

Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen: publieksamenvatting en integrale beoordeling van de monitoringresultaten over 2017

Nederlandse Aardolie maatschappij

Assen, mei 2018

Samenvatting

Gaswinning in het Waddengebied mag geen nadelige effecten hebben op beschermde natuurwaarden. Hiertoe voert de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) een monitoringprogramma uit waarover jaarlijks wordt gerapporteerd aan het bevoegd gezag. Het betreft een uitgebreid programma dat kijkt naar bodemdaling, het droogvallende wad in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag, de kwelder Peazemerlannen en het Lauwersmeergebied. Beschouwing en analyse van de resultaten levert jaarlijks een aantal rapporten op van de bij de monitoring betrokken instanties. Daarnaast zijn er vaak nog enkele rapporten die volgen uit methodiekontwikkeling of aanvullende analyses. Voor u ligt de samenvatting en integrale beoordeling van het werk dat gedurende het elfde monitoringjaar, 2017, is gedaan.

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

Bodemdaling Waddengebied - In 2017 zijn er nieuwe bodemdalingmetingen in de Waddenzee uitgevoerd. De gemeten en gemodelleerde bodemdaling onder de Waddenzee komen goed overeen (Fig. 6).

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

Door de aanvoer van sediment vanuit de Noordzeekustzone kan de Waddenzee meegroeien met de zeespiegel en met bodemdaling door gaswinning. Wettelijk is dit meegroeivermogen vastgesteld op 5 en 6 millimeter bodemhoogte per jaar gemiddeld voor respectievelijk de Zoutkamperlaag en het Pinkegat. De ruimte voor bodemdaling (in millimeters per jaar) wordt in sterke mate bepaald door de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt (in millimeters gemiddeld zeeniveau per jaar). In 2016 heeft een herziening van het Rijksscenario voor zeespiegelstijging plaatsgevonden. Dit heeft tot een grotere gebruiksruimte voor bodemdaling door gaswinning geleid. De bodemdalingsnelheid is echter niet toegenomen en daarmee ook in 2017 ruim binnen de gestelde grenzen gebleven (Fig. 7 en 8).

De wadplaten binnen de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag - Er worden verschillende monitoringprogramma's uitgevoerd om de ontwikkeling van de wadplaten te volgen. Dit zijn de vlakdekkende hoogtemetingen vanuit een vliegtuig (LiDAR), de zogenaamde spijkermetingen die sedimentatie en erosie op wadplaten meten en waterpassingen bij de peilmerken verspreid over Pinkegat en Zoutkamperlaag.

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

Bodemdaling door gaswinning mag niet leiden tot een onnatuurlijke afname van het areaal droogvallende wadplaten. Op basis van de vlakdekkende LiDAR-metingen wordt de ontwikkeling van dit areaal in de tijd gevolgd. In 2017 is er over 2 nieuwe LiDAR opnames gerapporteerd. Het betreft het voor- en najaar van 2017. De LiDAR-data suggereert een afname van het hooggelegen wad (boven NAP). Nadere analyse van de data indiceert dat het vooral om een combinatie gaat van de kwaliteit van de data-aquisitie en de hoogte van het laagwaterniveau tijdens het meten. Vanaf 2013 lijkt de kwaliteit van de data verbeterd en zijn morfologische ontwikkelingen mogelijke te relateren aan de mate van windenergie uit westelijke richting tussen twee meetcampagnes. Gezien de beperkte datareeks zijn deze relaties nog niet significant. Ook is er geen correlatie met bodemdaling aangetroffen.

Structuurvisie Waddenzee: Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaardgaande geomorfologische en bodemkundige processen

Op een aantal wadplaten wordt zeer nauwkeurig naar erosie en sedimentatie gekeken. Dit gebeurt a.d.h.v. zogenaamde Spijkermetingen en Waterpassingen. Deze metingen laten zien dat de sedimentdynamiek hoog is; dat het wad lokaal ophoogt en erodeert. Deze natuurlijke processen domineren het veel kleinere effect van bodemdaling door gaswinning en dragen bij aan de verwachting dat bodemdaling over een groot gebied kan worden uitgemiddeld en gecompenseerd door sedimentaanvoer vanuit de Noordzeekustzone.

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

De kwaliteit van het droogvallende wad als foerageergebied voor vogels wordt a.d.h.v. het ecologisch model WADMAP berekend. Dit model berekent per vogelsoort verschillende afgeleides (proxies) zoals het areaal geschikt foerageergebied of de oogstbare hoeveelheid voedsel per getij, etc. In 2017 is het voor een aantal vogelsoorten gelukt om te komen tot een sterke correlatie tussen (nieuwe) proxiewaarden en de hoogwatersverspreiding. Tevens zijn de trends in de vogelaantallen geanalyseerd en gerelateerd aan de ontwikkelingen in de bovengenoemde proxiewaarden. De Kanoet en de Kluut in de nazomer vertonen een opvallend negatieve ontwikkeling in het bodemdalinggebied. Ook de proxies voor draagkracht laten sinds enkele jaren een afname zien. Aan deze veranderingen liggen de afname van het Wadslakje en de Wapenworm ten grondslag. Deze soorten zijn tot 2012-13 sterk toegenomen en nemen nu weer af. Dergelijke fluctuaties in de populaties van bodemdieren komen veel voor in het Waddengebied. Dit wordt dan ook niet als een effect van bodemdaling door gaswinning beschouwd.

Kwelder - De bodemdaling onder de kwelder “Peazemerlannen” bedraagt enkele millimeters per jaar. Op de kwelder wordt de opslibbing gemonitord en de ontwikkeling van de vegetatie. Daarnaast is er in 2016 gestart met het meten van de overstromingsfrequentie op verschillende punten. Uit de metingen blijkt dat de sedimentatie op de meeste plekken hoger is dan de optelsom van bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging.

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

De vegetatieopnames tonen aan dat de kwelder aan successie onderhevig is. Deze successie leidt tot een homogener kwelderlandschap. Wellicht dat bodemdaling op termijn deze successie kan remmen, maar zo ver is het nog lang niet. De beheerder, It Fryske Gea, overweegt beheermaatregelen te treffen met als doel de diversiteit en dynamiek in de kwelder te vergroten. In het licht van het bovengenoemde beleidsdoel is de geobserveerde zeewaardse ontwikkeling van de kwelder met een jonge pioniervegetatie positief. Bodemdaling door gaswinning heeft tot dusver geen nadelig effect op de ontwikkeling van de kwelder.

