafhankelijk oordeel over geven. De conclusies steunen ons in onze werkwijze wat betreft ontwerp en uitvoering. Wij blijven ons inzetten voor een verantwoorde en duurzame gaswinning in het Waddengebied.

Erwin Bruinewoud

Onderzoeks- en Omgeving-coördinator Waddengebied
Nederlandse Aardolie Maatschappij

Publiekssamenvatting

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

De Waddenzee is UNESCO Werelderfgoed. Vanwege het unieke karakter van dit natuurgebied 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. Sinds 2006 produceert de Nederlandse Aardolie Maatschappij vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen (MLV) aardgas vanuit het Waddengebied.

De gaswinning in het Waddengebied mag geen nadelige effecten hebben op de beschermende natuurwaarden. Speciaal voor de gaswinning onder het Waddengebied is het 'hand aan de kraan'-principe in het leven geroepen. Het principe kent twee belangrijke pijlers. Enerzijds mag de bodemdaling, als gevolg van de gaswinning, niet groter zijn dan vergund en deze niet leidt tot een afname van de wadplaten. Anderzijds mag de bodemdaling niet tot schade leiden aan de natuur in relatie tot 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.

Om bovenstaande te controleren, is door de NAM een *monitoringsprogramma* opgesteld, dat een tiental onderzoeken omvat en veelal door externe onderzoeksbureaus wordt uitgevoerd. In hoofdlijnen kijkt men naar de diepe bodemdaling, het droogvallende wad in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag, de kwelder van de Peazemerlannen en het Lauwersmeergebied. Hierbij worden bijvoorbeeld met satellieten de hoogtes van de wadplaten bepaald, vogeltellingen uitgevoerd, het type begroeiing op de kwelders gevolgd en de bodemdierpjes op de wadplaten onderzocht.

Beschouwing en analyse van de resultaten levert jaarlijks een tiental rapporten op; daarnaast zijn er regelmatig rapporten die volgen uit methodiekontwikkeling of aanvullende analyses. Jaarlijks worden de rapporten voorgelegd aan de Commissie Monitoring Waddengas 2006, bestaande uit regionale en lokale overheden en belangengroepen. Deze commissie is onderdeel van het rijksprojectbesluit – gaswinning Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen. Deze commissie brengt haar advies uit aan het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Het ministerie van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit vragen jaarlijks advies over de rapportages van NAM aan de onafhankelijke wetenschappelijke Auditcommissie Gaswinning Waddenzee (onderdeel van de Commissie voor de milieueffectrapportage). Het advies van de Auditcommissie is openbaar en wordt gepubliceerd op de website van de Commissie m.e.r.

Het monitoringprogramma is ingericht om te toetsen aan een aantal relevante beleidsdoelstellingen, veelal instandhoudingsdoelstellingen in het kader van de Wet Natuurbescherming en aan eisen die volgen uit het Rijksprojectbesluit voor gaswinning onder de Waddenzee. Deze doelen en eisen zijn gedefinieerd in tabel 1 van dit rapport (pagina 17) en komen terug in deze publiekssamenvatting.

Bodemdaling en gebruiksruimte 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 kombergingen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag gelden een wettelijk vastgesteld, conservatief meegroeivermogen van respectievelijk 6 en 5 millimeter per jaar.

In 2020 is evenals in alle voorgaande jaren het meegroeivermogen niet overschreden. Voor de kombergingen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag bedroegen de gemiddelde bodemdalingen het afgelopen jaar resp. 1,5 en 0,8 millimeter; de relatieve zeespiegelstijging is vastgelegd op 2,4 millimeter per jaar. Zowel voor de komende periode tot 2026 met het geldende zeespiegelstijgingsscenario, als voor de periode daarna - waarbij voor de zeespiegelstijging het richtscenario wordt gevolgd - wordt geen overschrijding van het meegroeivermogen voorzien.

Areaal wadplaten – kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag



Aanwijzingsbesluit Waddenzee: *Behoud 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 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 bij vaste peilmerken, verspreid over de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag.

Het gerapporteerde plaatareaal op de Zoutkamperlaag is constant gebleven en ook de ontwikkelingen van deelgebieden in deze komberging variëren niet sterk. Het plaatareaal in het kombergingsgebied van het Pinkegat lijkt licht af te nemen, maar dit valt binnen de onzekerheidsmarges. Er is wel een sterkere variatie in de deelgebieden wat betreft de plaathoogtes. Deze variaties in het Pinkegat zijn eerder een gevolg van geul-plaat dynamiek dan dat ze op een relatie met de diepe bodemdaling duiden.

Beschermde vogelsoorten Waddenzee



Aanwijzingsbesluit Waddenzee: Behoud van omvang en kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels.

De Waddenzee is van groot ecologisch belang voor vogels. Ze vormt een belangrijke schakel in de Oost-Atlantische trekroute van veel vogelsoorten. Het gebied is dan ook aangewezen als vogelrichtlijngebied. De belangrijkste natuurlijke 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 bodemdaling op beschermde vogelsoorten worden een aantal stappen doorlopen. Ten eerste 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. Voor soorten met een afwijkende, negatieve ontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag wordt geanalyseerd of de draagkracht van dit gebied voor die soorten is afgenomen in de periode waarin er bodemdaling is opgetreden. 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.

Er zijn vijf vogelsoorten zijn waarvan de aantallen op de hoogwatervluchtplaatsen rond Pinkegat en Zoutkamperlaag de laatste jaren afnemen. Dit zijn de Bergeend, Scholekster, Kluut, Kanoet en Wulp. Voor twee van deze soorten, Scholekster en Kluut, geldt dat hun aantalsontwikkeling in Pinkegat en Zoutkamperlaag gelijk is aan die in de rest van de Waddenzee. Voor de Bergeend, Kanoet en Wulp geldt dat niet. De Bergeend lijkt in zijn verspreiding de voorkeur te geven aan gebieden met grote dichtheden Slijkgarnaaltjes. Het veel diversere dieet van de Bergeend neemt niet af in het Pinkegat of

de Zoutkamperlaag. De Kanoet is in sterke mate afhankelijk van kleine schelpdieren zoals het Nonnetje. Sinds 2007 neemt de dichtheid Nonnetjes in de westelijke Waddenzee weer toe en mogelijk verplaatst een deel van de Kanoeten zich naar het westelijke deel van de Waddenzee. Gesuggereerd wordt ook dat Kanoeten in het oostelijke deel van de Waddenzee last kunnen hebben van roofvogels, met name slechtvalken, die pleisterende kanoeten verstoren. Voor de Wulp zijn geen signalen dat het voedselaanbod verslechtert. Wat wel kan spelen is dat naast het wad met laagwater, ook de weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp en dat versturende elementen zijn. De Wulp is van nature zeer gevoelig voor verstoring en veruit de schuwste wadvogel met de grootste vliegafstand voor mensen.

Kwelder Peazumerlannen



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 Friesland. Het is een natuurgebied bestaande uit grotendeels beweide zomerpolder en een niet-beweide kwelder, met veel variatie waar hoogtezones inclusief een pionierzone aanwezig zijn. Om eventuele veranderingen in opslibbing en vegetatieontwikkeling in de Peazemerlannen te kunnen waarnemen worden tijdens de gaswinningperiode jaarlijks op strategische punten metingen gedaan, 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 een toename van de maaiveldhoogte gemeten. Bij een klein deel van de meetpunten is de opslibbing te laag om de bodemdaling en zeespiegelstijging te compenseren. Bepalend voor de lagere opslibbing is de ligging van de locatie (hooggelegen zomerpolder, naast of in een poel, 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.

Door de uitbreidende en de dichter begroeide pionierzone en het opslibben van het voorliggende wad van de Peazemerlannen komt een beeld naar voren van successie. Er zijn geen aanwijzingen dat de 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 na het afronden van de Lauwerzeedijk werd gescheiden van de Waddenzee. Met de 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 overstroomde 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.

Om de mogelijke effecten van diepe bodemdaling op beschermde broedvogelsoorten van het Lauwersmeergebied te bepalen, wordt een aantal stappen doorlopen. Eerst wordt vastgesteld hoe de soort zich in het gebied ontwikkelt. Dan wordt deze ontwikkeling vergeleken met de ontwikkeling van de soort in heel Nederland. Vervolgens wordt vastgesteld wat de belangrijkste functie van het Lauwersmeergebied is voor die soort (broeden, foerageren, etc.). Geëvalueerd wordt of bodemdaling door gaswinning een verstorend effect kan hebben op die functie en zodoende ten grondslag kan liggen aan een geobserveerde afname in de aantallen van een soort.

In het monitoringjaar 2020 zijn de ecologische verbanden tussen hoogteligging, inundatie, vegetatieontwikkeling en ontwikkeling van de aantallen van geselecteerde Natura 2000 broedvogelsoorten in het licht van begrazingsbeheer en effecten van bodemdaling nader geanalyseerd. De analyses laten zien dat voor de rietbroedvogels met name het begrazingsbeheer een bepalende factor is. Een relatie tussen diepe bodemdaling en grondwaterstandsverloop ten opzichte van maaiveld is, net als in voorgaande jaren, vooralsnog niet aanwezig.

Het effect van diepe bodemdaling via maaiveld daling en verhoogde inundatiekansen en -duur op dichtheid en nestsucces is voor sommige Natura 2000-soorten (Rietzanger, Bruine Kiekendief) niet op voorhand uit te sluiten maar kan tot nu toe niet worden vastgesteld. Ook betreding en vertrapping door grote grazers en het waterpeilbeheer in het gebied hebben invloed op de inundatie van platen.

Conclusie

Op basis van de onderzoeken over het rapportagejaar 2020 kan worden geconcludeerd dat de bodemdaling door gaswinning de bepaalde gebruiksruimte niet heeft overschreden of dreigt te overschrijden in cumulatie met de zeespiegelstijging. Ook heeft de bodemdaling niet geleid tot nadelige effecten op de natuurwaarden en de instandhoudingsdoelstellingen in de Waddenzee, op de kwelder van de Peazemerlannen en in het Lauwersmeergebied.

Integrale Beoordeling monitoringresultaten – rapportagejaar 2020

Deze integrale beoordeling is gebaseerd op de onderzoeken die in het kader van het Monitoringsprogramma voor het rapportagejaar 2020 zijn uitgevoerd, alsmede aanvullende rapporten, analyses en ontwikkelingen die recentelijk bekend zijn geworden.

Het doel van de Integrale beoordeling is om inzichtelijk te maken hoe de resultaten en conclusies uit de verschillende deelonderzoeken en dito rapportages worden toegepast om de pijlers van het ‘hand aan de kraan’-principe te beantwoorden:

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Publiekssamenvatting	3
Integrale Beoordeling monitoringresultaten – rapportagejaar 2020	9
Inleiding	10
Rapportages	25
Gasproductie in 2020	27
Monitoring Waddenzee	28
Bodemdaling Wadden en Lauwersmeergebied	28
Wadplaten areaal	33
Vogelsoorten en kwaliteit droogvallende wadplaten	39
Kweldermonitoring Peazemerlannen.....	44
Monitoring Lauwersmeergebied	49
Eindconclusies	55
Literatuur	56

Inleiding

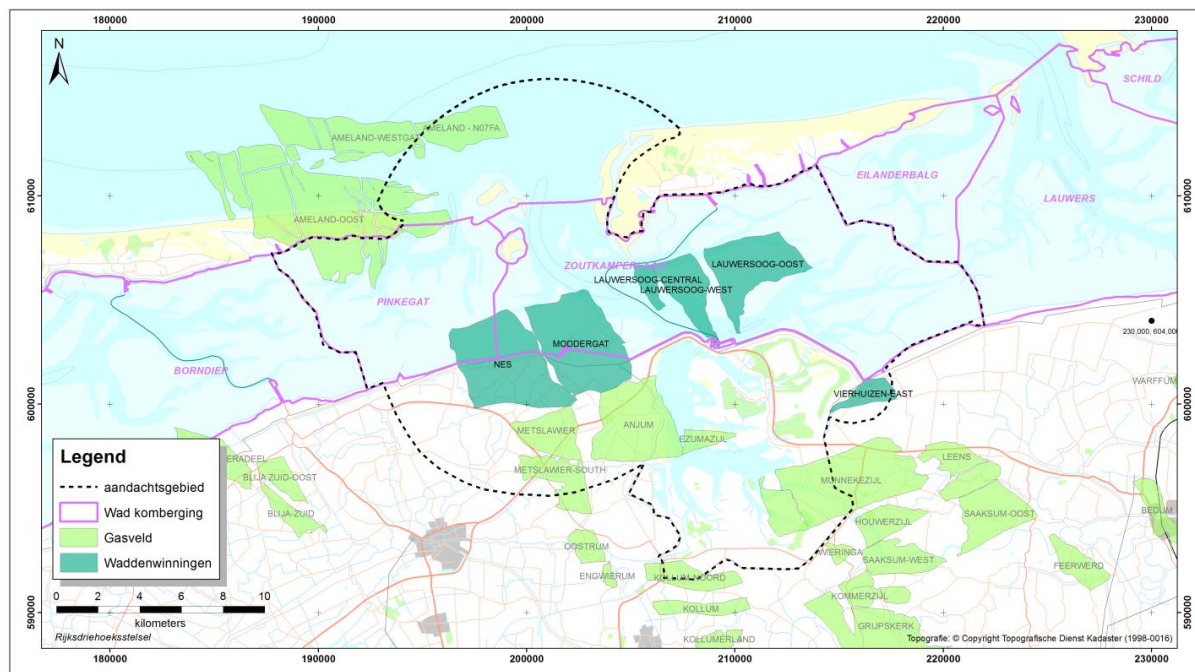
Het doel van de Integrale beoordeling is om inzichtelijk te maken hoe de resultaten en conclusies uit de verschillende deelonderzoeken en dito rapportages worden toegepast om de werking van het 'hand aan de kraan'-principe te toetsen. Het principe kent twee belangrijke pijlers. Enerzijds mag de bodemdaling, als gevolg van de gaswinning, niet groter zijn dan vergund of leiden tot een afname van de wadplaten. Anderzijds mag de bodemdaling 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, wordt de gaswinning door de overheid aangepast.

De Integrale beoordeling is een NAM-rapport dat is gebaseerd op de onderzoeken die in het kader van het Monitoringsprogramma voor het rapportagejaar 2020 zijn uitgevoerd, alsmede op basis van aanvullende rapporten, analyses en ontwikkelingen die recentelijk bekend zijn geworden. 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 voor het rapportagejaar 2020.

De resultaten en conclusies uit de laatste onderzoeken worden besproken in de hoofdstukken Productiegegevens 2020, Monitoring Waddenzee, Kweldermonitoring Peazemerlannen en Monitoring Lauwersmeergebied. In het laatste hoofdstuk worden de eindconclusies gepresenteerd.

Gaswinning locaties Moddergat, Vierhuizen en Lauwersoog

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) wint sinds 2006 vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen gas 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 het aandachtsgebied van de gaswinning in het Waddengebied.



Figuur 1. Overzicht van het aandachtsgebied van de gaswinning in het Waddengebied. De contour van dat gebied is aangegeven met de stippellijn. Uit de donkergroene gasvelden “Nes”, “Moddergat”, “Lauwersoog” en “Vierhuizen” wordt gas gewonnen vanaf binnendijkse locaties gelegen bij de dorpen Moddergat en Vierhuizen en vanaf een locatie gelegen in de haven van Lauwersoog. Deze gaswinning is gestart in 2006. De lichtgroene velden zijn al langere tijd in productie: bv. “Ameland” sinds 1986 en “Anjum” sinds 1991. De contour omvat ook een deel van de Noordzeekustzone. Dat gebied noemen we de buitendelta. De Waddenzee wisselt sediment uit met deze buitendelta; zie paragraaf Sedimentdelend systeem.

Bodemdaling door gaswinning

Onder het Waddengebied bevinden zich een aantal aardgasvelden. Deze gasvelden bevinden zich op een diepte van ruim 3000 meter. Het gas zit 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 zandsteenpakket af en zal de zandsteen worden 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 gebruikelijk 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 gasproductieverloop, bodemdalingschotels berekend en ingetekend op kaarten (hoofdstuk Monitoring Waddenzee; figuren 6 en 7). Op zee en het wad is dat meten lastiger. Dat komt enerzijds

omdat er op de zeebodem weinig vaste punten zijn die boven water uitsteken en anderzijds 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 ondiepe kustzone van nature sterk in beweging is.

Omdat in de Waddenzee de wadplaten tijdens laagwater droogvallen, is in dit deel van het gebied een beperkt aantal hoogtemetingen wel mogelijk. Om daarbij geen last te hebben van 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 de aard- en gesteentelagen inclusief breuklijnen in kaart gebracht. 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 de driedimensionale dynamische reservoirmodellen te kalibreren en om een nauwkeuriger inzicht te verkrijgen van 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 voortkwam uit de Long-term subsidence (LTS) studie. Kort gezegd laat deze methode voor tientallen reservoirmodellen duizenden varianten van bodemdalingsmodellen de bodemdaling berekenen en toetst deze 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. Deze vernieuwde methode wordt de LTS-II methode genoemd. Elk jaar wordt de methode verder verfijnd, o.a. op basis van de terugkoppeling op de vorige rapportage.