Het Lauwersmeergebied- Het Lauwersmeergebied is een zoetwater natuurgebied dat lokaal nog onder invloed staat van zout grondwater. De beheerder heeft als doel het gebied open te houden en probeert dit te bereiken door vee in te scharen en te maaien. Het lijkt erop dat het vee succesvol de verruiging in het gebied tegengaat. Helaas heeft de begrazing en vertrapping wel een negatief effect op de rietvegetaties. Het Lauwersmeer is een vogelrichtlijngebied. Voor een groot aantal vogelsoorten zijn instandhoudingsdoelstellingen gedefiniëerd. Bodemdaling door gaswinning mag geen nadelig effect hebben op deze instandhoudingsdoelen.

De bodemdaling onder het Lauwersmeergebied is het grootst langs de westelijke oever van het gebied. Sinds 2006 is dit zo'n 5 tot 6 centimeter die voornamelijk veroorzaakt wordt door de winning uit het gasveld Anjum.

Aanwijzingsbesluit Lauwersmeer: Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels

De monitoring in het Lauwersmeergebied richt zich op de ontwikkeling van de vegetatie en op de abundantie en verspreiding van vogelsoorten. Hiertoe worden er vogeltellingen verricht voor broed- en watervogels. De vegetatiestructuur wordt gekarteerd en de ontwikkeling van de vegetatie wordt op soortniveau bepaald op 102 meetpunten die verspreid over het gebied liggen. Nabij deze meetpunten wordt het grondwaterpeil bepaald.

In 2017 is wederom gewerkt aan een betere integratie van de monitoringdata. Dit is gedaan door voor drie gebiedsfuncties (broeden, rusten/slapen en foerageren) effectketens op te stellen en a.d.h.v. de variabelen in deze effectketens analyses uit te voeren.

Uit de waarnemingen blijkt dat de invloed van begrazing op die gebiedsfuncties nog steeds groot is. Het vee gaat de verruiging aan de randen van struweelvegetaties tegen. De kernen van deze struwelen lijken lokaal dichter te worden. Opvallend is de positieve ontwikkeling van Zilte rus, hetgeen niet *per se* op verzilting van deelgebieden lijkt te duiden.

De muizenpopulatie in het gebied lijkt wat kleiner dan in 2015. Dit kon niet direct aan fluctuaties in het meerpeil worden gekoppeld. De muizen hebben een voorkeur voor een bepaalde vegetatiestructuur. Dit geldt ook voor de beschermde roofvogelsoorten die van de muizen afhankelijk zijn. Het lijkt erop dat foerageerhabitat voor roofvogels als gebiedsfunctie via de vegetatiestructuurmetingen gemonitord kan gaan worden.

Analyse van slaaplaatstellingen heeft voor verschillende vogelsoorten tot inzicht geleid in deze gebiedsfunctie. Het meten van de directe relatie tussen de waterdiepte en het meerpeil (t.o.v. NAP) op de slaapplaatsen is noodzakelijk om ontwikkelingen als gevolg van bodemdaling op deze functie in de toekomst te kunnen monitoren en beoordelen.

Geen van de bovengenoemde ontwikkelingen wordt door de onderzoekers gerelateerd aan bodemdaling door gaswinning.

Op basis van het 11^{de} monitoringjaar kan geconcludeerd worden dat de bodemdaling als gevolg van de waddenwinningen in zowel de Waddenzee als het Lauwersmeer vooralsnog geen significante nadelige effecten heeft gehad op de natuurwaarden en instandhoudingsdoelen.

Inhoudopgave

Samenvatting	2
Inhoudopgave	5
1 Inleiding	6
1.1 Bodemdaling door gaswinning	6
1.2 De WetNatuurbescherming als toetsingkader	8
1.3 Het sedimentdelend systeem	9
1.4 Ecologische monitoring	11
1.5 Gaswinnen met de Hand Aan de Kraan	12
1.6 Integraal beoordelen en data-integratie	14
1.7 Organisatiestructuur rond monitoring en rapportage	15
2 Rapportages	16
3 Gasproductie 2016.....	18
4 De Waddenzee.....	19
4.1 Bodemdaling in het waddengebied.....	19
4.2 Bodemhoogte meten aan het wadoppervlak	23
4.3 Integratie van monitoring data in een ecologisch model	30
5 De kwelder Peazemerlannen	35
6 Lauwersmeergebied	39
6.1 Monitoring van de beleid- / beheerdoelen voor het Lauwersmeergebied 39	
6.3 Ontwikkeling plantensoorten in Permanente Quadraten (PQ's)	41
6.4 Trends in vogelaantallen en gebiedfuncties	43
7 Conclusies.....	49
8 Literatuur	50
Bijlage 1: Adviespunten Auditcommissie (december 2017) en reactie van NAM en/of de betrokken onderzoekers.....	52

1 Inleiding

GASWINNING VANAF EEN AANTAL LOCATIES ONDER DE WADDENZEE MET DE HAND AAN DE KRAAN.

De Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM) wint 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. Dreigt er wel schade te ontstaan, dan krijgt NAM de opdracht om de gaskraan dicht te draaien. Hiertoe voert NAM een uitgebreid monitoringprogramma uit, waarin de bodemdaling door gaswinning en de ecologische ontwikkeling in de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag worden beschouwd. Voor u ligt de publieksamenvatting van de resultaten uit de monitoring en onderzoek dat in 2017 is uitgevoerd. Hierin ligt de nadruk op de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Mogelijke effecten worden beschouwd in cumulatie met de bodemdaling die door de gaswinning Ameland en Anjum wordt veroorzaakt.

Dit rapport is een NAM-rapport dat tot stand komt op basis van verschillende onderzoeksrapporten die in bovengenoemd kader door onderzoeksinstituten worden geproduceerd (Tab. 3). In hoofdstuk 1 van dit rapport wordt achtergrondinformatie gegeven over gaswinning en bodemdaling onder de Waddenzee en het Lauwersmeergebied in relatie tot het daarvoor ingerichte monitoringprogramma. Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de relevante achtergronddocumentatie. Nieuwe resultaten zijn te vinden in de hoofdstukken 3 t/m 6. Hierbij gaat het respectievelijk om productiegegevens (3), de wadplaten (4), de kwelder (5) en het Lauwersmeergebied (6). Hoofdstuk 7 bevat de eindconclusies over de monitoringperiode 2007 - 2017.