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. Deze bodemdaling 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”. Beschermd zijn het areaal en de kwaliteit van de wadplaten, waarbij kwaliteit wordt uitgelegd als “structuur en functie” van de wadplaten. Eén van de belangrijkste functies van de wadplaten is die van foerageergebied voor wadvogels. Deze vogelsoorten vormen samen met enkele zoogdieren en vissen 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. Vandaar dat ook de invloed van bodemdaling op de

natuurlijke ontwikkeling van deze kwelder wordt gemonitord. Hierbij is 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 van de pioniervegetatie die zeewaarts van de kwelder op het wad is ontstaan, standaard in het programma opgenomen.

De Ameland kwelders het Neerlands Reid en de Hon worden sinds de start van de gaswinning Ameland (1986) gemonitord. De resultaten van deze monitoring worden eens per vijf jaar gerapporteerd, maar zijn geen onderdeel van deze rapportage.

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. Het gebied is echter onderhevig aan verruiging en verdroging. Het natuurbeheer is er in deelgebieden op gericht de vegetatie kort te houden en de situatie voor moerasvogels te verbeteren. Mochten er effecten van bodemdaling door gaswinning in het gebied 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 nog aan vergunningeisen wordt voldaan. Voor bodemdaling als gevolg van gaswinning is een specifiek toetsingskader ontwikkeld. Hierin mag de gemiddelde bodemdaling, in cumulatie met de zeespiegelstijging niet meer bedragen dan een vastgestelde natuurgrens. Wanneer metingen en berekeningen uitwijzen dat deze natuurgrens dreigt te worden overschreden, legt de NAM zelf de hand aan de gaskraan zodat toekomstige bodemdalingsnelheden weer binnen de toegestane marge passen.

In de ecologische monitoring wordt een aantal natuurlijke kenmerken van het gebied gevolgd in de tijd. Deze kenmerken zijn zodanig gekozen dat ze zo goed mogelijk die beschermde natuurdoelen beschrijven waarvoor geldt dat effecten van bodemdaling door gaswinning niet op voorhand konden worden uitgesloten. Dit zijn ecologische kenmerken die afhankelijk zijn van de hoogteligging van de wadplaten en kwelder en van de grondwaterstanden en het meerpeil in het Lauwersmeergebied. Deze beschermde natuurdoelen zijn classificierend in het kader van de Wet Natuurbescherming. Wanneer nu uit de monitoring blijkt dat zo’n classificierend natuurdoel een negatieve ontwikkeling doormaakt, dienen twee vragen te worden beantwoord:

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

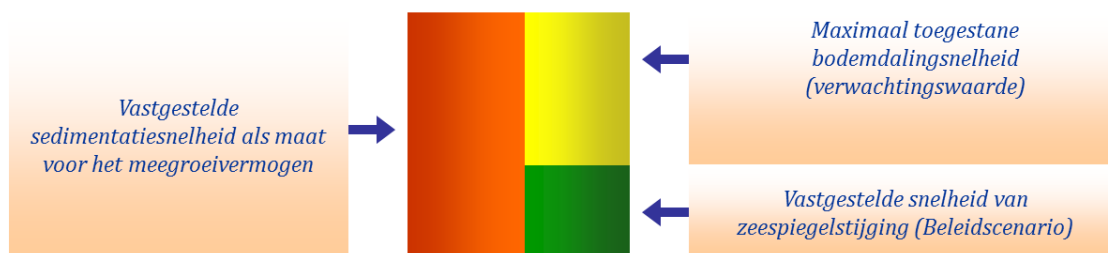
De eerste vraag is de verantwoordelijkheid van de NAM. De tweede vraag is ter beoordeling aan de Minister van LNV. Op basis van die beoordeling kunnen de Ministers van EZK en LNV aan de NAM opdragen de gasproductie zodanig te reduceren dat er zo spoedig mogelijk herstel optreedt. Dit zal mogelijk gepaard 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 weer zand naar de geulen. De vorm van het gebied (geomorfologie) past zich zo continu aan de waterbeweging aan. Deze waterbeweging (golven en getij) varieert dagelijks als gevolg van maanstanden en weersinvloeden. We spreken dan ook van een dynamisch evenwicht. Op korte termijn overheerst die dynamiek kleine invloeden, zoals zeespiegelstijging en bodemdaling door gaswinning. Echter, als deze kleine invloeden niet door extra sedimentimport in de Waddenzee gecompenseerd worden, leiden ze op lange termijn tot het korter droogvallen van de wadplaten. De vergunningen die de NAM heeft om gas te mogen winnen onder de Waddenzee gaan ervan uit dat dit niet optreedt. Dit werkt als volgt.

De zeespiegelstijging en bodemdaling door de gaswinning bedragen samen enkele millimeters per jaar. Dat lijkt weinig, maar vermenigvuldigd met de oppervlakte van een kombergingsgebied is dat toch een relevant volume per jaar. Deze volumeverandering treedt gestaag op en beïnvloedt het hydrodynamisch evenwicht. Er ontstaat een situatie waarin er gemiddeld meer water het gebied in- en uitstroomt, waardoor er gemiddeld meer sediment vanuit de kustzone wordt aangevoerd. Dat wordt “zandhonger” genoemd. Door de toename van het netto sedimenttransport kunnen de wadplaten meegroeien met de zeespiegelstijging en met bodemdaling door gaswinning. Dit wordt aangeduid met het “meegroeivermogen” van de Waddenzee.

De vraag is natuurlijk hoe groot dat meegroeivermogen eigenlijk is. Hoeveel zandhonger kan er optreden voordat de aanvoersnelheid en -capaciteit beperkend wordt en de droogvalduur van de wadplaten beïnvloed wordt? De afgelopen 20 jaar zijn er verschillende studies uitgevoerd naar het meegroeivermogen van de Waddenzee. Dit werk bestond uit analyses van historische sedimentatiesnelheden en modelstudies (tab. 2). Recente analyses schatten het maximale meegroeivermogen van kombergingen in het oostelijke deel van de Waddenzee hoog in. Voor de Zoutkamperlaag komen de onderzoekers tot een meegroeivermogen van 17,1 en voor het relatief kleine Pinkegat is dat zelfs 32,7 mm per jaar (Van der Spek, 2018). 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 ook wel de “Natuurgrenzen” genoemd. Ze worden als veilige grenzen beschouwd, door de conservatieve vaststelling. De som van de snelheid van zeespiegelstijging en 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, dient NAM haar gasproductie zodanig aan te passen dat dit hersteld wordt. Hoe NAM jaarlijks vaststelt of de gasproductie aan deze eis voldoet is vastgelegd in het Meet- en Regelprotocol (NAM, 2012).



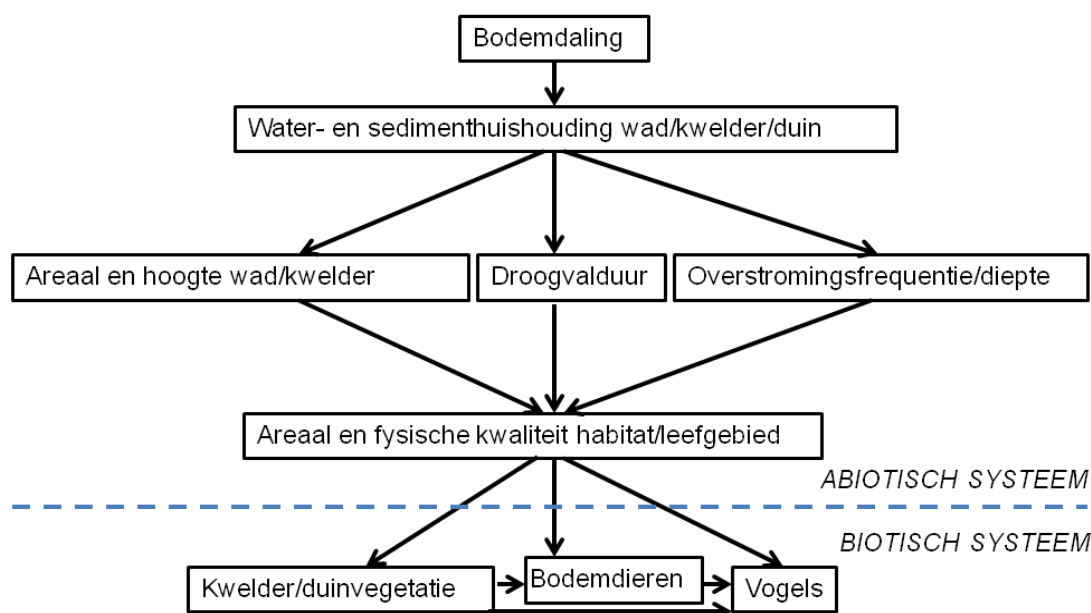
Figuur 2. De som van bodemdalingsnelheid en zeespiegelstijgingsnelheid mogen de vastgestelde sedimentatiesnelheid (capaciteit) niet overschrijden (conceptuele weergave).

Ecologische monitoring

Ondanks dat er wordt uitgegaan van conservatief gekozen natuurgrenzen, is niet bewezen dat alle onderliggende theorie correct is. Daarom voert NAM naast het eerdergenoemde Meet- en Regelprotocol ook een monitoringprogramma uit (NAM, 2014). In dit monitoringprogramma wordt voor de wadplaten gekeken naar de ontwikkeling van het areaal wadplaten, erosie en sedimentatie processen en naar de draagkracht van het gebied voor, op de wadplaten foeragerende vogels. Daarnaast zijn ook voor de kwelder, de “Peazemerlannen” en het Lauwersmeergebied monitoringprogramma’s opgesteld. Het doel van de monitoring is te controleren of er, zoals verwacht, geen nadelige ontwikkeling van instandhoudingsdoelen optreedt. Indien er wel een nadelige ontwikkeling wordt vastgesteld, dient aannemelijk gemaakt te worden dat dit wel of niet het resultaat is van bodemdaling door gaswinning. Het monitoringprogramma is te vinden op <http://www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html>

Het monitoringprogramma kan jaarlijks, mede op basis van adviezen van de Auditcommissie worden aangepast. Iedere 6 jaar wordt het programma geëvalueerd. In 2013 heeft de eerste evaluatie plaatsgevonden en in 2019 de tweede. (NAM, 2019)

Voor het vaststellen van het monitoringprogramma is een zgn. effectketenbenadering gevolgd. Deze benadering 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 Ens *et al.* (2021), Van Duin (2021) en Kleefstra *et al.* (2021). 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.

De beleidsdoelen voor de Waddenzee waar dit rapport aan toetst zijn opgenomen in tabel 1. Omdat de betreffende doelstellingen 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 tevens een overzicht van de onderdelen van het monitoringprogramma en waar die bijdragen aan het meten van de verschillende beleidsdoelen. De meeste doelen zijn instandhoudingsdoelen in het kader van de Wet Natuurbescherming. Daarnaast zijn 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 monitoringprogramma's die uitgevoerd worden, het doel waarvoor ze worden ingezet en de uitvoerende instantie. De beleidsdoelen zijn afkomstig uit het Aanwijzingsbesluit Waddenzee¹, Aanwijzingsbesluit Lauwersmeergebied², Rijksprojectbesluit voor gaswinning onder de Waddenzee³ of de Structuurvisie Waddenzee⁴. De technische omschrijvingen zijn om twee redenen niet volledig overeenkomstig de bestaande profielfragmenten voor beschermde habitats en soorten. Ten eerste omdat de monitoring zich focust op de omgeving van het Friese zeegat en het Lauwersmeer en niet op de Waddenzee als geheel. Ten tweede omdat een instandhoudingsdoel zoals gedefinieerd in een profielfragment in veel gevallen niet effectief gemonitord kan worden.

Beleidsdoel	Technische omschrijving	Monitoringprogramma
1) Waddenzee <i>Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschrijden of dreigen te overschrijden³</i>	Belasting van de gebruiksruimte: 6-jarig voortschrijdend gemiddelde van de gemiddelde (ruimtelijk) bodemdalingssnelheid voor het gehele Pinkegat of Zoutkamperlaag.	▪ Meetcampagnes voor bodemdaling op land ▪ Meetcampagnes voor bodemdaling op het wad
2) Waddenzee <i>Behoud oppervlakte slik- en zandplaten¹.</i> <i>Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen⁴</i>	Areaal wadplaten tussen -50 cm en 160 cm NAP Sedimentatie en erosie van wadplaten in en buiten bodemdalinggebieden	▪ LiDAR surveys wadplaten ▪ Bodemdaling op peilmerken ▪ Waterpassingen rond peilmerken ▪ Spijkermetingen
3) Waddenzee <i>Behoud van omvang en kwaliteit wadplaten als foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels¹</i>	Oogstbare hoeveelheid voedsel per tijd voor Natura 2000-doelsoorten Areaal geschikt foerageer habitat voor Natura 2000-doelsoorten	▪ SIBES (bodemdieren in en op de wadplaten) ▪ MOSKOK (schelpdiermonitoring) ▪ LiDAR survey wadplaten ▪ Waterstanden Waddenzee ▪ Litorale mosselbanken survey ▪ Vogeltellingen op HVP's (hoogwatervluchtplaatsen) ▪ Vogeltellingen vliegroutes
4) Waddenzee <i>Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras¹</i>	Areaal en ontwikkeling kweldervegetatietypen volgens de SALT97 typologie (Peazemerlannen) Areaal pioniervegetatie (Peazemer wad) Hoogteontwikkeling kwelder Overstromingsfrequentie/-duur kwelder (Peazemerlannen)	▪ Vegetatieopnames ▪ SEB metingen ▪ Diepteloggers t.b.v. het meten van de overstromingsfrequentie
5) Lauwersmeergebied <i>Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels²</i>	Areaal geschikt broedhabitat voor Natura 2000-doelsoorten. Vegetatieontwikkeling	▪ Bodemdaling op peilmerken ▪ Vegetatieopnames ▪ Grondwaterstanden en grondwaterchemie ▪ Vegetatiestructuuroopnames ▪ Broedvogeltellingen ▪ Vegetatiebeheer ▪ Waterstanden

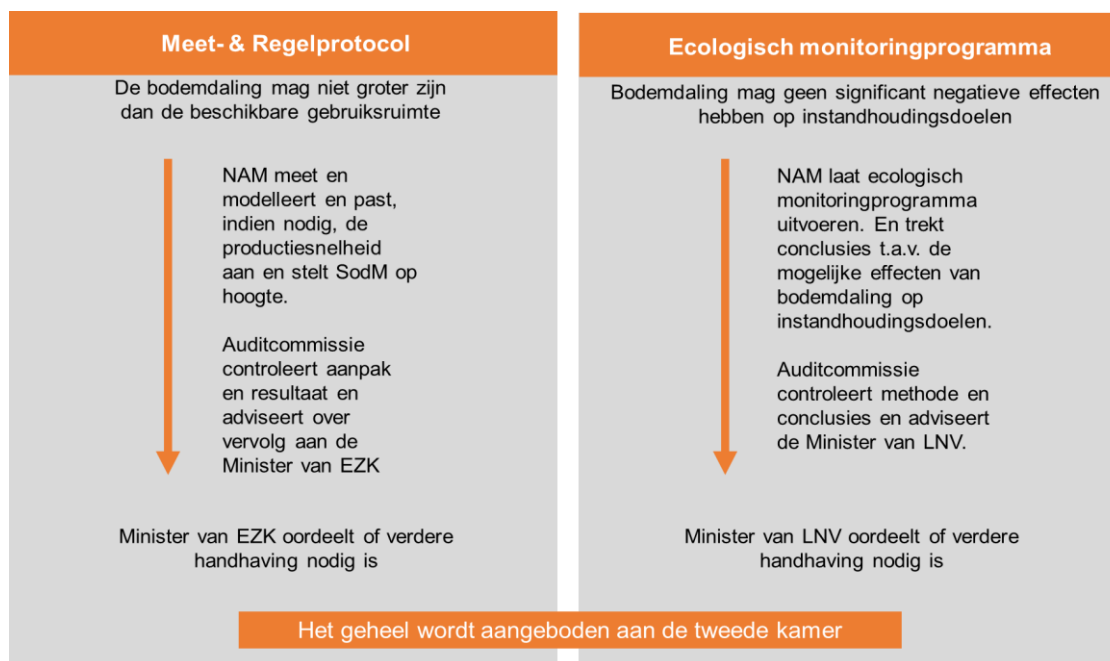
Organisatiestructuur monitoring, rapportage, beoordeling

Jaarlijks worden monitoring- en onderzoeksrapportages, inclusief deze integrale samenvatting, aangeboden aan de Ministers van Economische Zaken en Klimaat en het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit; zie ook figuur 4.

De ministeries van EZK en LNV vragen jaarlijks advies over de rapportages van NAM aan de onafhankelijke wetenschappelijke Auditcommissie Gaswinning Waddenzee (onderdeel van de Commissie voor de milieueffectrapportage). Het advies van de Auditcommissie is openbaar en wordt gepubliceerd op de website van de Commissie m.e.r.

Het oordeel van de Auditcommissie bevat doorgaans een aantal adviezen ten aanzien van de monitoring en data-analyse. De NAM beoogt deze adviezen zo accuraat mogelijk op te volgen. In de volgende paragraaf staat een overzicht van de adviezen uit 2020 over het rapportagejaar 2019 en hoe de NAM – in afstemming met de onderzoekers - daar aanvulling aan heeft gegeven voor het rapportagejaar 2020.

De monitoringsrapportages worden ook met de leden van de *Commissie Waddengas 2006* gedeeld. Deze commissie bestaat uit belanghebbenden zoals regionale overheden, gebiedsbeheerders en NGO's. De jaarrapportages worden ook innen deze commissie besproken, waarbij voor zover haar kennis reikt met name, wordt geoordeeld over de kwaliteit van de rapportages.. De Commissie Waddengas 2006 rapporteert haar bevindingen eveneens aan de Ministers van LNV en EZK.



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

Opvolging Advies Auditcommissie voor rapportagejaar 2020

Tabel 2 bevat de opsomming van de adviezen van de Auditcommissie en hoe deze zijn opgevolgd in de onderzoeken en rapportages over het rapportagejaar 2020. Het gehele advies van de Auditcommissie is te vinden op de website van de Commissie voor de m.e.r.:

https://www.commissiemer.nl/docs/mer/p34/p3467/3467_advies_auditcommissie_aardgaswinning_waddenzee.pdf

Tabel 2. Overzicht adviezen AuditCommissie en reactie c.q. opvolging daarvan door de NAM en onderzoekers

no.	Advies voor 2020 rapportages	Reactie / Opvolging
1	Verdisconteer de autonome bodemdaling in de metingen waarmee de modellen voor de diepe ondergrond worden gekalibreerd. Dat leidt tot een betere schatting van de diepe-bodemdaling veroorzaakt door de gaswinning.	Dit wordt beschreven in: <i>Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2020; par. 2.3.3.1 Autonome diepe-bodemdaling</i>
2	Onderzoek periodiek of de uitkomsten van de verschillende modellen voor de bepaling van de diepe bodemdaling vergelijkbaar blijven. Verklaar eventuele verschillen in modeluitkomsten en geef aan wat dit betekent voor hun bruikbaarheid.	In het verleden zijn numeriek resultaten gebruikt om de het analytisch zoutmodel te valideren. Dat is voor meerdere punten gedaan waarbij een numeriek elastisch model met zoutkruip is gebruikt. Dit is dus een validatiestap en geen kalibratiestap. Het RTCM model kan helaas niet worden gevalideerd met numerieke berekeningen omdat dit model niet bestaat in een numerieke simulator.
3	Beschrijf in de volgende rapportage Meet- en Regelcyclus, aan de hand van de zogeheten 'Tornado charts', de belangrijkste en gevoeligste parameters (processen) die de diepe bodemdaling bepalen. Dit maakt de informatie begrijpelijker voor niet-deskundigen. Onderbouw de keuze voor het gehanteerde onzekerheidsinterval voor de diepe-bodemdaling, en presenteer bij de toetsing of er geen diepe-bodemdaling is ook de overschrijdingskans (p-waarde).	Dit is weer opgenomen in de 2020 rapportage: <i>Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2020; par. 2.3.3.5 Selectie van geomechanische parameters op basis van confrontatie met gemeten data.</i>
4	Besteed structureel aandacht aan de risico's van aardbevingen voor mens en natuur ook al zijn er tot nu toe geen aardbevingen geweest door de winning van gas uit de MLV-gasvelden, en zijn er geen aanwijzingen dat die in de toekomst wél zouden kunnen plaatsvinden. Dit mede gegeven de maatschappelijke onrust over aardbevingen veroorzaakt door gaswinning.	Aandacht hiervoor is voortgezet in het NAM-rapport - <i>Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2020; Bijlage 3: Mogelijke gevolgen van aardbevingen op bodemdaling en milieu</i>
5	Onderzoek resterende systematische fouten bij de inwinning en analyse van LiDAR-data. Mogelijk zijn trends in het wadplaatareaal hierdoor nog beter te interpreteren. Neem zowel Ground Control Points, harde oppervlakken als sedimentgrids mee in de bepaling van het 'correctievlak' voor de analyse van de LiDAR-data. Ook hierdoor kan de interpretatie van deze data mogelijk nog verbeterd worden.	In 2021 is door NAM een tweede iteratie uitgevoerd op de methodiek waarmee de referentievak-correcties worden bepaald. Deze zijn integraal berekend op basis van metingen op harde topografie, sediment-grids, en Ground Control Point grids. De harde topografie punten zijn nader geëvalueerd.

6	Ga na of machine learning ook breder dan nu ingezet kan worden, bijvoorbeeld om niet eerder gedetecteerde verbanden tussen diepe-bodemdeling, morfologie en ecologie bloot te leggen.	Om tot een goede monitoring van het verstoringslandschap te komen kan <i>machine learning</i> van zeer groot nut zijn. Dit laten wij in deze rapportage zien aan de hand van de uitgewerkte effectketen.
7	Benut bodemdiergegevens van na 2013 zodat trends en ruimtelijke verschillen in voedselbeschikbaarheid in recente jaren beter gerelateerd kunnen worden aan het aantalsverloop van wadvogels. Mogelijk dat hiermee ook de grootte/omvang van het referentiegebied (nu de gehele Waddenzee) verkleind kan worden.	Het was gezien de tijd nog niet mogelijk om deze aanbeveling op te volgen voor deze rapportage. Er is een gereede kans dat als onderdeel van de basismonitoring Wadden er voor de volgende rapportage wel gebruik gemaakt kan worden van Waddenzee-brede gegevens uit het SIBES-programma van na 2013. Daarbij kan een betere vergelijking van trends en ruimtelijke verschillen in voedselbeschikbaarheid en het aantalsverloop van geselecteerde vogelsoorten bereikt worden door als analyse eenheid het leefgebied van getijdepopulaties (LGP) van de vogels te kiezen.
8	Geef aan hoe de nieuwe referentiegebieden voor de kwelders gebruikt worden bij de analyse van (historische) trends. Overleg met It Fryske Gea in hoeverre intensievere beweiding in de Peazemerlannen achterwege kan blijven of zodanig kan plaatsvinden dat deze niet interfereert met de monitoringactiviteiten.	In het Monitoringsrapport Peazemerlannen 2000 wordt uitvoerig aandacht besteed aan de nieuwe referentiegebieden. Als onderdeel van een 'herinrichting' met betrekking tot het beheer van de Peazemerlannen, is door It Fryske Gea in afstemming met de kwelderonderzoeker extra rekening gehouden met het ontzien van de huidige monitoringsmeetpunten.
9	Verbeter de interpretatie van trends in vogelaantallen in relatie tot diepe-bodemdeling bij het Lauwersmeer door bij de evaluatie de resultaten van het vogel- en vegetatieonderzoek beter te integreren.	Voor het rapportagejaar 2020 is nog meer samengewerkt tussen Sovon en Altenburg en Wymenga om de integratie te verbeteren. Daarnaast heeft een overleg tussen onderzoekers en de Audit Commissie plaatsgevonden om de huidige als ook toekomstige werkwijze af te stemmen.
10	Daarnaast adviseert de Auditcommissie na te gaan in hoeverre andere ontwikkelingen in de Waddenzee, zoals de toekomstige aanleg van twee ondergrondse stroomkabels, zou kunnen interfereren met het monitoringprogramma.	Eerste overleg met Tennet heeft plaatsgevonden. De exacte bepaling van de kabeloversteek over het wad van Schiermonnikoog naar vaste land dient nog te worden vastgesteld. NAM heeft Tennet op de hoogte gebracht van haar monitoringswerkzaamheden. Vooralsnog lijkt overlap in het monitoringsgebied van de NAM en het werkgebied van Tennet te zijn beperkt.

Ontwikkelingen in het Monitoringsgebied en aanvullende rapportages

Ontwikkeling gasveld Ternaard – NAM project

De NAM wil in de komende jaren een productieboring naar het gasveld Ternaard uitvoeren. Dit gasveld ligt op 3 kilometer diepte ten noorden van de dorpen Ternaard en Wierum in de gemeentes Noardeast Fryslân en Ameland. Het gasveld is eerder in 1991 aangeboord. Dit heeft echter niet tot productie van veld geleid omdat de aangetroffen volumes niet economische rendabel werden geacht. Met de nieuwe boring zal een ander deel van het Ternaard gasveld worden aangeboord.

Een klein deel van dit gasveld ligt onder land. Het grootste deel van dit gasveld ligt onder de Waddenzee onder het kombergingsgebied 'Pinkegat'. Als de boring succesvol is, wordt een nieuwe pijpleiding aangelegd vanaf een nieuw te bouwen productielocatie naar de bestaande NAM-locatie Moddergat. Voor meer projectinformatie, zie: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bureau-energieprojecten/lopende-projecten/gaswinning/gaswinning-ternaard>

Op de besluitvorming over gaswinning Ternaard is de rijkscoördinatieregeling (RCR) van toepassing. Dit betekent dat de winningslocatie en de benodigde pijpleiding worden vastgelegd in een inpassingsplan dat wordt vastgesteld door de ministers van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK). De terinzagelegging van het inpassingsplan tezamen met een aantal andere vergunningen wordt voorzien in de tweede helft van 2021.

In 2017 heeft de minister dit project aangewezen als een pilot voor een Omgevingsproces, dat de minister gaat helpen bij het besluit over de gaswinning. Het Omgevingsproces kan een nieuwe manier worden om de omgeving te betrekken bij besluitvorming rondom belangwekkende of grootschalige infrastructurele projecten. <https://www.nam.nl/gas-en-oliewinning/locaties-en-activiteiten/ontwikkeling-gasveld-ternaard.html>

Ontwikkeling Net op zee – Ten noorden van de Waddeneilanden – Tennet-project

Het Tennet-project *Net op zee - Ten noorden van de Waddeneilanden* is de totale netverbinding vanaf het windpark op de Noordzee tot een bestaand hoogspanningsstation op het vaste land. Onderdeel van dit project is de aanleg van twee hoogspanningskabels. In het huidige vastgestelde voorkeustracé zullen de kabels onder de oostelijke punt van Schiermonnikoog worden gelegd vanwaar de kabeltracés de Waddenzee kruisen naar het vaste land en verder worden aangelegd richting het hoogspanningsstation in de Eemshaven. Het tracé door de Waddenzee ligt aan de rechterkant van het wantij van de Zoutkamperlaag. De NAM is in gesprek met projectuitvoerder Tennet om de eventuele consequenties voor de monitoringspunten ten behoeve van de jaarlijkse Wadden monitoring vroegtijdig in beeld te hebben. Vooralsnog lijkt er geen tot een beperkte overlap in het project- en monitoringsgebied.

Rapportages – aanvullend in 2020

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

In navolging van het vorige advies van de Auditcommissie zijn de risico's op bodemdaling door mogelijk toekomstige aquiferdepletie nader onderzocht, als ook het na-ijlen van de bodemdaling

nadat de gaswinning is gestopt. Uit het onderzoek blijkt dat de kans op aquiferdepletie klein is en dat, mocht het toch optreden, de bijbehorende diepe-bodemdaling, ook bij na-ijling, ruim binnen de gebruiksruimte blijft. Via het monitoringprogramma, waarbij onder andere wordt gekeken naar de verandering in gas- en waterdrukken in boorgaten, kan het effect van aquiferdepletie tijdig onderkend worden. De resultaten en conclusies worden meegenomen in het voorliggende jaarrapport 2020. In het advies van de Auditcommissie over de resultaten van het monitoringsjaar 2019, 26 november 2020 / projectnummer: 3467 zijn de resultaten al meegenomen.

2. *Lugt M. van der, Cleveringa, J., Wang, Z.B Integrale analyse morfologische effecten van bodemdaling door gaswinning Ameland-Oost. (2020). Deltares [Arcadis – partner]*
3. *Kuiters, A.T. & R.M.A. Wegman, 2020. Veranderingen in morfologie kwelderrand en kwelderdrainage op Oost-Ameland in relatie tot bodemdaling. (2020). Wageningen Environmental Research.*

In opdracht van de Begeleidingscommissie monitoring bodemdaling Ameland zijn in 2020 twee onderzoeksrapporten afgerond met betrekking tot de mogelijke morfologische effecten van diepe bodemdaling op respectievelijk het systeem van wad en geulen (vd Lugt, et al.) en naar de effecten van kustafslag en vegetatie van de kwelderrand onder het Oerderduin en van het drainagesysteem van het Neerlands Reid (Kuiters, et al.). Voor de jaarrapportage 2020 refereert Krol. J. (2021) naar de bevindingen uit deze rapportages.

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 programma beslisschema's ontwikkeld voor zowel de wadplaten en de kwelders als het Lauwersmeer.

Beslisschema beschermde soorten

A	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel vogels (N2000-soorten) Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet		
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)	Y→5	N→8
	<i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies / vegetatie structuur / 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 etc.</i>		
5	Heeft de trend in de draagkracht / gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/ maaiveldaling)	N→6	Y→8
	<i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing / waterpeil / predatie / methodische veranderingen, etc.</i>		
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>) (is er een mogelijke relatie)	Y→7	N→8
	<i>Kijk voor 6 binnen de proxies / vegetatietypen naar de bepalende parameters/ variabelen, -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.</i>		
7	Oordeel: Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. ▪ 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 ('h and aan de kraan').		
8	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.		

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? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>)	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? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>)	Y → 9	N → 10
9	Oordeel: Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. <i>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).</i>		
10	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.		

Rapportages

Tabel 3 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. In Tabel 4 staan de rapporten die in 2021 met betrekking tot het monitoringsjaar 2020 beschikbaar zijn gekomen.

Tabel 3. Overzicht relevante onderzoeken; meer rapportages zijn te vinden op www.nam.nl en www.waddenzee.nl.

RAPPORTAGE	JAAR	AUTEURS
Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee	1998	Oost A P, B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh
Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 13 jaar gaswinning	2000	Dijkema K.S., H.F. van Dobben, W.D. Eysink, M.E. Sanders, E.P.A.G. Schouwenberg, P.A. Slim, C.J. Smit, J. de Vlas & 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	Dijkema K.S., 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 & Z.B. Wang
Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning Vloedkommen van het Friesche Zeegat. Rapport Z3995	2005	Wang, Z.B. & W.D. Eysink
MER aardgaswinning Waddenzegebied 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	Dijkema K.S., H.F. van Dobben, B. Dullo, B. Ens, M. Kersten, G. Ketelaar E. Koppenaar, J. Krol. K. Rappoldt, P. Slim & Z.B. Wang
Morfologische effecten bodemdaling in relatie tot gebruikruimte	2017	Wang, Z.B., J. Cleveringa & 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	Van der Spek A

Tabel 4. Rapportages monitoringsjaar 2020 De LTS rapportages zijn beschikbaar op de NAM website www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html

MONITORINGONDERDEEL	ORGANISATIE	RAPPORTAGE
Waddenzee		
Bodemdaling	NAM	Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2020. NAM rapport EP202104200793
Hoogteligging/arealen en sedimentatie-erosie van wadplaten	Terratec	Waddenzee - LiDAR acquisition for 2020 (2021) Terratec-report 41244
	Deltares	Van der Vegt, H, Van der Lugt M (2021) Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2020)
	Natuur Centrum Ameland	Krol J (2021) Sedimentatiemetingen op het wad van Ameland, Peasens. Piet Scheve plaat, Engelsmanplaat en Schiermonnikoog - Rapport 2020
Voedselbeschikbaarheid en – bereikbaarheid voor wadvogels	Sovon NIOZ Wageningen Marine Research Ecocurves	Ens BJ, 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
Kwelder		
Sedimentatie en vegetatie-ontwikkeling	Artemisia	Van Duin W (2021) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied en referentiegebieden: Jaarrapport 2020. Artemisierapport 2021-01
Lauwersmeer		
Vogelaantallen, vegetatie-ontwikkeling en draagkracht voor doelsoorten	Sovon Altenburg&Wymenga Buijs	Kleefstra R, Beemster N, Bijkerk W, Bakker R, Buijs R, de Boer P, Bekkema M, Kampichler C, Kok I, van der Zee E, Stahl J (2021) Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2020

Gasproductie in 2020



In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de cumulatieve gasproductie per veld tot en met 31 december 2020, als mede de geplande en actuele productie in het jaar 2020.