1.1 Bodemdaling door gaswinning

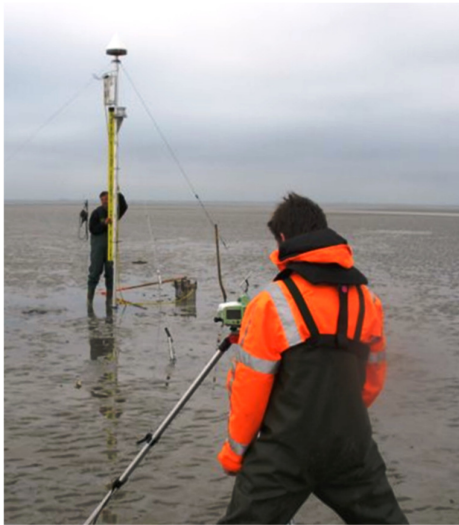
GASWINNING VEROORZAAKT BODEMDALING. MEN WIL NIET DAT DIT TOT EEN AFNAME VAN HET AREAAL WADPLATEN LEIDT. BODEMDALING AAN HET WADOPPERVLAK IS ECHTER MOEILIJKER TE METEN DAN OP LAND.

Op een aantal plaatsen onder het waddengebied zit aardgas in de bodem. Dit gas bevindt zich op een diepte van ruim 3000 meter in de poriën van een miljoenen jaren oude zandsteenlaag. Ingesloten door ondoordringbaar gesteente, zout of water, varieert de gasdruk op die diepte tussen de 300 en 600 bar. Wanneer door gaswinning de druk in de poriën van zo'n zandsteenpakket afneemt, wordt het zandsteen samengedrukt. Het 'compacteert'. Deze compactie op drie kilometer diepte leidt tot bodemdaling aan het aardoppervlak. We spreken dan van bodemdaling door gaswinning.

Het is in Nederland gebruikelijk om bodemdaling (o.a. als gevolg van gaswinning) te meten. Hiertoe worden landmeetcampagnes uitgevoerd. Daarnaast worden er op basis van kennis over de diepe ondergrond (geofysica) en het gasproductieverloop bodemdalingsschotels berekend en ingetekend op kaarten (zie bijvoorbeeld figuur 6). Op zee is dat meten lastiger. Dat komt enerzijds omdat er op de zeebodem weinig vaste punten zijn die boven water uit steken en anderzijds omdat de hoogtekarten van de zeebodem niet nauwkeurig genoeg zijn om veranderingen op het niveau van centimeters tot decimeters in beeld te brengen. Daarbij komt dat de zeebodem van de ondiepe kustzone van nature behoorlijk 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 bovenop deze palen de hoogteverandering te meten wordt een beeld verkregen van de bodemdaling die de gaswinning veroorzaakt (Fig. 1).



Figuur 1: Het meten van bodemdaling onder het wad door een GPS ontvanger boven op een mast te zetten die op een 6 meter lange paal in de bodem is geplaatst. De mast dient ervoor dat de ontvanger ook bij hoog water boven water uitsteekt en contact houdt met satellieten.

HET MODELLEREN VAN DE BODEMDALING AAN HET AARDOPPERVLAK EN HET DOEN VAN VOORSPELLINGEN OVER TOEKOMSTIGE BODEMDALING IS EEN COMPLEXE ZAAK.

Het begrip van de ondergrond wordt gevormd door geologisch onderzoek. Deze kennis komt uiteindelijk terecht in het geologische of statische model. Dit model beschrijft de structuur van de verschillende aardlagen. Veel van deze aardlagen zijn onderbroken door breuken die gedurende de lange geologische geschiedenis zijn ontstaan. D.m.v. geluidsgolven (seismiek) zijn deze lagen en breuken zichtbaar gemaakt waarbij boringen aanvullende gegevens verschaffen over kenmerken van het gesteente zoals bijvoorbeeld de doorlaatbaarheid. Dit 3D-model van de diepe ondergrond wordt vervolgens gebruikt door de reservoir-engineer (“reservoir” betekent “gasveld”) die de informatie uit het geologische model combineert met de historische en nog geplande gasproductie. Dit is het reservoirsimulatiemodel. Met dit model wordt kennis verkregen over de mogelijke drukdaling van het gas en (eventueel) van aangrenzende watervoerende pakketten. Bestaande productiegegevens en drukmetingen worden gebruikt om het model te kalibreren en daarmee de onzekerheid over de drukdaling in het gehele veld te reduceren.

De drukgegevens uit het reservoirsimulatiemodel worden door de geomechanicus gebruikt om het samendrukken van het gesteente in de diepe ondergrond (compactie) te berekenen en de daarmee gepaard gaande bodemdaling aan het aardoppervlak. Vorig jaar werden er voor verschillen gasvelden nog verschillende methoden gebruikt om de geomechanische modellen van de verschillende gasvelden door te rekenen. Met de afronding van het LTS-2 project (onderzoek naar het na-ijleffect van diepe bodemdaling (NAM, 2017)) wordt nu een consistente rekenmethode gebruikt die op alle gasvelden in het gebied kan worden toegepast. Deze nieuwe aanpak staat toe dat een groot aantal modelvarianten (variëaties in parameterwaarden) ten behoeve van een optimale kalibratie in korte tijd kan worden doorgerekend.

In vergelijking met vorig jaar zijn er ook verbeteringen in de toetsing van voorspelde bodemdaling aan gemeten bodemdaling. Met ‘gemeten bodemdaling’ worden de geodetische metingen (landmeten) bedoeld. In die toetsing wil je de geodetische data betrekken die relevant is voor die gasvelden waarvoor je kalibreert.

In voorgaande jaren is hiervoor een tweedeling in het gebied gehanteerd (Ameland versus de rest). Dit jaar kon er voor het eerst met een driedeling worden gewerkt. Dat kwam omdat er inmiddels voldoende data op de peilmerkkusters in de Waddenzee is verzameld. De driedeling is geografisch weergegeven in figuur 5 van de Meet- & Regelrapportage over 2017 (NAM, 2018).

Tenslotte is dit jaar voor het eerst gebruik gemaakt van een geodetisch statistisch model dat puur op basis van de gemeten bodemdaling de bodemdaling ruimtelijk berekend (methode Houtenbos (Technische commissie Bodemdaling, 2009)). De resultaten uit de geomechanische modellering (berekende bodemdaling) zijn hiermee vergeleken. Deze resultaten zijn te vinden in figuur 1 en 6 van de Meet- & Regelrapportage over 2017.