De totale gasproductie uit de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen in 2020 bedroeg 757 miljoen Nm³. Dat is lager dan de voorspelling in het winningsplan voor het productiejaar 2020. Dit is met name het gevolg van een lagere productie uit het grote Nes veld. Vanuit de kleinere velden, Vierhuizen-Oost en Lauwersoog-Centraal, is in 2020 niet tot nauwelijks geproduceerd in verband met technische oorzaken aan de gasputten. Voor Vierhuizen-Oost is een productieverlenging aangevraagd tot 31 december 2024, nadat eerder was aangegeven dat de beëindiging in 2017 zou plaatsvinden. Het te produceren volume vanuit dit veld verandert niet, alleen de productietijd wordt verlengd.

Tabel 5. Productie per voorkomen tot en met 31/12/2020.

Veldnaam	Cumulatieve productie Waddengasvelden t/m 2020 (10 ⁶ Nm ³)	Geplande productie in 2020 volgens winningsplan (10 ⁶ Nm ³)	Actuele productie in 2020 (10 ⁶ Nm ³)
Nes	11330	753	431
Moddergat	4711	161	167
Lauwersoog-C	137	26	1
Lauwersoog-West	1647	62	68
Lauwersoog-Oost	2334	73	90
Vierhuizen-Oost	1628	0	0
Totaal*	21787	1075	757

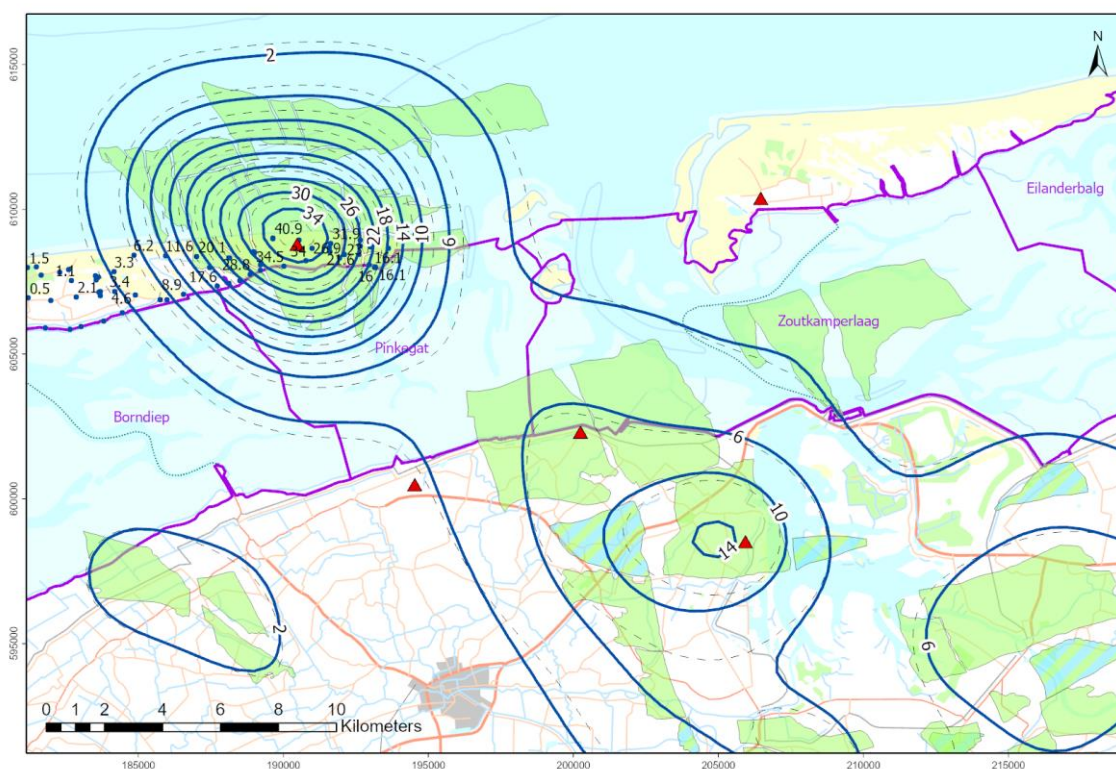
Monitoring Waddenzee

Bodemdaling Wadden en Lauwersmeergebied

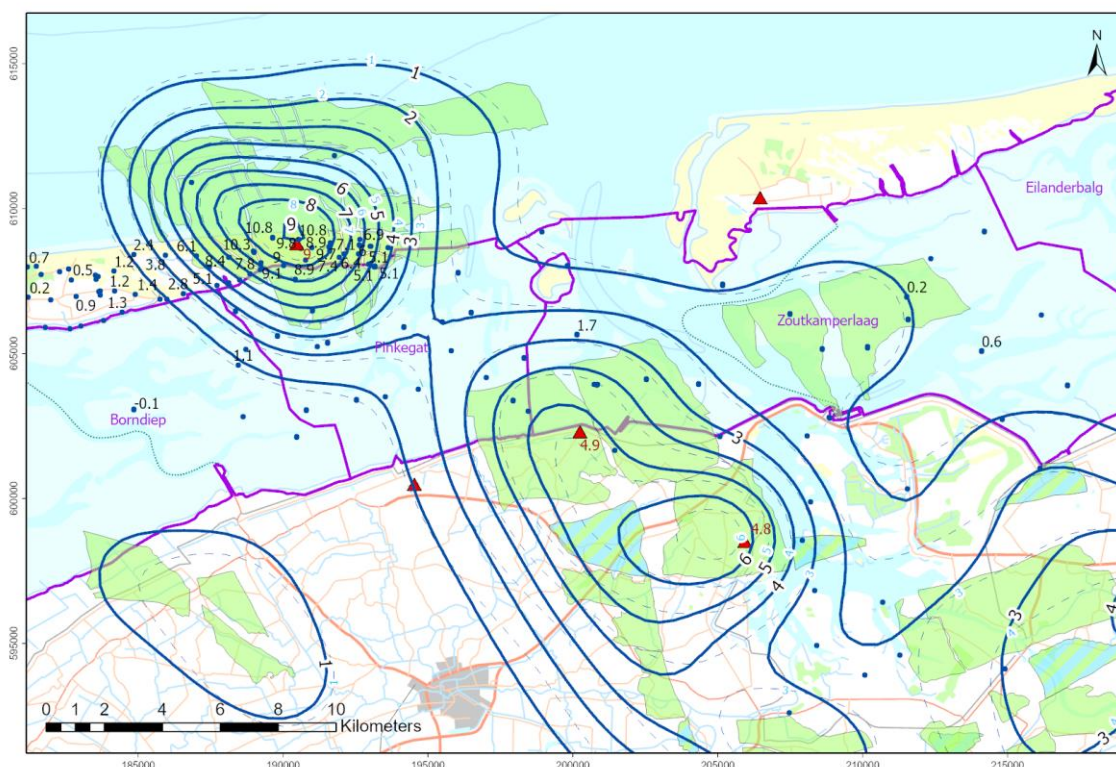
In het *NAM-rapport (2021) Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2020* worden de resultaten en conclusies besproken van de 2020 Meet- en regelcyclus volgens het geldende Meet- en regelprotocol.

De belangrijkste opgave in deze rapportage is het berekenen van de belasting op de kombergingen als gevolg van de bodemdaling door gaswinning. Om de belasting te berekenen wordt jaarlijks de bodemdaling gemodelleerd en geverifieerd met geodetische metingen, op basis van GNSS (Global Navigation Satellite System, GPS), waterpassingen, en satelliet radar interferometrie (InSAR).

De berekende bodemdaling is zichtbaar gemaakt in figuur 6. Hierin is ook de invloed van de gaswinning Ameland, Anjum en Blija meegenomen. Figuur 7 presenteert de totale bodemdaling in het gebied sinds 2006, omdat toen met de productie vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is gestart.



Figuur 6. Totale bodemdaling in cm (status modelcontour: 1-1-2021) door gaswinning sinds de start van de Ameland, Anjum en Waddenzeeproductie. In blauw: contouren van de gemodelleerde bodemdaling. De gestreepte contouren geven de bodemdaling op 1-1-2020 volgens de M&R-rapportage over 2019. Boven de gasvelden Ameland-Oost, Nes/Moddergat en Anjum worden op 3 posities continue GNSS-metingen uitgevoerd sinds 2007 (rode driehoeken).



Figuur 7. Bodemdaling in cm (status modelcontour: 1-1-2020) door gaswinning sinds de nulmeting in de Waddenzee in 2006. In blauw de contouren van de gemodelleerde bodemdaling volgens de aangepaste / gekalibreerde geomechanische modellen. De gestreepte contouren geven de bodemdaling van 2019 weer zoals getoond in de M&R-rapportage over 2019. De punten met label in de Waddenzee representeren de peilmerken met de gemeten hoogteverschillen vanaf 2006 (nulmeting Waddenzee) tot de laatst uitgevoerde meting in augustus 2020. De rode waarden geven de daling aan van de permanente GNSS-stations in de periode feb. 2007- jan. 2021. Er is geen bodemdaling aangegeven voor het Ternaard GNSS-station omdat deze nog niet in bedrijf was in 2006.

Als onderdeel van het Meet- en regelprotocol worden behalve campagne GNSS-metingen ook continue GNSS-metingen uitgevoerd – dit zijn de rode driehoeken in figuur 7. Deze bevinden zich op de locaties Ameland, Moddergat, Ameland-Nes, Ternaard en Anjum. 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. In tabel 6 wordt de gemiddelde dalingssnelheid op de meetlocaties in 2020 weergegeven.

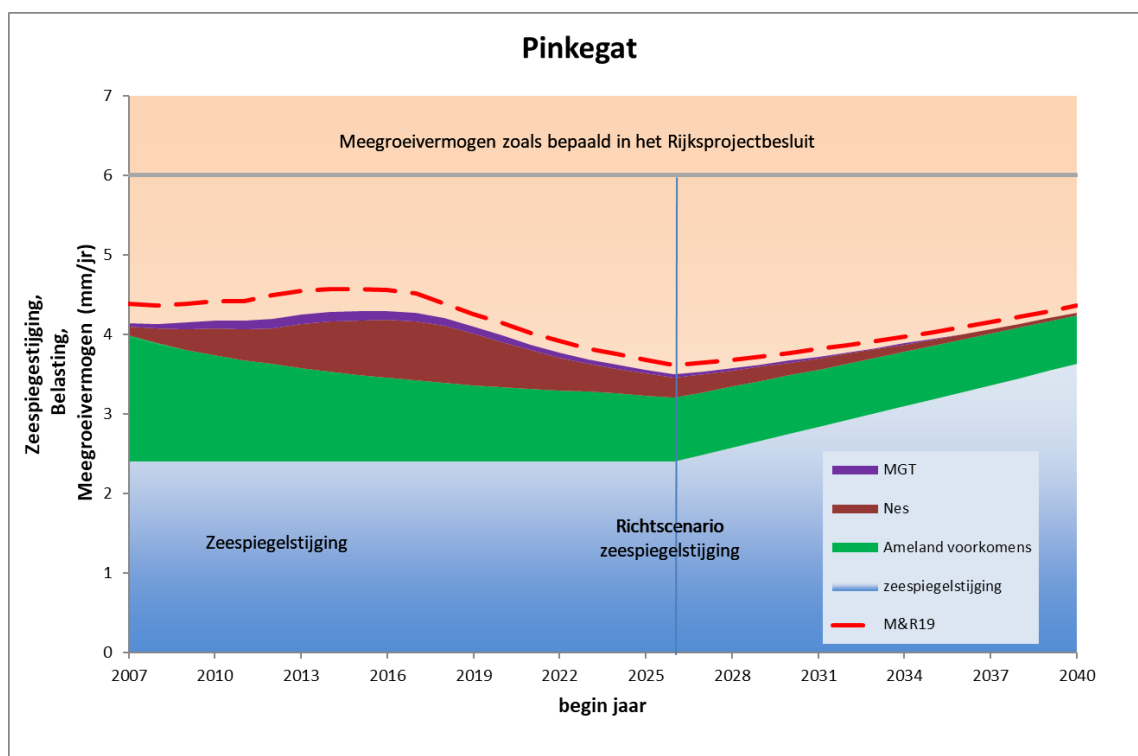
Tabel 6. Gemeten verticale beweging en bewegingssnelheid op de locaties m.b.v. continue GNSS-metingen

Meetlocatie	Start Monitoring	Absolute verticale beweging sinds start monitoring [mm]	Verticale bewegingssnelheid in 2020 [mm/jaar]
Ameland	05-02-2007	-90	-6,1 [$1\sigma = 0,7$ mm/jaar]
Anjum	05-02-2007	-48	-2,0 [$1\sigma = 0,5$ mm/jaar]
Moddergat	05-02-2007	-49	-3,3 [$1\sigma = 0,7$ mm/jaar]
Ameland-Nes	17-06-2014	-5	-0,3 [$1\sigma = 1,9$ mm/jaar]
Ternaard	19-11-2016	-9	-2,0 [$1\sigma = 0,6$ mm/jaar]

Belasting kombergingsgebieden

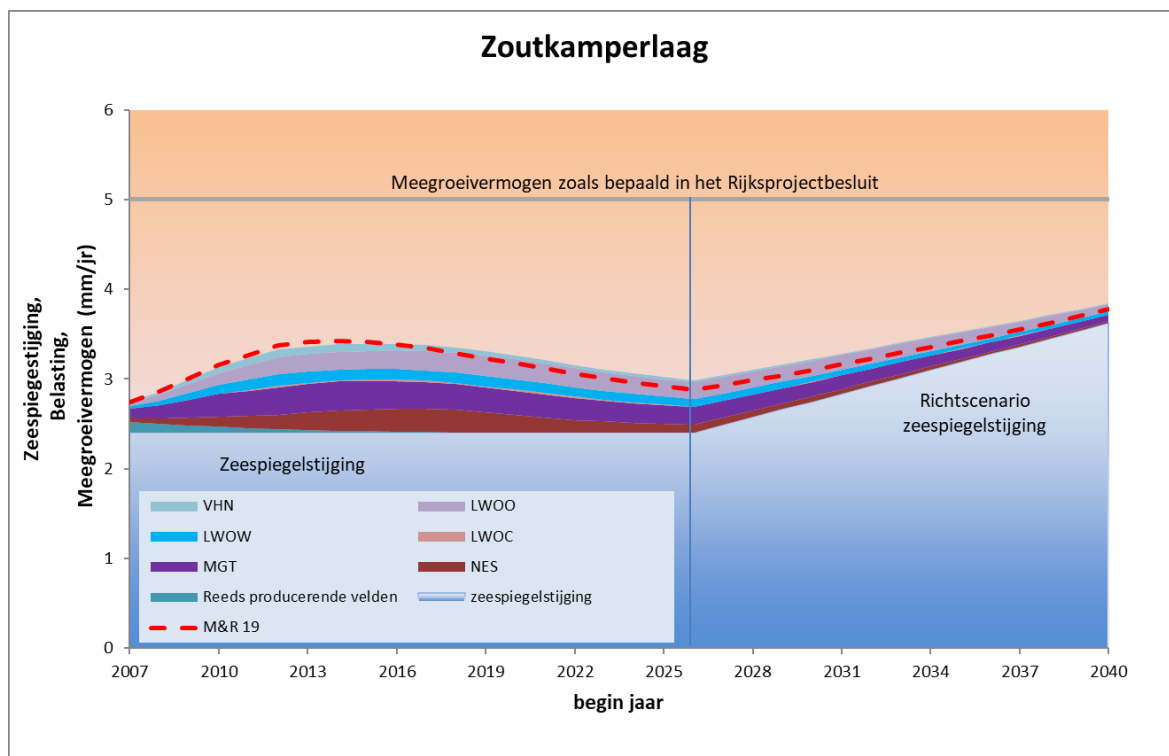
De gemiddelde bodemdalingssnelheid per kombergingsgebied is kleiner is dan de dalingssnelheid die de GNSS-stations in tabel 6 meten boven de producerende gasvelden. Deze dalingssnelheid is voor het Pinkegat weergegeven in figuur 8 en voor de Zoutkamperlaag in figuur 9. De figuren presenteren de bijdrage van de gasproductie uit verschillende gasvelden aan de berekende gemiddelde bodemdalingssnelheid onder de deelgebieden. In de figuren is die bodemdalingssnelheid boven op de snelheid van zeespiegelstijging geplot.

De gemiddelde bodemdalingssnelheid onder het Pinkegat wordt geschat op ca. 1,5 millimeter per jaar. Boven op een zeespiegelstijging van 2,4 millimeter per jaar wordt ruim beneden de natuurgrens van 6 millimeter per jaar gebleven. De grootste bijdrage aan deze bodemdaling in deze komberging komt van de Ameland-gaswinning, al neemt deze wel af. De bijdrage van de gasproductie uit het gasveld Nes loopt ook terug. De gaswinning uit het veld Moddergat heeft bijna geen invloed op het Pinkegat.



Figuur 8. Voorspelde belasting inclusief zeespiegelstijging voor het kombergingsgebied Pinkegat. De rood gestreepte lijn geeft de berekende belasting aan zoals gerapporteerd in de Meet- en regelcyclusrapportage over 2019.

De gemiddelde bodemdaling in de komberging Zoutkamperlaag is ongeveer 0,8 millimeter per jaar. Ook voor deze komberging wordt inclusief een zeespiegelstijging van 2,4 mm ruim binnen de natuurgrens van 5 millimeter per jaar gebleven. Voor de Zoutkamperlaag leveren de gasvelden Moddergat en Lauwersoog-Oost de grootste bijdrage aan de bodemdaling.



Figuur 9. Voorspelde belasting inclusief Zeespiegelstijging + autonome daling voor het kombergingsgebied Zoutkamperlaag. De rood gestreepte lijn geeft berekende belasting aan zoals gerapporteerd in de Meet- en regelcyclusrapportage over 2019.

De berekende belasting voor het Pinkegat ligt een fractie lager dan vorig jaar (ongeveer 0,1 mm per jaar); voor de Zoutkamperlaag is dat zo goed als gelijk gebleven. In de figuren 8 en 9 is dat te zien door het plafond van de berekende belasting met de rood-gestreepte lijn te vergelijken. Deze lijn vormt het plafond zoals dat vorig jaar gepubliceerd is.

In 2021 is het beleidsscenario voor de zeespiegelstijging herzien. Zo'n herziening dient iedere 5 jaar plaats te vinden. Het huidige scenario wordt gehanteerd voor de periode 2021 tot 2026. Dit scenario wordt in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken ontwikkeld door de organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO). In figuur 8 en 9 staat de snelheid waarmee TNO verwacht dat de zeespiegel stijgt. Het bestaat uit twee delen die in figuur 8 en 9 zijn gescheiden door een verticale lijn in het jaar 2026. Deze delen heten respectievelijk "Zeespiegelstijging" en "Richtscenario zeespiegelstijging". Wat opvalt ten opzichte van het vorige scenario van 2016-2021 is dat de snelheid waarmee de voorziene Zeespiegelstijging vlakker is geworden. Daarnaast is het "Richtscenario zeespiegelstijging" – welke meer rekening houdt met wereldwijde voorspellingen die een sterke acceleratie van de zeespiegelstijging verwachten – later in de tijd wordt verwacht en is verplaatst naar 2026.

Remwegscenario

Om het effect van de ‘hand aan de kraan’- systematiek inzichtelijker te maken, is in de vorige rapportage een remwegscenario opgenomen. De nieuwe berekeningen in de 2020 rapportage tonen een vergelijkbare resultaten voor de berekende bodemdaling en daarmee zullen de conclusies voor het remwegscenario onveranderd blijven.

Doorlatendheid van breuken Waddenzee velden

Naar aanleiding van de rapportage over het jaar 2019 heeft de commissie de vraag gesteld om na te gaan of er “worst-case” scenario’s te bedenken zijn die op dit moment, vanwege hun zeer geringe waarschijnlijkheid, niet meegenomen worden in de beschreven scenario’s zoals opgenomen in de rapportage. De commissie vroeg om na te gaan welk effect dergelijk scenario’s hebben op de bodemdaling. Meer concreet is gevraagd naar een scenario waarbij er een plotselinge doorbraak van water zal plaatsvinden uit de laterale aquifers naar de gedepleteerde gasvelden via een breuk. Daarom is een inschatting gemaakt of er drukdaling kan plaatsvinden in de omringende blokken ten westen, noorden en oosten van de Waddenzee velden. Ten tweede is gekeken naar een scenario waarbij er gas en/of water vanuit het ene veld naar het andere veld stroomt. De resultaten van bovenstaande staan in detail beschreven in het *NAM-rapport (2020) Evaluatie van de doorlatendheid van breuken van de Waddenzee velden en implicaties voor bodemdaling. EP202007201552*.

De hoofdbevindingen uit het onderzoek zijn, dat de analyse van de geometrie van de randbreuken van de Waddenzee gasvelden laat zien dat het uiterst onwaarschijnlijk is dat het grootste deel van de noordelijke en de westelijke randbreuken doorlatend is. Daarbij is de mogelijke consequentie voor de bodemdalingsbelasting in het kombergingsgebied Zoutkamperlaag kwalitatief bepaald; een eventuele belasting van een dergelijk onwaarschijnlijk scenario is beperkt: minder dan 0,2 mm/jaar. Dit valt ruim binnen de gebruiksruijnte en wordt gemonitord.

Als de Nes en Moddergat velden in de nabije toekomst plotseling toch met elkaar gaan communiceren, dan zal dit door de drukmetingen in de putten duidelijk worden aangegeven. De impact hiervan op de verwachte belasting is zeer klein: minder dan 0,1 mm/jaar verandering in bodemdalingsnelheid en een kleine verschuiving van de bodemdalingskom.

De conclusie is dat de totale belasting, ook in het geval van een plotselinge communicatie tussen de velden, ruim binnen de gebruiksruijnte blijft.

Deelconclusie

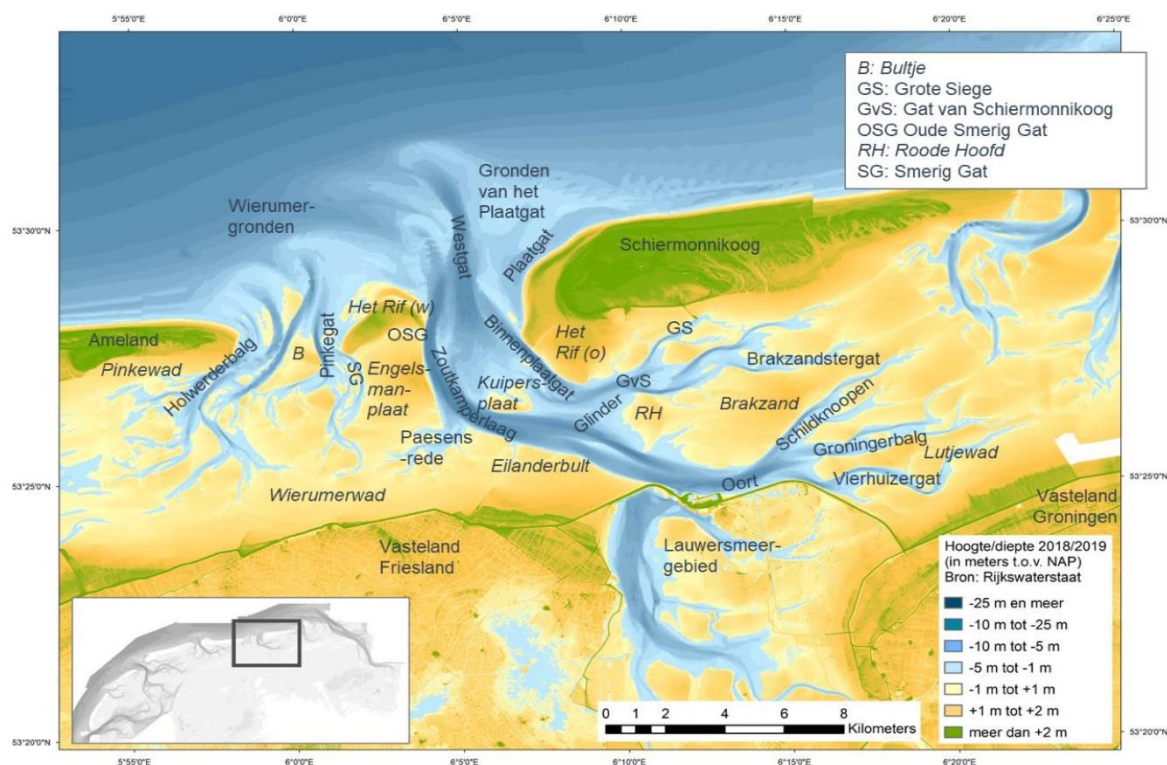
In het monitoringjaar 2020 is evenals in alle voorgaande jaren de bodemdaling door gaswinning binnen de gestelde gebruiksruijnten van kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag gebleven. Zowel voor de komende periode tot 2026 met het geldende zeespiegelstijgingsscenario als voor de periode daarna met het richtscenario van de zeespiegelstijging wordt geen overschrijding van het meegroeivermogen voorzien.

Ook zijn er in het afgelopen jaar weer verbeteringen doorgevoerd en kennis opgebouwd rondom onzekerheden die de kwaliteit van de modelering borgen en verbeteren.

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 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 2020 is een nieuwe opname – in oktober 2020 – toegevoegd aan de dataset. Figuur 10 toont een detailkaart van het onderzoeksgebied voor de monitoring van het areaal aan wadplaten.

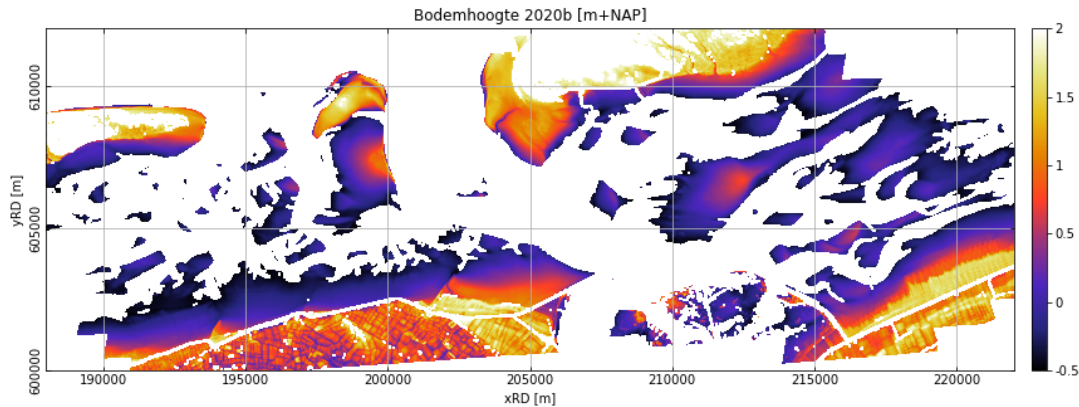


Figuur10. Kaart van het Friesche Zeegat met belangrijkste namen van de geulen en platen (Oost et al. 2020).

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 achttien 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 zestien metingen. Jaarlijks analyseert Deltares deze metingen (Van der Vegt & Van der Lugt, 2021). De monitoring van het areaal wadplaten tussen -50cm en +160cm NAP heeft in 2020 één keer plaatsgevonden, in verband met de COVID-19 maatregelen. Figuur 11 toont de najaaropname op 3 oktober 2020 uitgevoerd door Terratec, waarbij een relatieve correctie is doorgevoerd om systematische afwijkingen te corrigeren. Dit betreft een relatieve correctie ten opzichte van één referentie opname (voorjaar 2017), die voor alle opnamen is

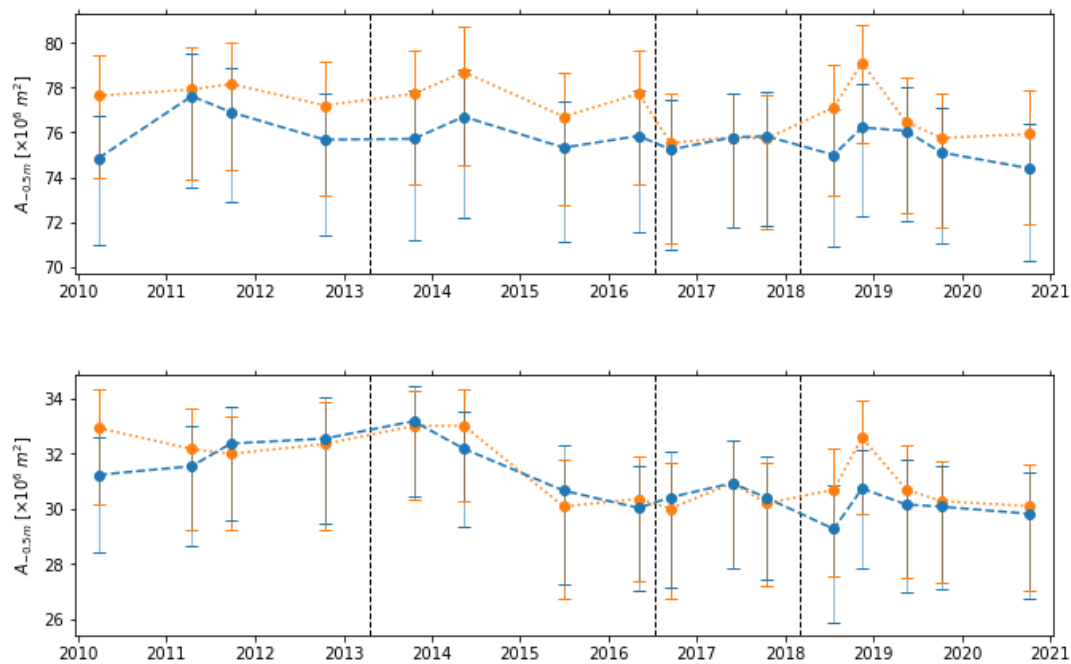
berekend en doorgevoerd. Dit is voor het eerst gedaan in de analyse van 2020, en is dit jaar voortgezet. De correcties zijn dit jaar integraal berekend op basis van de hoogtes van harde topografie, sediment grids, en Ground Control Points. Tevens zijn de hoogtes op harde topografie nader geanalyseerd.



Figuur 11. Hoogtekaart van de ingewonnen data in najaar 2020, na toepassing van correctievlak.

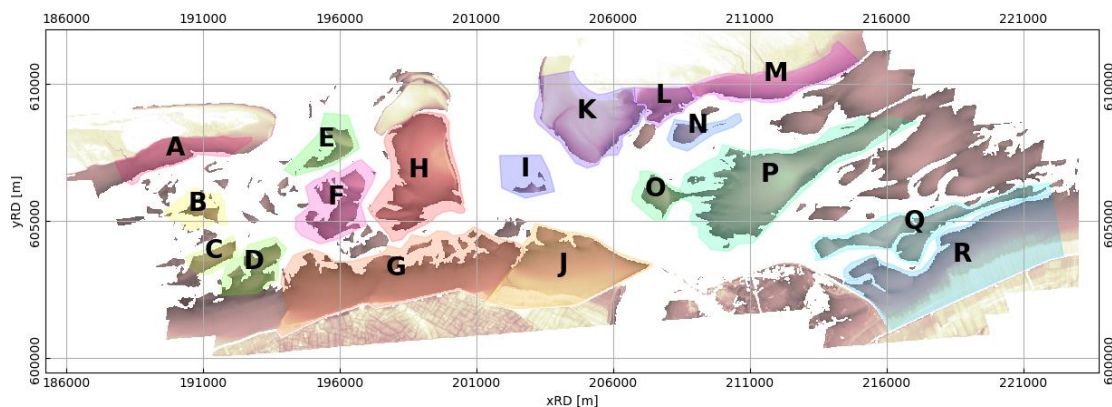
Ontwikkeling van areaal en hoogteligging wadplaten

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. Het plaatareaal voor de Zoutkamperlaag is constant gebleven. De correctie tot een verlaging van het plaatareaal ten opzichte van de ongecorrigeerde serie. Dit is geen daadwerkelijke verlaging van het wad; de correctie is relatief en heeft alleen gezorgd voor een beter vergelijk. Voor het Pinkegat lijkt een licht dalende trend te zijn, maar deze valt binnen de onzekerheidsmarge.



Figuur 12 Tijdsreeksen van plaatareaal boven NAP -0.5m voor de kombergingsgebieden Zoutkamperlaag (boven) en Pinkegat (onder). De onzekerheidsbanden tonen het effect van een onzekerheidsmarge van 3 cm. De oranje reeks (---●---) toont de originele data en de blauwe reeks (---●---) de gecorrigeerde dataset. De verticale streepjeslijnen geven de wisseling van type laserscanner weer.

Voor de geselecteerde individuele platen – zie figuur 13 – die bestudeerd zijn, is wel sprake van duidelijke ontwikkelingen, welke met LiDAR metingen goed waarneembaar zijn. Deze tijdreeksen zijn gevisualiseerd in hoofdstuk 3 van Van der Vegt (2021).



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

In het Pinkegat zijn zowel in het westelijk als het oostelijk deel platen die groeien, en platen die krimpen. Deze veranderingen horen bij de dynamiek van het Pinkegatsysteem. In het wantij tussen Pinkegat en Zoutkamperlaag is er een lichte afname van plaatareaal van de Engelsmansplaat. Uit LiDAR kaarten valt op te maken dat dit komt door de uitbocht van de geul ten westen van deze plaat en dus beïnvloed wordt door de natuurlijke morfologische dynamiek. De platen in Zoutkamperlaag liggen voornamelijk buiten de 2 cm bodemdalingscontour. Ook hier is te zien dat er variërend gedrag is, waar natuurlijke dynamiek een rol speelt.

De ontwikkeling van de wadplaathoogtes is tevens uitgewerkt in hypsometrisch curves en wadplaatprofielen (dwarsdoorsneden). Deze resultaten zijn gevisualiseerd in hoofdstuk 4 van Van der Vegt (2021).