1.2 De WetNatuurbescherming als toetsingkader

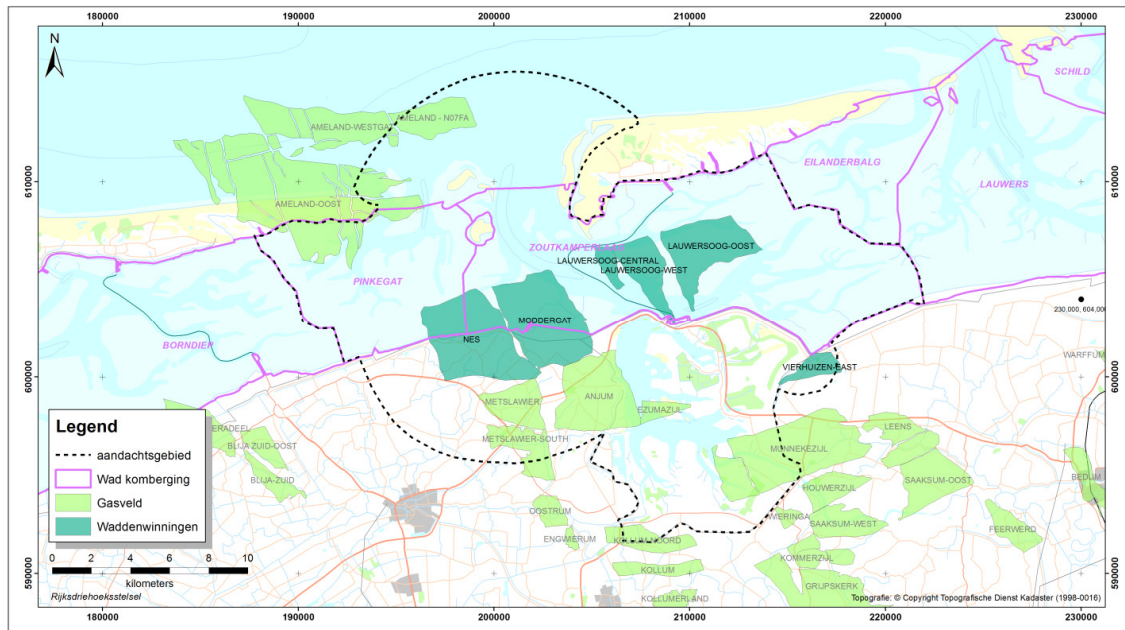
DE WADDENZEE IS ALS NATUURGEBIED VAN INTERNATIONALE BETEKENIS. OP HET GEBIED ZIJN DE EUROPESE VOGEL- EN HABITATRICHTLIJN VAN TOEPASSING. HET TOETSINGSKADER VOOR DE EFFECTBEOORDELING VAN GASWINNING ONDER DE WADDENZEE IS DAN OOK DE NEDERLANDSE WET NATUURBESCHERMING.

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. Één 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". Ter voorbereiding op het bepalen van het effect van bodemdaling op broedvogels op de kwelder is in 2016 gestart met het meten van de overstromingsfrequentie. Daarover wordt nog niet gerapporteerd. Wel geeft het rapport van van Duin (2018) kort aan wat daar de bedoeling is. De kwelder van Ameland wordt sinds de start van de gaswinning Ameland (1986) gemonitord. De resultaten van die monitoring worden eens per 5 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 verzuuring 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 positief voor de natuur kunnen uitvallen; wat dan inhoudt dat ze passen bij de beheerdoelstellingen van 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. Uit het oogpunt van zorgvuldigheid neemt NAM in haar monitoring echter ook de ontwikkeling van de vegetatie mee, omdat deze van invloed kan zijn op de draagkracht van het gebied voor beschermde vogelsoorten.



Figuur 2: Overzicht van het beïnvloedinggebied van de gaswinning in het waddengebied. De contour van dat gebied is aangegeven met de stippellijn. Uit 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: Ameland sinds 1986, Anjum sinds 1991, etc. Opvallend is dat de contour ook een deel van de Noordzeekustzone omvat. Dat gebied noemen we de buitendelta. De Waddenzee wisselt namelijk sediment uit met die buitendelta. Hierover kunt u meer lezen in de onderstaande paragraaf.

1.3 Het sedimentdelend systeem

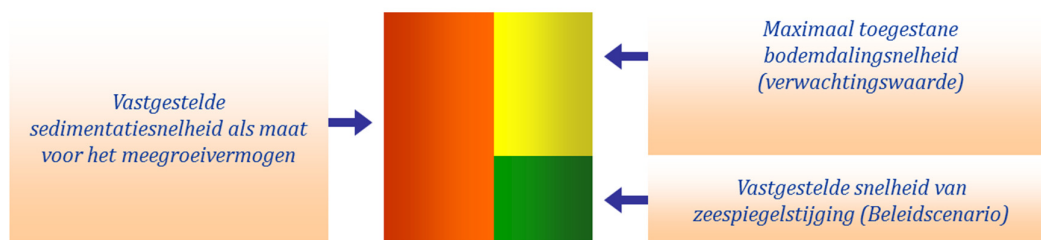
DE WADDENZEE EN DE NOORDZEEKUSTZONE VORMEN SAMEN EEN SEDIMENTDELEND SYSTEEM. DE WADDENZEE ONTTREKT HET ZAND DAT NODIG IS OM MEE TE GROEIEN MET DE ZEESPIEGELSTIJGING EN MET BODEMDALING DOOR GASWINNING UIT DE KUSTZONE. RIJKSWATERSTAAT VOERT ZANDSUPPLETIES UIT OM DE ZANDVOORRAAD IN DE KUSTZONE OP PEIL TE HOUDEN.

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 er vanuit dat dit niet optreedt. Dit werkt als volgt:

De zeespiegelstijging en bodemdaling door de gaswinning bedragen samen enkele millimeters per jaar op kombergingsniveau. 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 uit stroomt, waardoor er gemiddeld meer sediment vanuit de kustzone wordt aangevoerd. Dat noemen we “Zandhonger”. Door de toename van het netto sedimenttransport kunnen de wadplaten meegroeien met de zeespiegelstijging en met bodemdaling door gaswinning. Dit noemen we het “Meegroeivermogen” van de Waddenzee.

De vraag is natuurlijk hoe groot dat meegroeivermogen eigenlijk is. Hoeveel zandhonger kan er optreden voordat de aanvoersnelheid / -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). In het Rijksprojectbesluit voor gaswinning onder de Waddenzee is vastgelegd dat het in studies bepaalde meegroeivermogen voor kleine kombergingen, zoals het Pinkegat, 6 millimeter sediment per jaar bedraagt. 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. De som van de snelheid van zeespiegelstijging en bodemdaling door gaswinning mag niet meer bedragen dan die Natuurgrens (Fig. 3). 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). Het resultaat voor 2017 wordt gepresenteerd in paragraaf 4.1 van dit rapport.