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, 2021, Natuurcentrum Ameland). Bij deze spijkermetingen 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. Alleen in de onderzoeksgebieden Paesens en Oost-Ameland vindt daadwerkelijk diepe daling door gaswinning plaats.

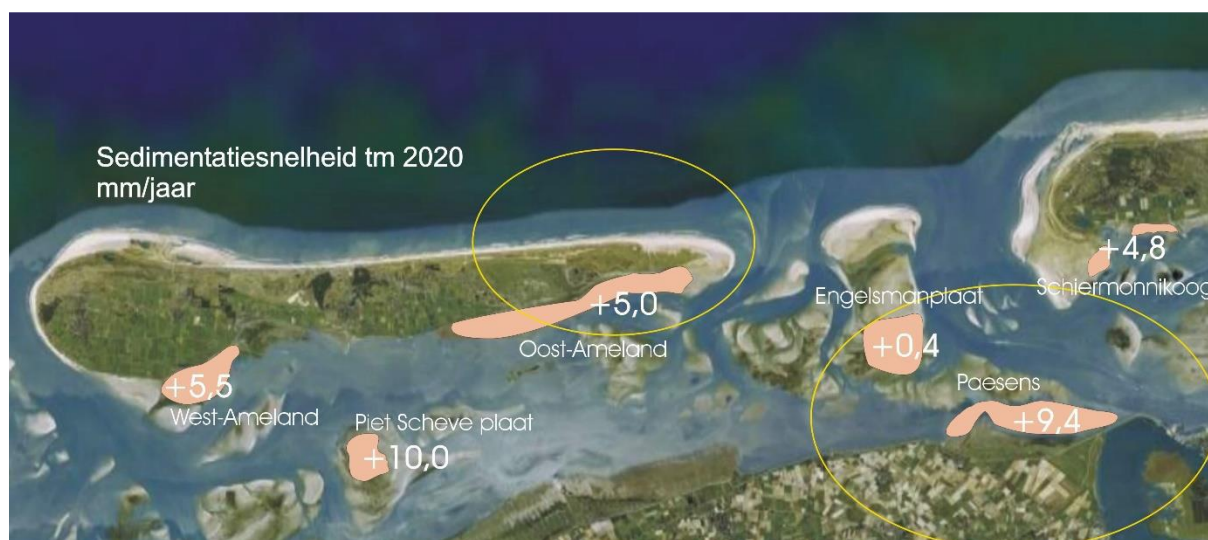


Figuur 14. Een overzicht van alle onderzoeksgebieden op een luchtfoto (2018) ingetekend.

Bij Paesens worden naast de spijkermetingen op de wadplaat ook sedimentatiemetingen gedaan op de kwelder door Artemisa. Dit betreft de 'SEB metingen', waarbij de bodem gemeten wordt met een liniaal ten opzichte van een waterpas balk op een gefixeerde hoogte (Sedimentatie Erosie Balk, SEB). De spijkermetingen en de SEB metingen laten bij Paesens dezelfde opslibbingstrend zien met vergelijkbare waarden (Krol, 2021, Natuurcentrum Ameland).

De spijkermetingen zijn relatief eenvoudige en kosten-efficiënte methode op een nauwkeurige schaal (mm niveau) 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 onderscheiden van natuurlijke variatie op kortere tijdschalen. Daarmee wordt het mogelijk om deze metingen te gebruiken om het effect van events (zoals de stormen) te onderscheiden van gestage effecten als gevolg van bodemdaling.

Over de gehele meetreeksen die varieert van 6 tot 19 jaar wordt voor alle deelgebieden een sediment toename gemeten figuur 15.



Figuur 15. Sedimentatiesnelheid per onderzoeksgebied in mm/jaar. De reeksen waarop het gemiddelde is gebaseerd variëren in lengte van 6 tot 19 jaar (zie tabel 7) maar ze zijn allemaal bijgewerkt tot en met 2020.

Voor de deelgebieden onder invloed van de diepe van de diepe bodemdaling, wordt bij Oost-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. Deze achterblijvende sedimentatie maakt waarschijnlijk deel uit van de morfologische en hydrodynamische veranderingen in een veel groter gebied rond Oost-Ameland. Te denken valt 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). Tevens 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 is bij twee van de achttien meetpunten sprake van een minimale netto bodemdaling. Deze lokale achterblijvende sedimentatie maakt waarschijnlijk 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 op het wad bij Paesens, de dijk aanleg langs de kust en de afdamming van het Lauwersmeer (Wang, 2007).

De spijkermetingen zijn vergeleken met de LiDAR dataset. Beide technieken laten soortelijke trends zien in de hoogte ontwikkeling van de wadplaten.

Interpretatie trends en deelconclusie

De 2020 LiDAR opname past goed in de gehele meetreeks sinds aanvang van de metingen in 2010. Het gerapporteerde plaatareaal voor de Zoutkamperlaag is constanter gebleven door de meetreeks heen dan voor het Pinkegat. Voor het Pinkegat suggereert de meetreeks een geringe afname van het plaatareaal over de gehele tijdsreeks, maar deze afname is klein ten opzichte van de onzekerheidsmarge en zet niet door tussen 2019 en 2020. Het gedrag in de deelgebieden en platen varieert, plaathoogtes nemen zowel toe als af. De geconstateerde veranderingen zijn eerder een gevolg van geul-plaat dynamiek dan dat ze op een band met de diepe bodemdaling duiden. Een eenduidig bodemdalingssignaal komt niet naar voren uit de LiDAR dataset.

B	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel habitattypes Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet		
1	Negatieve en duidelijke trend in <u>oppervlakte</u> ?	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? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>)	Y → 9	N → 5
5	Negatieve en duidelijke trend in kwaliteit van het <u>habitattype</u> ?	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? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>)	Y → 9	N → 10
9	Oordeel: Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. <i>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).</i>		
10	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.		

Vraag 1: Is er sprake van een negatieve en duidelijke trend in het 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 habitattype?

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

Antwoord: Er is geen duidelijke trend over de hele periode, maar de laatste jaren lijkt er sprake van een lichte afname in biomassa, dit wordt bepaald door een afname in het kokkelbestand → 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 hele Waddenzeegebied. Het bestand aan overige schelpen als ook kreeftachtigen laten geen duidelijke trend zien of fluctueren sterk. Het bestand aan wormen ontwikkelt zich positief → 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 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 (profiel document H1140). De belangrijkste natuurlijke functie van de wadplaten is die van foerageergebied voor de grote aantallen vogels die op de Oost-Atlantische trekroute (Flyway), van de Waddenzee afhankelijk zijn.

Naast trekvogels zijn er ook soorten, zoals de Scholekster, 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 16) 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 (Ens *et al*, 2021).

Tabel 16. Overzicht van aantalsontwikkelingen in relatie tot de ontwikkeling van de gemodelleerde draagkracht van het foerageergebied per vogelsoort.

Soort	Trends	Draagkracht gebied
 Bergeend	In de periode 2006-2012 is het aantal Bergeenden in Pinkegat-Zoutkamperlaag sterk toegenomen en daarna weer afgenomen. De afnemende trend lijkt wel af te remmen. Dit patroon wordt ook in de overige Waddenzee waargenomen	Het totale voedselaanbod voor de Bergeend laat geen significante trends; of juist een toename zien. Wel zijn er veel meer slijkgarnalen in de westelijke Waddenzee; dit weerspiegelt de herverdeling van het voedselaanbod.
 Pijlstaart	Het aantal Pijlstaarten in Pinkegat en Zoutkamperlaag neemt toe. In andere delen van de Waddenzee zijn er meer fluctuaties. Voor de kortere termijn wordt de trend formeel als onzeker geclassificeerd door grotere variatie in de laatste meetgegevens.	De kwaliteit van het foerageergebied laten gedurende 2008-2020 geen significante trend zien; een 3-tal parameters is wel met 3% per jaar toegenomen.
 Scholekster	Het aantal scholeksters dat in de winter het Waddengebied bezoekt, neemt af. Deze trend is ook te zien in Pinkegat en Zoutkamperlaag.	Ondanks de voortuitgang van de mosselbanken in de Waddenzee, is sinds 2013 de oogstbare hoeveelheid schelpdierbiomassa voor de Scholekster sterk afgenomen. In 2019/2020 heeft er in het gehele Waddengebied een broedval van kokkels plaatsgevonden.
 Kluut	Kluten komen relatief weinig voor in Pinkegat en Zoutkamperlaag. Het aantal is rond 2010 afgenomen. Deze ontwikkeling wordt ook in de rest van het Waddengebied waargenomen.	De voedselbeschikbaarheid en -bereikbaarheid is na 2017 duidelijk toegenomen. Mogelijke oorzaak van de afname is een lager wordend broedsucces door verhoogde predatie langs de vastelandskust.



Zilverplevier

Het aantal Zilverplevieren in het bodemdalingsgebied neemt de laatste 20 jaar toe. Deze lichte trend is ook voor de rest van de Nederlandse Waddenzee waarneembaar. Dit is positiever dan de trend elders.

Net als bij de Kluut laat het voedselaanbod voor de Zilverplevier een stijgende trend zien voor de lange termijn.



Bontbekplevier

Het aantal Bontbekplevieren in het Waddengebied neemt toe. Dit geldt ook voor de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag.

De oogstbare hoeveelheid voedsel voor Bontbekplevieren is in de periode 2009-2020 toegenomen.



Kanoetstrandloper

Kanoeten vertonen voor de 'eerste' termijn een stijgende trend. Rond 2009 is de trend licht dalend.

De Kanoet in sterke mate afhankelijk van kleine schelpdieren zoals het Nonnetje. Sinds 2007 neemt de dichtheid Nonnetjes in de westelijke Waddenzee weer toe; een deel van de Kanoeten verplaatst zich naar het westelijke deel van de Waddenzee. Ook aanwezigheid van de Slechtvalk kan een rol spelen.



Drieteenstrandloper

Het aantal Drieteenstrandlopers in het Waddengebied neemt toe. De aantallen in het bodemdalinggebied Pinkegat-Zoutkamperlaag volgen exact dezelfde trend.

De beschikbare en bereikbare hoeveelheid voedsel voor Drieteenstrandlopers is gedurende de periode 2008-2020 gelijk gebleven.



Bonte Strandloper

Bonte Strandlopers zijn zeer talrijk en de aantallen nemen licht toe in Pinkegat-Zoutkamperlaag en in het Waddengebied als geheel.

Het voedselaanbod voor de lange termijn toont een stabiele trend. Een verklaring van toename in aantallen kan wellicht ook zijn de hogere wintertemperaturen door klimaatverandering.



Rosse Grutto

In de periode 1995-2008 is het aantal Rosse Grutto's in Pinkegat en Zoutkamperlaag sterk afgenomen, maar op de korte termijn is de trend stabiel.

Het voedselaanbod voor de Rosse Grutto's vertoont voor de periode 2008-2020 een licht stijgende trend.



Wulp



Tureluur



Steenloper

Het aantal Wulpen in het gebied Pinkegat-Zoutkamperlaag neemt licht af. Sinds 2008 is de Waddenzee-brede trend gelijk aan die in het bodemdalinggebied.	Voor de Wulp zijn geen signalen dat het voedselaanbod verslechtert. Wat wel kan spelen is dat naast het wad met laagwater, ook de weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp.
In de periode 2008-2020 is het aantal Tureluurs in het gebied Pinkegat-Zoutkamperlaag licht afgenomen, maar wordt nog wel geclassificeerd als stabiel.	Het oogstbare voedselaanbod voor de Tureluur vertoont een licht toenemende trend. De afname van de Noord-Europese populatie kan een rol spelen in de aantallen in het Waddengebied.
Na een afname in de periode 2005-2013, vertoont de Steenloper sinds 2014 een stijgende trend. Voor de kortere termijn wordt de trend formeel als onzeker geclassificeerd door grotere variatie in de laatste meetgegevens. Dit wordt in het gehele Waddenzee gebied waargenomen.	De oogstbare hoeveelheid voedsel voor de Steenloper fluctueert sterk. Daarnaast is het dieet van de Steenloper ook nog niet heel goed bekend.

Op basis van bovenstaande waarnemingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

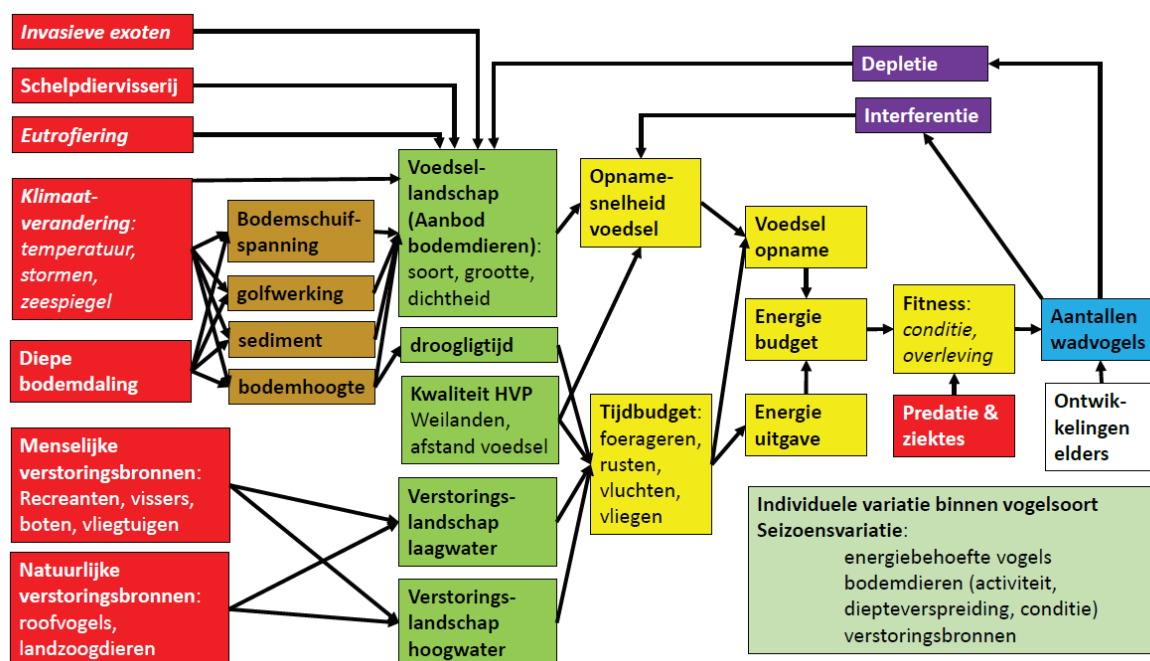
Er zijn vijf vogelsoorten zijn waarvan de aantallen op de hoogwatervluchtplaatsen rond Pinkegat en Zoutkamperlaag de laatste jaren afnemen. Dit zijn de Bergeend, Scholekster, Kluut, Kanoet en Wulp. Voor twee van deze soorten geldt dat hun aantalsontwikkeling in Pinkegat en Zoutkamperlaag gelijk is aan die in de rest van de Waddenzee. Voor de Bergeend, Kanoet en Wulp geldt dat niet. De Bergeend lijkt in zijn verspreiding de voorkeur te geven aan gebieden met grote dichtheden Slijkgarnaaltjes. Het veel diversere dieet van de Bergeend neemt niet af in het Pinkegat of de Zoutkamperlaag.

Volgens onderzoekers van het NIOZ, is de Kanoet in sterke mate afhankelijk van kleine schelpdieren zoals het Nonnetje (Zwarts en Blomert, 1992). Sinds 2007 neemt de dichtheid Nonnetjes in de westelijke Waddenzee weer toe (Beukema et al. 2017); mogelijk verplaatst een deel van de Kanoeten zich naar het westelijke deel van de Waddenzee. Daarnaast is er de hypothese dat de Kanoeten tegenwoordig in het najaar van de oostelijke naar de westelijke Waddenzee trekken om hoge predatie door Slechtvalken te voorkomen (Buiten, Govers & Piersma 2016).

Voor de Wulp zijn geen signalen dat het voedselaanbod verslechtert. Wat wel kan spelen is dat naast het wad met laagwater, ook de weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp (Ens & Zwarts 1980; Navedo et al. 2019). In deze monitoring wordt echter het voedselaanbod op de weilanden niet meegenomen. Een ander facet wat kan spelen is het element verstoring. De Wulp is van nature zeer gevoelig voor verstoring en veruit de schuwste wadvogel met de grootste vliegafstand voor mensen

Hoewel de trends voor de Pijlstaart en de Steenloper nog steeds een stijging in aantallen laten zien (Ens et al. (2021)), worden ze voor het eerst formeel geclassificeerd als onzekere trendontwikkeling, door de variatie in de gemeten aantallen in het laatste seizoen. Deze waarneming leidt verder naar de vaststelling dat de validatiegraad voor draagkracht verbeterd kan worden in de systematiek van de onderzoekers, om de vraag te beantwoorden of een daling in draagkracht geheel of gedeeltelijk het gevolg is van diepe bodemdaling.

In Ens et al. (2021) wordt 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 16 toont de schematische weergave van de uitgebreide effectketen. Het model wordt nader toegelicht als aanbeveling in hoofdstuk 8.3 in Ens et al. (2021).



Figuur 16. Schematische weergave effectketen; voor toelichting zie Ens et al. (2021).

Toepassen beslisschema

A	Beslisschema voor integrale rapportage, onderdeel vogels (N2000-soorten) Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet		
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)	Y→5	N→8
	<i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies / vegetatie structuur / 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>		
5	Heeft de trend in de draagkracht / gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/ maaiveld daling)	N→6	Y→8
	<i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing / waterpeil / predatie / methodische veranderingen, etc.</i>		
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>) (is er een mogelijke relatie..)	Y→7	N→8
7	Oordeel: Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. • 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 op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.		

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

Antwoord: dat is het geval voor de soorten Bergeend, Scholekster, Kluut, Kanoet 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 Bergeend, Kanoet en Wulp → 3

Vraag 3: heeft deze trend een andere oorzaak dan bodemdaling?

Antwoord: Er zijn aanwijzingen dat de Bergeend de verplaatsing van de slijkgarnaal volgt, voor de Kanoet geldt dat waarschijnlijk voor de verplaatsing van het Nonnetje naar de westelijke Waddenzee en de Wulp kan erg gevoelig zijn voor gebiedsverstoren. Voor alle soorten is dit 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)

Voor zowel de Bergeend, Kanoet en Wulp is de draagkracht 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 Ens et al. (2021) zoals bovestaand is uitgewerkt, concluderen we dat er geen aanwijzingen zijn voor een effect van bodemdaling door gaswinning op de beschermde vogelsoorten of op de kwaliteit 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 waarvan in 1973 en 1979 delen van de dijk doorgebroken zijn, waarna de polder verkwelderd is. Het is nu een natuurgebied bestaande uit een beweide zomerpolder en een niet-beweide kwelder met een pionierzone op het voorliggende wad. In totaal is het begroeide gebied ca. 200 ha groot. Deze vastelandskwelder staat onder invloed van diepe bodemdaling door gasproductie uit de gasvelden Moddergat en Nes. De gemiddelde diepe bodemdaling in dit gebied bedraagt ca. 3,5 mm/jaar.

Kwelders zijn wadplaten die begroeid zijn geraakt met vegetatie en bij hogere waterstanden overstromen. Tijdens overstroming van de kwelder bezinkt slib tussen de vegetatie, waardoor in de loop der 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 climax stadium 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 3 vragenstellingen:

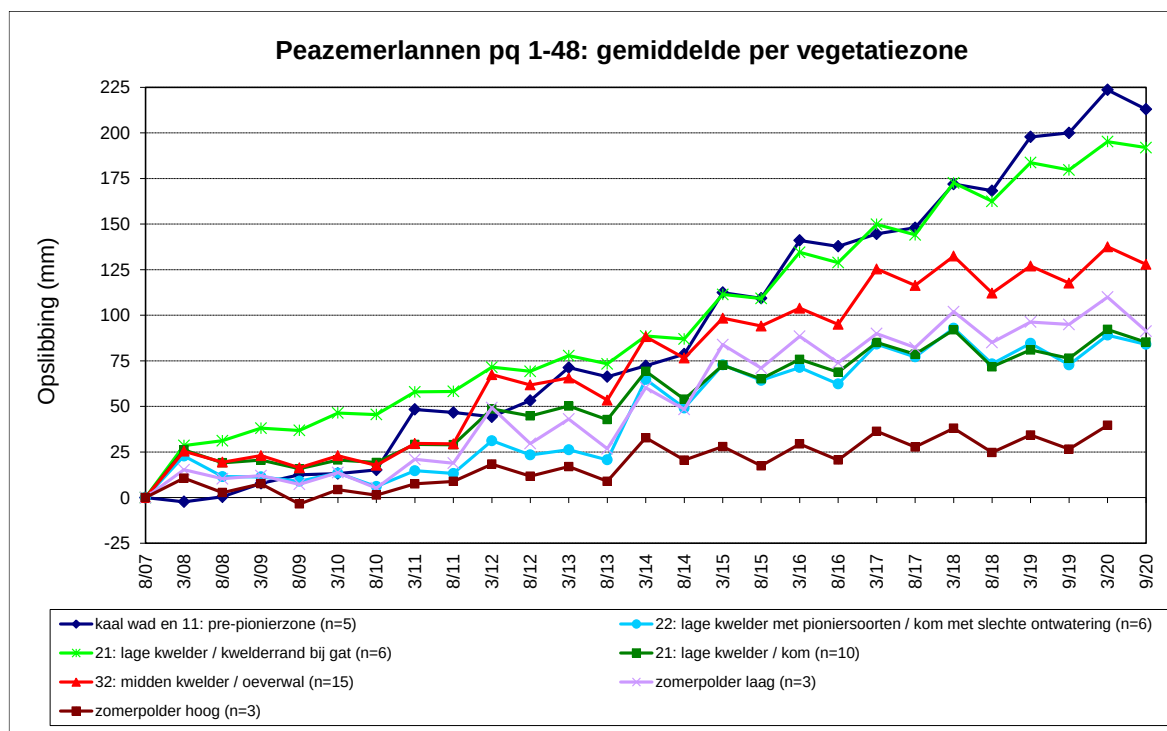
- Hoe groot is de jaarlijkse opslibbing verdeeld over het gebied en is dit voldoende om de relatieve zeespiegelstijging en de bodemdaling door gaswinning te compenseren?
- Hoe is de ontwikkeling van de kweldervegetatie in het gebied?
- Hoe is de ontwikkeling van het kwelder-areaal, inclusief de pre-pioniervegetatie in relatie tot de bodemdaling onder het voorliggende wad?

De onderzoeksresultaten zijn beschreven in: Van Duin W (2021) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en referentiegebieden: Jaarrapport 2020 [Artemisia-rapport 2021-01]. Voor het onderzoek worden ook metingen uitgevoerd in een referentiegebied in West-Groningen waaronder geen bodemdaling als gevolg van gaswinning optreedt en nog een aantal referentiepunten in Noord-Friesland Buitendijks, Holwerd en Julianapolder.

Opslibbing

In de periode 2007 – 2020 is bij alle meetpunten gemiddeld een toename van de maaiveldhoogte opgetreden (figuur 17). De gemiddelde jaarlijkse netto opslibbing in de pionierszone en de

verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 6-15 mm/jaar en op het kale wad en in de pre-pionierszone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 16 mm/jaar.



Figuur 17: 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 2007-2020. Data betreffende de zomerpolder-hoog van 9/20 ontbreken wegens het afmaaien van de SEB-palen.

In dezelfde periode bedroeg de gemiddelde bodemdaling van 3,5 mm/jaar en de gemiddelde hoogwaterstijging van 2 mm/jr (trend Lauwersoog 2007-2020). Er zijn 9 van de 48 meetpunten die gemiddeld een lagere opslibbing hebben dan 5,5 mm/jaar. De locatie (hooggelegen zomerpolder, naast of in een poel, 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, zijn bepalend zijn 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 2018, 2019 en 2020 bijzonder droog waren, wat inklink door uitdroging veroorzaakt kan hebben. Daarnaast zijn er weinig sediment aanvoerende hoge tijen geweest in 2018 en 2019. Als laatste mogelijke oorzaak wordt gewezen op de schapenbeweiding die in 2018 en 2019 op vrij grote schaal heeft plaatsgevonden in een deel van de westelijke kwelder, wat bij enkele pq's tot vertrapping en daarmee inklink heeft geleid.

In het referentiegebied West-Groningen is de gemiddelde netto-opslibbing lager dan in de Peazemerlannen. Belangrijkste oorzaken hiervan ligt bij de meeste meetpunten echter niet aan wegspoelen van sediment (erosie) of afgenomen opslibbing, maar aan een verlaging van het maaiveld door vertrapping en compactie veroorzaakt door beweiding, die sinds 2013 op verschillende locaties is gestart of is toegenomen. Bij de aanvullende meetpunten komt de

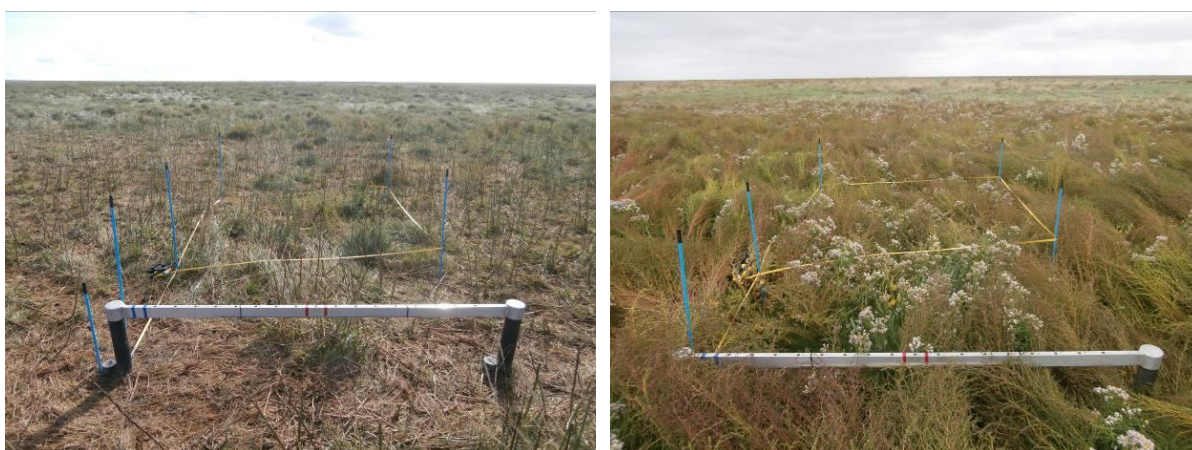
gemiddelde jaarlijkse opslibbing in de periode 2007-2020 in aanvullende meetpunten voor de meeste vegetatiezones vrij goed overeen met die in de Peazemerlannen. De lagere opslibbing bij een aantal aanvullende meetpunten in de middenkwelder heeft als mogelijke verklaring dat de afstand tot het wad (als sedimentbron) bij deze punten vaak groter is dan in de Peazemerlannen.

Geconcludeerd kan worden dat het gebied van de Peazemerlannen gemiddeld in voldoende mate opslibt om bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging te compenseren. Alleen voor de hooggelegen delen van de zomerpolder geldt dit niet. De beperkte aanvoer van sediment (o.a. blokkade door zomerkade(s) en/of (gedeeltelijk) door sediment en/of vegetatie geblokkeerde duikers) en de vrij hoge ligging van de pq's zorgen voor deze lage opslibbing, in verhouding tot de kwelder. Verder heeft ook compactie, veroorzaakt door de beweiding (vertrapping), invloed op de maaiveldhoogte en drainage in de zomerpolder. In droge jaren kan daar nog inklink door uitdroging aan worden toegevoegd.

Ontwikkeling kweldervegetatie

De ontwikkeling van vegetatie bij de meeste monitoringsvakken is stabiel of vertoont successie ten opzichte van de situatie in 2007. Dit is ook wat verwacht kan worden bij de waargenomen opslibbingsbalans, die bij de meeste pq's positief was. Er waren geen meetvlakken die regressie van de vegetatie vertoonden. Dit laat zien dat er tot nu toe, zelfs bij een negatieve opslibbingsbalans (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 bij de verwachting. Daarnaast liggen de pq's allemaal ver boven de theoretische ondergrens van hun vegetatiezone, waardoor ook niet te verwachten is dat er snel regressie van de vegetatie zal optreden 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 en 2019, is deels verdwenen (zie figuur 18), maar de vegetatie is er nog niet helemaal van hersteld. Gedeeltelijk zal dit echter ook komen door het derde droge groeiseizoen op een rij wat op meer locaties een effect op de vegetatie heeft gehad.



Figuur 18. De kale grond na schapenbeweiding bij pq 8 in 2019 (links) is in 2020 (rechts) grotendeels begroeid door het eenjarige Klein schorrenkruid

Op de drie 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 afwezig (of zeer

extensieve) beweiding. Daarnaast is de uitbreiding van de (pre)pionierzone op het aangrenzende wad opvallend. Deze uitbreiding 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 van de hoge kwelderzone naar een 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.

Ontwikkeling pionierzone

Uit de vlakdekkende vegetatiekaarten komt ook een beeld naar voren van successie. Hoewel de meest recente vegetatiekaart uit 2014 is en er sindsdien nog circa 3 cm aanvullende bodemdaling heeft plaatsgevonden, correspondeert de waarneming van de zich uitbreidende en dichter begroeide pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlannen nog steeds met dat beeld. Waarnemingen tijdens de veldbezoeken laten zien dat de uitbreiding van de (pre-)pionierzone ook na 2014 is doorgegaan en dat naast Zeekraal ook vaker Engels slijkgras wordt aangetroffen (figuur 19). Er zijn geen aanwijzingen dat de bodemdaling tot nu toe nadelige effecten op de vegetatie heeft gehad. Factoren die wel gekoppeld konden worden aan een tijdelijk/jaar-effect op de vegetatie waren met name een slechte ontwatering, droogte en beweiding.



Figuur 19. Ontwikkeling (pre-)pionierzone met voornamelijk Zeekraal en (sporadisch) Engels slijkgras bij pq 38. Links situatie in 2007 en rechts die in 2020.

Veranderingen in het beheer

Het beheer van de Peazemerlannen is in handen van It Fryske Gea. Na het broedseizoen van 2021 zal het Fryske Gea beginnen met de herinrichting van het gebied. Er is afstemming geweest tussen de kwelderonderzoeker en It Fryske Gea om zoveel mogelijk rekening te houden met de monitoringactiviteiten in het gebied.

De voorgenomen beweiding van de kwelder (met koeien), zal beperkt blijven tot het deel zonder meetpunten. Ingrepen in het drainagepatroon (geulen en greppels) in verband met veeveiligheid in het beweidingsgebied zullen waarschijnlijk vooral ter plekke een effect hebben op ontwatering en opslibbing. Waar de beweiding wordt ingezet zal het maaiveld door vertrapping en compactie flink verlagen en mogelijk lokaal vernatten.

Van de verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder wordt verwacht dat de opslibbing na verkwelderen zal toenemen, omdat er vaker en meer water met sediment in het gebied zal komen.

In het westelijke deel van de zomerpolder zullen met name veranderingen in het watermanagement mogelijk een effect gaan hebben op de maaiveldhoogte (door het gebruik van stuwen zal de vochtigheidstoestand in dit deelgebied naar verwachting toenemen in sommige periodes en de aanvoer van sediment zal mogelijk afnemen).

Toepassen van het beslisschema

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? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>)	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? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>)	Y → 9	N → 10
9	Oordeel: Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. <i>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).</i>		
10	Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.		

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 habitatype?

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. → 8

→ 10 ; Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld voor het betreffende monitoringjaar.

Deelconclusie

Hoewel de bodemdaling door gaswinning niet overal op de kwelder gecompenseerd wordt door sedimentatie, vertoont de vegetatie vertoont nog steeds successie. 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.

Monitoring Lauwersmeergebied

Het Lauwersmeergebied is op nationaal en internationaal niveau een belangrijk vogelgebied. Het is een waterrijk natuurgebied dat in 1969 is ontstaan door afsluiting van de Lauwerszee. Met de 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 overstroomde 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 voornamelijk uit begrazing door vee en uit maaien. Voor de rietontwikkeling zou een meer natuurlijk fluctuerend waterpeil goed zijn in het gebied.

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. De eerste stap in deze analyse is na te gaan in hoeverre er sprake is van een negatieve trend voor de soort in het gebied en in hoeverre die de landelijke trend volgt. Vervolgens wordt er per vogelsoort vastgesteld van wat voor vegetatietype en -kwaliteit deze als broedgebied afhankelijk is. Hierbij wordt in kaart gebracht wat de ontwikkelingen op de soortensamenstelling van de vegetatie, vegetatiestructuur, grondwaterstanden, bodemchemische toestand, chemische indicatoren in grondwater en erosie langs plaatranden. Gaat het broedgebied achteruit, dan spreken we van een afname van de draagkracht van het gebied voor de vogelsoort die daar door beïnvloed wordt. De laatste stap in de analyse is vast te stellen of de verandering in de draagkracht van het broedgebied voor een bepaalde soort het effect kan zijn van bodemdaling door gaswinning. Om hier uitspraken over te kunnen doen, vindt naast de vogeltellingen de monitoring van de vegetatie-ontwikkeling plaats, wordt er onderzoek gedaan naar het effect van bodemdaling op de beschikbaarheid van ondiep (<40 cm) water en op de muizenpopulatie als voedselbron voor roofvogels, als ook naar het effect van begrazing op de rietstructuur en -dichtheid.