Figuur 3: De som van bodemdalingssnelheid en zeespiegelstijgingsnelheid mogen de vastgestelde sedimentatiesnelheid niet overschrijden (conceptuele weergave).

Om te beschouwen of een tijdelijke overschrijding van deze ‘natuurgrenzen’ ernstige en onomkeerbare effecten zou hebben voor het hydrodynamische evenwicht van de kombergingsgebied en daarmee bijvoorbeeld voor de droogvalduur van wadplaten, is in 2016 door Deltares nader onderzoek uitgevoerd. Hierbij is gekeken naar de wijze waarop de natuurgrenzen voor de kombergingsgebieden zijn bepaald en zijn simulaties met een model voor de ontwikkelingen van het waddensysteem uitgevoerd om de gevolgen van een tijdelijke overschrijding te bepalen. De conclusies van dit nadere onderzoek zijn dat de waarden van de natuurgrenzen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag conservatief zijn gekozen en dat het daadwerkelijke vermogen om mee te groeien met de versnelde zeespiegel stijging groter is. Een tijdelijke overschrijding van de conservatieve

natuurgrenzen zal dan ook geen ernstige effecten hebben op het waddengebied (Wang et al. 2017).

Maar hoe zit dat met de buitendelta en aangrenzende Noordzeekustzone; het gebied waaraan het sediment wordt onttrokken? In principe houdt Rijkswaterstaat de zandvoorraad in de Nederlandse kustzone op peil. Hiertoe worden de oppervlaktes van de Waddenzee, Noordzeekustzone en de zuidelijke Delta bij elkaar opgeteld en vermenigvuldigd met de zeespiegelstijging. De uitkomst van deze berekening is een volume van ca. 12 miljoen kuub sediment per jaar. Vervolgens kijkt Rijkswaterstaat waar er langs de kust behoefte is aan sediment omdat daar bijvoorbeeld erosie optreedt. Voornamelijk op basis van die behoefte wordt het zand verdeeld middels strand- en vooroeveraanplantingen. Bovenop die 12 miljoen kuub per jaar wordt er op kosten van NAM extra zand gesuppleerd om het bodemdalingvolume in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag te compenseren. Het benodigde volume hiervoor wordt berekend door Deltares.

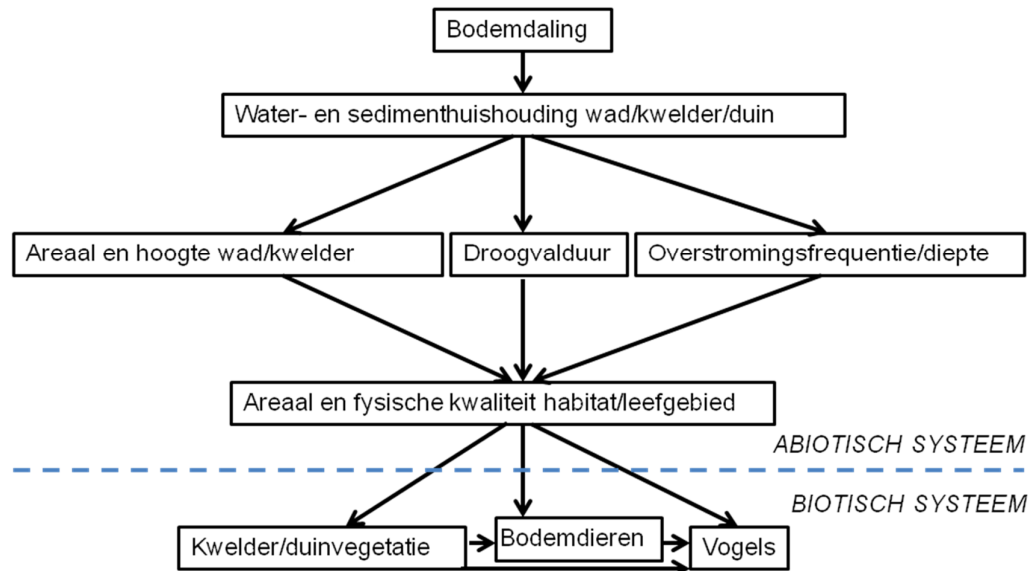
1.4 Ecologische monitoring

DE ECOLOGISCHE MONITORING VOLGT EEN EFFECTKETENBENADERING VOOR DE KWELDER EN HET LAUWERSMEERGEBIED EN VOOR DE WADPLATEN OMDAT DE NATUUR ZICH NIET ALTIJD LAAT VOORSPELLEN

De bovenstaande paragrafen beschrijven dat bodemdalingsnelheid onder de Waddenzee moeilijker te meten is dan onder het land. Dat deze gemodelleerd moet worden en onder een beredeneerde natuurgrens moet blijven. In cumulatie met zeespiegelstijging moet worden beschouwd en gecompenseerd wordt middels zandsuppleties in de kustzone, etc. Ondanks dat er wordt uitgegaan van veilige natuurgrenzen en geavanceerde berekeningen, is niet bewezen dat alle onderliggende theorie correct is. Daarom voert NAM naast het eerder genoemde Meet- en Regelprotocol ook een monitoringprogramma uit (NAM, 2014a). 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 niet het resultaat is van bodemdaling door gaswinning.

Het monitoringprogramma kan jaarlijks, mede op basis van adviezen van de Auditcommissie (paragraaf 1.7), worden aangepast. Iedere 6 jaar wordt het programma grootschalig geëvalueerd. In 2013 heeft de eerste evaluatie plaatsgevonden en in 2019 staat de volgende evaluatie gepland.

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 4. Analyse van de gegevens conform de effectketenbenadering vindt plaats in de rapporten van Van Duin (2018), Bijkerk et al. (2018) en Kleefstra et al. (2018). Voor de wadplaten zijn de resultaten verdeeld over meerdere rapporten en komen samen in deze integrale beoordeling. Het monitoringprogramma is te vinden op <http://www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html>



Figuur 4: 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 die tabel een technische, meet- of berekenbare definitie van het beleidsdoel. Tabel 1 geeft tevens een overzicht van de onderdelen van het monitoringprogramma en waar die bijdragen aan 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 voorwaarde die het Rijksprojectbesluit stelt aan gaswinning onder de Waddenzee.

1.5 Gaswinnen met de Hand Aan de Kraan

RUIJ TIE JAAR GELEDEN ZOUDEN ALLE COMMECIELE ACTIVITEITEN IN HET WADDENGEBIED VERGUND WORDEN ONDER HET HAND AAN DE KRAAN PRINCIPE. ALLEEN VOOR DE MIJNBOUW IS HIER INVULLING AAN GEGEVEN.

Een vergunning onder het 'Hand Aan de Kraan'-principe houdt in dat, op basis van monitoring, jaarlijks wordt beschouwd of nog aan vergunningseisen wordt voldaan. Het betreft dan afwijkende ontwikkelingen in de ecologie van het Waddengebied die mogelijk aan bodemdaling in de diepe ondergrond zijn toe te schrijven. Voor bodemdaling als gevolg van gaswinning is een specifiek toetsingskader ontwikkeld. Hierin mag de gemiddelde bodemdaling aan maaiveld, in cumulatie met de zeespiegelstijging niet meer bedragen dat een vastgestelde 'natuurgrens' (zie paragraaf 1.3). Wanneer metingen en berekeningen uitwijzen dat deze natuurgrens wordt overschreden, legt de NAM zelf de hand aan de kraan zodat toekomstige bodemdalingsnelheden weer binnen de toegestane marge passen. Minder helder is het toetsingskader waarbinnen de ecologische monitoringresultaten worden beoordeeld. De onafhankelijke auditcommissie (paragraaf 1.7) heeft er in haar adviezen meerdere malen op aan gedrongen aan te geven hoe er op

basis van resultaten uit de ecologische monitoring wordt gehandeld/ opgetreden. Een toelichting hierop volgt in de onderstaande alinea.

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 de kwalificerende instandhoudingsdoelen volgen welke in het kader van Natura 2000 zijn vastgesteld voor de Natura 2000-gebieden Waddenzee en Lauwersmeer. Wanneer nu uit de monitoring blijkt dat zo'n kwalificerend doel een negatieve ontwikkeling doormaakt in relatie tot andere vergelijkbare (deel)gebieden, dan 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 een aantasting van de natuurlijke kenmerken van de Natura 2000-gebieden in het beïnvloedingsgebied van deze winning, dan wel van een verslechtering van de kwaliteit van de natuurlijke habitats of de habitats van soorten waarvoor de Natura 2000-gebieden zijn aangewezen, of is er sprake van storende factoren voor zover die factoren een significant effect zouden kunnen hebben?

De eerste vraag is de verantwoordelijkheid van de NAM. De tweede vraag is ter beoordeling aan het Ministerie van LNV. Op basis van die beoordeling kunnen de Ministers van EZK en LNV elk of gezamenlijk aan NAM opdragen de gasproductie zodanig te reduceren dat er zo spoedig mogelijk herstel optreedt.

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.

Beleidsdoel	Technische omschrijving	Monitoringprogramma
Meegroeivermogen Waddenzee: <i>Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschreiden of dreigen te overschreiden</i> ³	Belasting van de gebruiksruimte: 6-jarig voortschrijdend gemiddelde van de bodemdalingssnelheid voor het gehele Pinkegat of Zoutkamperlaag.	-Meetcampagnes voor bodemdaling op land -Meetcampagnes voor bodemdaling op het wad
Waddenzee (wadplaten): <i>Behoud oppervlakte (en verbetering kwaliteit) slik- en zandplaten</i> ¹ . <i>Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen</i> ⁴	Areaal wadplaten tussen -0,5 en 160 + NAP Bepalen van de invloed van bodemdaling op de sedimentatie	-LiDAR surveys en analyse van de data -Bodemdaling op peilmerken -Waterpassingen rond peilmerken -Spijkermetingen
Waddenzee (wadplaten): <i>Behoud van omvang en kwaliteit fourageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels</i> ¹	Oogstbare hoeveelheid voedsel per tij Areaal geschikt foerageer habitat	-SIBES (bodemdieren in en op de wadplaten) -LiDAR survey en analyse van de data -Waterstanden Waddenzee -Litorale mosselbanken survey -Vogeltellingen op HVP's (hoogwater vluchtplaatsen) -Vogeltellingen vliegroutes
Kwelders Waddenzee: <i>Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras</i> ¹	Areaal en ontwikkeling kweldervegetatietypen volgens SALT97 typologie Hoogteontwikkeling kwelder	-Vegetatieopnames -SEB metingen -Overstromingsfrequentie
Lauwersmeergebied: <i>Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels</i> ²	Areaal geschikt broedhabitat voor doelsoorten. Areaal geschikt rustgebied voor doelsoorten (slaapplaatsen). Areaal geschikt foerageergebied voor doelsoorten.	-Bodemdaling op peilmerken -Vegetatieopnames -Grondwaterstanden en grondwaterchemie -Vegetatiestructuuropnames -Broedvogeltellingen -Watervogeltellingen -Vegetatiebeheer -Waterstanden

1.6 Integraal beoordelen en data-integratie

BEHEERDOELEN ZIJN IN VEEL GEVALLEN NIET DIRECT MEETBAAR. MONITORINGDATA EN ECOLOGISCHE KENNIS DIENEN TE WORDEN GEINTEGREERD TOT EEN NUMMERIEKE BESCHRIJVING VAN DEZE DOELEN.

De in paragraaf 1.4 beschreven effectketen wordt gebruikt om parallele trends tussen de schakels in de keten te identificeren. Dat is een manier van integraal beoordelen. De lastige vraag is echter welke trends je precies wilt vergelijken en waarom. Schakels in de effectketen als de "fysische kwaliteit van het leefgebied", "kwelder en duinvegetatie", "bodemdieren" of "vogels" bestaan uit vele afzonderlijke aspecten. Hierbij kun je denken aan de vele tientallen gemonitorde plant- en diersoorten, sedimentkarakteristieken, opgeloste stoffen in het grondwater, etc.. Voor al deze aspecten zijn ontwikkelingen in de tijd (trends) te beschrijven en te vergelijken. Geobserveerde trends kunnen in positieve of

negatieve zin met elkaar en met gemeten of gemodelleerde bodemdaling correleren, maar wat is de betekenis van deze correlaties? Om integraal te kunnen beoordelen is er dus iets anders nodig dan het vergelijken van de tientallen trends. De belangrijkste integratie van monitoringdata vindt plaats in de rapporten van de onderzoekers. Voor respectievelijk de wadplaten, kwelder en Lauwersmeer zijn dat de rapporten van Ens et al. (2018), van Duin (2018) en Kleefstra et al. (2018).