Trendmatige ontwikkeling Natura 2000 broedvogelsoorten

Kleefstra et al. (2021) hebben vastgesteld dat van de dertien Natura 2000-soorten in het Lauwersmeer er vijf niet meer tot komen broeden in het Lauwersmeer. Van de overige acht soorten liggen alleen bij Snor en Blauwborst de aantallen duidelijk boven de instandhoudingsdoelstelling, in

het geval van de Rietzanger is dat onzeker. De analyses over het monitoringjaar 2020 gaan in detail in op de afwijking van de lokale van landelijke trends voor rietvogels als Bruine Kiekendief, Snor, Rietzanger en Blauwborst (figuur 20). Deze veranderingen hebben over het algemeen direct (verdwijnen riet, ontstaan padennetwerk in rietland) of indirect (uitbreiding wilgenstruweel) te maken met (begrazings)beheer.

In de detailanalyse 2020 voor de rietbroedvogels konden de Roerdomp en het Porseleinhoen niet worden meegenomen omdat hun voorkomen te schaars is in het gebied om in detail een koppeling te kunnen leggen met ecologische omgevingsfactoren. Voor het Porseleinhoen is de gebiedstrend sterk negatief, voor de Roerdomp blijven de aantallen in het Lauwersmeer achter bij de landelijke en regionale toename. In het Lauwersmeer moet de soort het nog vrijwel uitsluitend hebben van natte, niet-begraasde rietmoerassen met een eigen waterhuishouding die los van de boezem staat. De grote, veelal beweidde platen zijn ongeschikt door het ontbreken van nat, structuurrijk rietland met goed ontwikkelde rietoevers.

Soort	Trends	Draagkracht gebied
 Bruine Kiekendief	Er broedden in 2020 ca. 16 Bruine Kiekendieven. De trend sinds 2000 is geleidelijk afnemend. Ook de nationale ontwikkeling van het aantal Bruine Kiekendieven is negatief.	Om ongestoord te broeden heeft de Bruine Kiekendief uitgestrekt dicht en structuurrijk landriet nodig. De kwaliteit van het landriet is de laatste jaren sterk afgenomen. Kansen liggen er voor de grotere platen, mits daar weer aaneengezloten rietlanden ontwikkelen.
 Blauwborst	De Blauwborst vertoont een positieve ontwikkeling in het Lauwersmeergebied. Dit is in lijn met de landelijke trend. In 2020 zijn er 206 broedparen geteld.	De deelpopulatie Blauwborsten in het Lauwersmeergebied is afhankelijk van opkomend struweel, grenzend aan een meer open, gefragmenteerd rietlandschap. Lijkt te profiteren van van het padennetwerk van grote grazers in vegetaties.
 Snor	In 2020 liep het aantal broedparen Snor terug tot 63 tov 89 in 2019. Dit is echter nog steeds boven niveau. Ook de landelijke trend is positief.	Broedende Snorren zijn in de Lauwersmeer afhankelijk van vochtig rietland. Uitrastering van oeverzones door de beheerder, waarmee rietgroei langs de oevers nieuwe kansen krijgt, kan de soort in de kaart spelen.
 Rietzanger	De Rietzanger vertoont geen trend in het Lauwersmeergebied. Dit in tegenstelling tot de landelijke trend die positief is. Het aantal broedparen wordt geschat op 1630 tot 2000.	Om te broeden zijn Rietzangers afhankelijk van droog tot vochtige rietvegetaties. Indien vochterige omstandigheden gepaard gaan met de mogelijkheid rietlanden te laten ontwikkelen (met beperking van grote grazers) zullen omstandigheden voor Rietzangers verbeteren.

Figuur 20. Vogelsoorten na selectie voor nadere detailanalyse

Vegetatieontwikkeling

Van de onderdelen van de vegetatiekundige monitoring (integrale structuurkartering, transectkartering, opnamen permanente kwadraten) zijn in 2020 alleen de permanente kwadraten (pq's) opgenomen. Bij deze kwadraten staan peilbuizen en wordt ook de bodemhoogte bepaald.

De ontwikkelingen in de vegetatie in de permanente kwadraten worden vertaald naar tekenen van verruiging, vernatting, verrijking (nutriënten), ontzilting en verzuring. In de meeste pq's is geen verandering vastgesteld van de rietbedekking. Alleen op de begraasde zuidelijke platen is in enkele pq's wel sprake van een lichte afname van de rietbedekking. De enige toename in de rietbedekking is gemeten in een niet-begraasde pq.

De verwachting was dat diepe bodemdaling tot maaivelddaling zou leiden en dat dit bij gelijkblijvend peilbeheer kan leiden tot hogere grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld, dus nattere omstandigheden. De vegetatieveranderingen in de pq's duiden echter niet op nattere omstandigheden; in een derde van de pq's wijzen de vegetatieveranderingen op een lichte verdroging. Deze verdroging doet zich vooral de laatste jaren voor en lijkt voornamelijk een gevolg van de dieper en langer uitzakkende grondwaterstanden in de zomerperiode.

Een toename van de struiklaag, als gevolg van successie, doet zich in enkele pq's voor. Er is sprake van de Duindoornbedekking naar de situatie van rond 2012, als ook een toename van de Kruiwilgbedekking. Dit wordt veroorzaakt deels door mineralisatie ten gevolge van verdroging en mogelijk ook door veranderend terreingebruik van het vee.

De waargenomen vegetatie-ontwikkelingen vertonen geen relatie met bodemdaling door gaswinning.

Ontwikkeling draagkracht

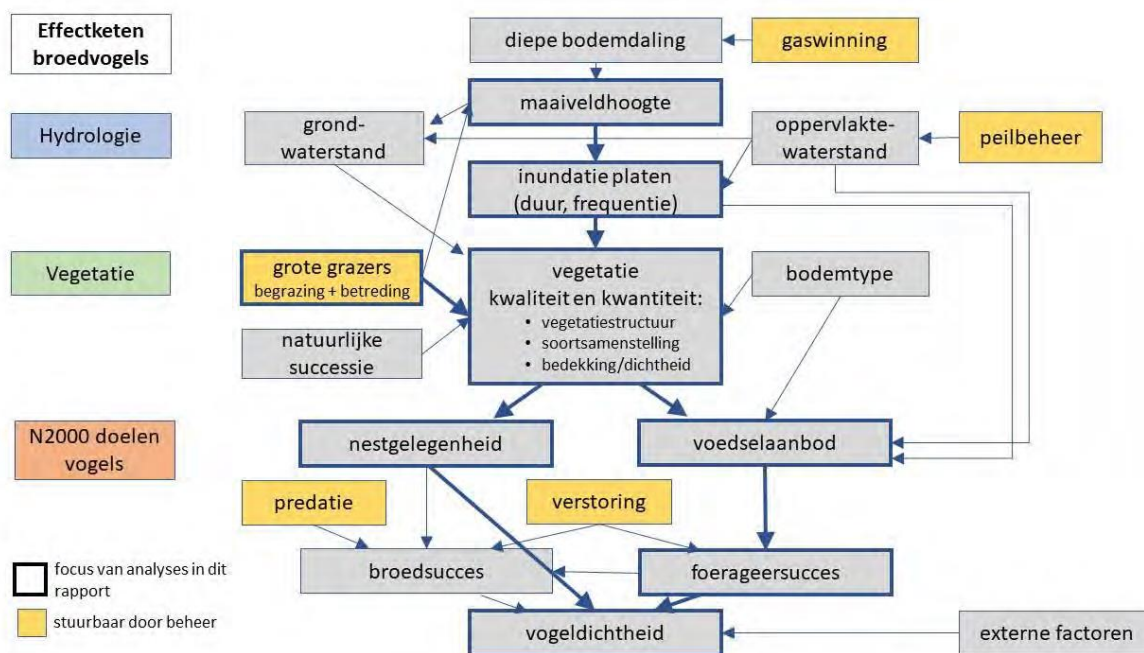
Het oppervlakte en de kwaliteit van rietvegetaties in het Lauwersmeergebied zijn bepalende factoren voor de draagkracht. Kleefstra et al. (2021) laat zien dat de padendichtheid door begrazing in de periode 2008 – 2018 zeer sterk is toegenomen. In dezelfde periode neemt de wilgenopslag ook toe. De beheerder probeert deze opslag van struiken en bomen tegen te gaan door vee in het gebied te zetten voor begrazing. Dit vee remt de toename van het struweel, maar veroorzaakt tegelijkertijd grote schade aan de rietvegetaties. Dicht, aaneengesloten landriet wordt stukgelopen en waterriet wordt opgegeten en vertrapt. In Kleefstra et al. (2021) is op basis van analyses van luchtfoto's – als ook met *ground truthing* - aangetoond hoe de dichtheid van koeienpaden en daarmee de fragmentatie van rietland toeneemt en de kwaliteit van de rietvegetatie afneemt.

De Blauwborst profiteert van de hierboven beschreven ontwikkeling. Ook andere kleine broedvogels, zoals de Snor en de Rietzanger hebben niet zo veel last van de fragmentatie van landriet als de grotere vogelsoorten.

Het aantal Bruine Kiekendieven is sterk afgenomen. Dit komt doordat vossen de nesten van de Kiekendieven in het gefragmenteerde rietland makkelijker kunnen vinden. De soorten die van dicht waterriet afhankelijk zijn, zijn afhankelijk van de moerasgebieden waarin geen vee wordt toegelaten. Het areaal van deze gebieden is beperkt, hetgeen de ontwikkeling van deze broedpopulaties tegenhoudt.

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 begrazingsbeheer en effecten van bodemdaling verder verdiept. Dit heeft geleid tot een verdere uitbreiding en concretisering van de effectenketen-analyse (figuur 21) en het synthese overzicht.



Figuur 21. Schematische beschrijving van de effectketen van bodemdaling door gaswinning op de dichtheid broedvogels. De richting van de pijl geeft de richting van het effect aan. In het schema is met dikke omlijning tevens ook de focus van de analyses over monitoringjaar 2020 aangegeven.

Het integrale synthese overzicht (figuur 9.1 – Kleefstra et al. (2021)) laat zien dat met name de invloed van het begrazingsbeheer voor de rietbroedvogels een bepalende factor is. Daarnaast zijn ook droogval en inundatie van platen bepalend voor de habitatkwaliteit van rietvelden voor rietbroedvogels en voor op muizen foeragerende roofvogels. Figuur 22 toont een recent voorbeeld hoe groot de invloed van droogte kan zijn op de structuur van het riethabitat.

Een effect van diepe bodemdaling via maaiveld daling en verhoogde inundatiekansen en -duur op dichtheid en nestsucces is voor sommige Natura 2000-soorten (Rietzanger, Bruine Kiekendief) niet op voorhand uit te sluiten maar kon tot nu toe niet worden vastgesteld. De relatieve bijdrage van respectievelijk diepe bodemdaling, vertrapping door grote grazers en het waterpeilbeheer op de inundatie van platen is niet bepaald. Wel is de ordegrrootte van deze factoren vele malen kleiner dan die van de variatie in oppervlaktewaterstanden, zowel tussen als binnen de jaren. De grond- en oppervlaktewaterstanden worden voornamelijk door de meteorologische omstandigheden bepaald. Het zijn uiteindelijk deze grond- en oppervlaktewaterstanden die de duur van inundatie en verdroging bepalen.



Figuur 22. Vegetatieveranderingen van 2018 naar 2020 in muizenraaien Pampusplaat 1 en de Rug 2. Op de Pampusplaat is de hoogte van de rietvegetatie sterk afgenomen, op de Rug de hoogte en de bedekking van het struweel sterk toegenomen. De zomerse droogte op de platen in lijkt de verklaring hiervoor te zijn.

Toepassen Beslisschema

De resultaten van Kleefstra et al, 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) Y = ja, of bij twijfel / N = nee, redelijkerwijs niet		
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	<u>Verhoudt</u> 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)	Y→5	N→8
	<i>Dit (4) is de vergelijking met berekende proxies / vegetatie structuur / 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>		
5	Heeft de trend in de draagkracht / gebiedsfunctie een bekende of voor de hand liggende oorzaak? (anders dan bodemdaling/ maaiveld daling)	N→6	Y→8
	<i>Denk hierbij (5) aan beheer zoals begrazing / waterpeil / predatie / methodische veranderingen, etc.</i>		
6	Wat (welke parameter(s)) veroorzaakt de trend in 5 en verhoudt de trend in die parameter(s) zich tot de opgetreden bodemdaling? (<u>richting, ruimtelijk en temporeel</u>) (is er een mogelijke relatie)	Y→7	N→8
7	Oordeel: Een effect van bodemdaling kan niet worden uitgesloten. • 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 op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in het betreffende monitoringjaar.		

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

Antwoord: Voor de lange en korte termijn is de trend voor de Bruine Kiekendief respectievelijk stabiel en onzeker → 2

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

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

→ 8 Oordeel: Er is geen effect van bodemdaling op de instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld in 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, veroorzaakt door de meteorologische omstandigheden. Er zijn dan ook geen directe effecten van bodemdaling door gaswinning op de beschermde natuurwaarden vastgesteld.

Eindconclusies

Beleidsdoel	Conclusie
Meegroeivermogen Waddenzee: <i>Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschrijden of dreigen te overschrijden</i>	Conform het Meet- & Regelprotocol is aangetoond dat de berekende gemiddelde bodemdalingsnelheid, in cumulatie met de vastgestelde relatieve zeespiegelstijging, het vastgestelde meegroeivermogen voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag niet overschrijdt of dreigt te overschrijden.
Waddenzee (wadplaten): <i>Behoud oppervlakte (en verbetering kwaliteit) slik- en zandplaten.</i> <i>Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen</i>	Het plaatgedrag in de deelgebieden binnen de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag laten grote variaties zien. De geconstateerde veranderingen zijn eerder een gevolg van geul-plaat dynamiek 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 de ontwikkeling van het totale plaatareaal en 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 een netto bodemdaling (verdieping). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door 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.
Waddenzee (wadplaten): <i>Behoud van omvang en kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels</i>	Voor 5 van de onderzochte vogelsoorten is sprake van een negatieve aantalsontwikkeling in Pinkegat en Zoutkamperlaag. Voor 2 soorten wordt deze negatieve trend ook gezien in het gehele Waddengebied. Voor de 3 andere soorten zijn er geen aanwijzingen dat deze trend het gevolg is van bodemdaling door gaswinning.
Kwelders Waddenzee: <i>Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras</i>	In de Peazemerlannen vindt – met uitzondering van de zomerpolder – voldoende opslibbing plaats om de bodemdaling en zeespiegelstijging te compenseren. Door de uitbreidende en dichterbegroeide pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlannen komt een beeld naar voren van successie. Er zijn geen aanwijzingen dat de bodemdaling tot nu toe nadelige effecten op de vegetatie heeft gehad.
Lauwersmeergebied: <i>Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels</i>	In het Lauwersmeergebied vertoont een aantal beschermde broedvogelsoorten een negatieve trend die aan de ontwikkelingen binnen het Lauwersmeergebied te relateren is. Deze ontwikkelingen zijn de fragmentatie van landrietvegetatie door vee, mogelijk vertrapping van nesten door vee, predatie van nesten door vossen en de afname van waterriet en toename van struweel door successie. Geen van de bovengenoemde ontwikkelingen wordt gerelateerd aan bodemdaling door gaswinning.

Literatuur

- 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.
- 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
- Hoeksema H.J., Mulder H.P.J., Rommel M.C., de Ronde J.G., de Vlas J. (1998) Bodemdalingstudie Waddenzee 20 04. RIKZ
- Kleefstra R., Beemster N., Bijkerk W., Bakker R., Buijs R., de Boer P., Bekkema M., Kampichler C., Kok I., van der Zee E., Stahl J. (2021) Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2020. Sovon-rapport 2021/27; A&W rapport 20-261
- Krol J. (2021) Sedimentatiemetingen op het wad van Ameland, Peasens. Piet Scheve plaat, Engelsmanplaat en Schiermonnikoog - Rapport 2020
- 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 Integrale analyse morfologische effecten van bodemdaling door gaswinning Ameland-Oost. (2020). Deltares [Arcadis – partner]
- NAM (2006) MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
- NAM (2012) Gaswinning Moddergat/Lauwersoog/Vierhuizen: Actualisering Meet- en Regelprotocol n.a.v. wijziging winningsplannen 2011. EP200612202112
- NAM (2012) Gaswinning Moddergat/Lauwersoog/Vierhuizen: Technische bijlage (bijlage 3) behorend bij het geactualiseerde Meet- en Regelprotocol d.d. 1 april 2012. EP201201210893
- NAM (2014) Monitoringprogramma 2014 t/m 2019 in het kader van de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. EP: 201407210103
- 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) Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2020.
- Van Duin W. (2020) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied en referentiegebieden: Jaarrapport 2020. Artemisia-rapport 2021-01
- Van der Vegt H., Van der Lugt M. (2021) Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2020)

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 gebruiksruimte. Deltares-rapport 1230937

Zwarts L. en Blomert A. (1992) Why knot *Calidris canutus* take medium-sized *Macoma balthica* when six prey species are available. Marine Ecology Progress Series Vol. 83, No. 2/3 (July 16 1992), pp. 113-128