Voor het beoordelen van monitoringdata moet voor iedere betrokken monitoringparameter worden vastgesteld wat zijn functie in de analyse is. Zo'n analyse begint bij het vaststellen van het doel waarop je een mogelijk effect van bodemdaling wilt beoordelen. In veel gevallen is het doel zelf niet direct meetbaar en moet je eerst tot een meer technische omschrijving komen die wel meetbaar is. Voor sommige beleidsdoelen is dat zeer complex en moet er een model worden opgesteld waar naast monitoringdata veel ecologische kennis voor nodig is. Het meest in het oog springend zijn het draagkracht model voor op de wadplaten foeragerende vogels en de modellering van de belasting van de gebruiksruijme voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag. Ook voor het Lauwersmeer streven we naar een betere integratie van de verschillende monitoringonderdelen. Daartoe is dit jaar meer gefocust op doelsoorten en op de ecologische functies die het gebied aan deze soorten biedt.

1.7 Organisatiestructuur rond monitoring en rapportage

ORGANISATIE ROND MONITORING EN RAPPORTAGE TEN BEHOEVE VAN DE KWALITEIT, ONAFHANKELIJKHEID EN TRANSPARANTIE.

Dit jaar wordt er weer een aantal monitoring- en onderzoeksrapportages, inclusief deze integrale samenvatting, aangeboden aan de Ministers van EZK en LNV. Het doel is jaarlijks te kunnen controleren of bodemdaling door gaswinning binnen de gebruiksruijme blijft en of er geen sprake is van nadelige effecten op de instandhoudingsdoelstellingen. De Ministers dienen de tweede kamer hierover te informeren. Uit het oogpunt van zorgvuldigheid en transparantie vraagt de Minister van EZK jaarlijks een advies over de monitoringresultaten aan een onafhankelijke commissie wetenschappers die is voortgekomen uit de commissie voor de m.e.r.. Deze Auditcommissie trekt jaarlijks haar eigen conclusies m.b.t. de monitoringresultaten, rapporteert deze aan de Minister van EZK en publiceert ze op het Internet. Gebruikelijkerwijs kondigt de Auditcommissie haar advies aan in een persbericht.

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. Een overzicht van de adviezen van december 2017 is als bijlage 1 aan dit rapport toegevoegd. In deze bijlage geeft de NAM per advies aan hoe zij daar invulling aan gegeven heeft en waar in de rapporten die informatie te vinden is.

Voordat NAM de monitoringrapportages aanbiedt aan de Minister van Economische Zaken wordt de conceptrapporten met de leden van de Commissie Waddengas 2006 gedeeld. Deze commissie bestaat uit belanghebbenden zoals overheden, gebiedbeheerders en NGO's. De resultaten worden binnen deze commissie besproken, waarbij met name gelet wordt op de procesmatige kant van de monitoring. De Commissie Waddengas 2006 rapporteert haar bevindingen eveneens aan de Minister van Economische Zaken. De Meet- & Regelrapportage wordt in concept met SodM gedeeld.

2 Rapportages

VOORAFGAAND AAN DE GASWINNING ONDER DE WADDENZEE IN 2006 IS UITGEBREID ONDERZOEK VERRICHT; DE ZGN. INTEGRALE BODEMDALING STUDIES.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de rapporten die van belang zijn voor het tot stand komen van ons begrip over het meegroeivermogen van de Waddenzee, het Hand Aan de Kraan-principe en de ecologische monitoring (Tab. 2). In Tabel 3 staan de rapporten die in 2018 rond de monitoring beschikbaar zijn gekomen. Deze rapporten hebben betrekking op de monitoring en het onderzoek dat in 2017 is uitgevoerd.

Tabel 2: Overzicht bodemdalingstudies rond de gaswinningen op Ameland en onder de Waddenzee (vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen). BMBA staat voor Begeleidingcommissie Monitoring Bodemdaling Ameland. Meer rapportages zijn te vinden op www.nam.nl en www.waddenzee.nl.

RAPPORTAGE	INSTANTIE	AUTEURS
Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee 1998	NAM	A.P. Oost, B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh
Bodemdalingstudie Waddenzee 2004	RIKZ	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 13 jaar gaswinning, 2000	BMBA	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
Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 18 jaar gaswinning, 2005	BMBA	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, 2005. Rapport Z3995	Deltares	Wang, ZB & W.D. Eysink
MER aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locatie Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen, 2006	NAM	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	BMBA	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 gebruiksruimte, 2017	Deltares	Wang, Z.B., J. Cleveringa & A. Oost.

Tabel 3: Overzicht rapportages over de monitoringresultaten en modellering die in 2017 beschikbaar zijn gekomen. De LTS rapportages zijn beschikbaar op de NAM website (<http://www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html>).

MONITORINGONDERDEEL	INSTANTIE	RAPPORTAGE
Waddenzee		
Bodemdaling	NAM	NAM (2018) Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2017. NAM rapport EP201802200641 NAM (2018) Waddenzee Meet- & Regelcyclus 2017; Controle van de reservoirmodellen met de nieuwe drukmetingen van 2017. NAM rapport EP201803212301
Hoogteligging/arealen en sedimentatie-erosie van wadplaten	Earodata Deltares NCA	Silva (2018) Quality report Waddenzee. PN17-0030 Schrijvershof, Wang, van den Boogaard en Visser (2018) Analyse LiDAR data voor het Friesche Zeegat (2010-2017) Monitoring effect bodemdaling door gaswinning. Deltaresrapport x Krol (2018) Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Peasens en Schiermonnikoog 2007- 2017
Voedselbeschikbaarheid en – bereikbaarheid voor wadvogels	Sovon	Ens, van der Meer, Troost, van Winden, Schekkerman en Rappoldt (2018) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Rapportage t/m monitoringjaar 2017, Sovon-rapport 2018.14
Kwelder		
Sedimentatie en vegetatie-ontwikkeling	Artemisia	W.E. van Duin, 2018. Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied West-Groningen: Jaarrapport 2017. Artemisia- rapport 2017-03, Artemisia-kwelderonderzoek, Den Helder. 74 p.
Lauwersmeer		
Vogels, vegetatie, muizen en grondwater	Sovon, A&W, Buijs	Kleefstra R., Bakker R., Beemster N., Bijkerk W., de Boer P., Buijs R., Ens B., Kampichler C. & Stahl J. 2018. Monitoring effecten van bodemdaling op vegetatie, vogels en muizen in het Lauwersmeer in 2017. Sovon-rapport 2018/15 en A&W-rapport2466. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen/ Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv., Feanwâlden.

3 Gasproductie 2016

GASPRODUCTIE ONDER DE WADDENZEE IS TOEGESTAAN BINNEN GRENZEN DIE ZIJN VASTGESTELD IN EEN WINNINGSPLAN.

De gasproductie uit de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen opgeteld, lag in 2017 zo'n 12% boven het geplande volume (Tabel 4). Dit verschil wordt veroorzaakt door een relatief hoge gasproductie uit het gasveld Moddergat en de Lauwersoogvelden. Het gasveld Nes produceerde juist zo'n 12% minder dan gepland. De totale productie sinds de start van de winning in 2006 bedraagt nu 18,8 bcm.

Tabel 4: Productie per voorkomen tot en met 31/12/2017. De gepresenteerde getallen dienen te worden vermenigvuldigd met een miljoen kuub gas bij een druk van 1 atmosfeer (10^6 Nm^3). Deze tabel is overgenomen uit de Meet-&Regelrapportage 2017; Tabel 2-2.

Velden	Cumulatieve productie t/m 2017 (10^6 Nm^3)	Geplande productie volgens 2011 winningsplan in 2017 (10^6 Nm^3)	Actuele productie in 2017 (10^6 Nm^3)
Nes	9557	1033	911
Moddergat	4101	144	259
Lauwersoog-C	123	3	10
Lauwersoog-West	1412	47	110
Lauwersoog-Oost	2009	97	143
Vierhuizen-Oost	1572	15	66
Totaal	18774	1339	1499 (=112%)



Figuur 5: Luchtfoto van de gaswinlocatie moddergat tijdens een boring.

De gasproductie is vergund in het instemmingsbesluit op het Winningsplan Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (2013). Conform de regelgeving mag de gasproductie 20% afwijken van wat er in een Winningsplan wordt voorgesteld. Deze 20% heeft betrekking op de totale verwachte productie en geldt voor de Waddenzeevoorkomens niet per veld of put, maar voor het Winningsplan als geheel.

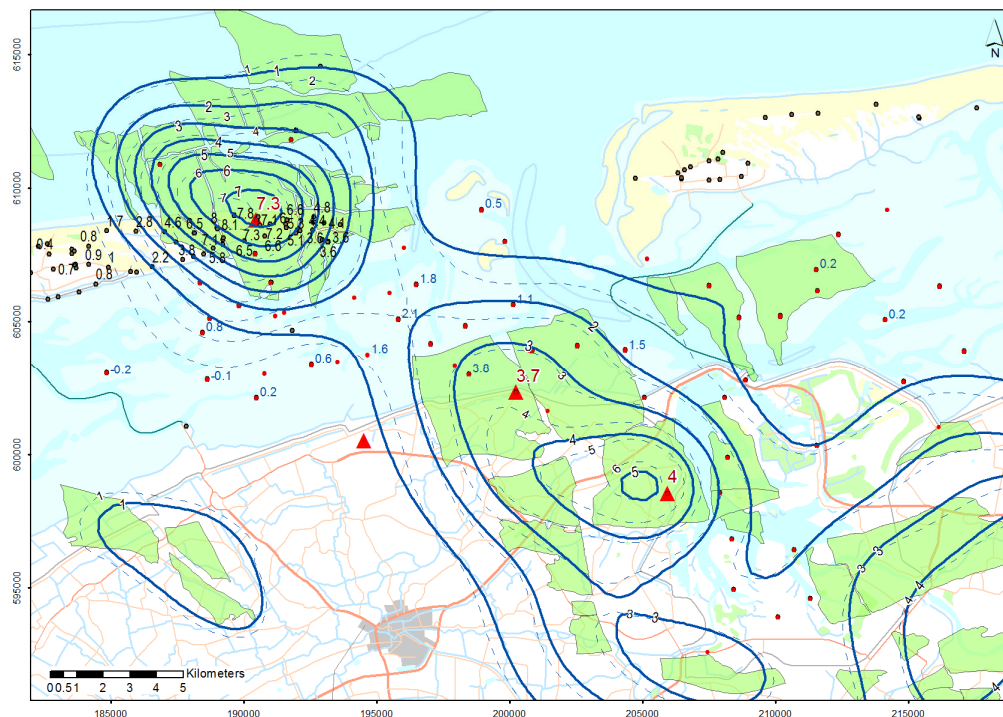
In relatie tot bodemdaling onder de Waddenzee betekent een wat lagere productie uit het gasveld Nes een wat lagere bodemdalingsnelheid onder het Pinkegat en betekent een wat hogere productie vanuit het gasveld Moddergat een wat hogere bodemdalingsnelheid onder de Zoutkamperlaag. Dit wordt veroorzaakt door de meer oostelijke ligging van het gasveld Moddergat (zie figuur 2). De berekende bodemdalingsnelheid onder beide kombergingen en de bijdrage van de verschillende gasvelden daarin in 2017 wordt besproken in paragraaf 4.1.

4 De Waddenzee

4.1 Bodemdaling in het waddengebied

ALS GEVOLG VAN BODEMDALING DOOR GASWINNING ONTSTAAT ER ONDER LAND EEN BODEMDALINGSCHOTEL. ONDER DE WADDENZEE GAAN WE ERVAN UIT DAT DE BODEMDALING ZICH DOOR SEDIMENTTRANSPORT VERDEELD OVER DE GEHELE KOMBERGINGEN.

Een groot deel van de bodemdaling die veroorzaakt wordt door de gasproductie vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen ontstaat onder zee. De berekende verdeling tussen land en zee is zichtbaar gemaakt in figuur 6. Hierin is ook de invloed van de gaswinning Ameland, Anjum en Blija meegenomen. Figuur 6 presenteert de totale bodemdaling in het gebied sinds 2006, omdat toen met de productie vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is gestart. De totaal opgetreden bodemdaling boven het gasveld Ameland sinds 1986 bedraagt op het diepste punt nu 35 centimeter. Voor Anjum is dat 10 centimeter. Het gasveld Blija veroorzaakt nauwelijks bodemdaling.



Figuur 6: Totale bodemdaling door gaswinning sinds 2006 (status contour 1-1-2018). In blauw de contouren van de gemodelleerde bodemdaling (gestreepte contouren geven de bodemdaling op 1-1-2017 zoals beschreven in de M&R rapportage over 2016). Boven de gasvelden Ameland-Oost, Nes/Moddergat en Anjum zijn op 3 posities continue GPS metingen uitgevoerd sinds 2007 (rode driehoek). Ook op Schiermonnikoog is zo'n logger geïnstalleerd. Er is geen bodemdaling aangegeven voor het Ternaard GPS-station omdat deze in 2006 nog niet in bedrijf was. De stippen zijn meetpunten (peilmerken) voor diepe bodemdaling. In 2017 is op 14 peilmerken de hoogte bepaald. Als er waarden bij meetpunten zijn gepresenteerd, is dat de bodemdaling in centimeters sinds 2006. Dit is figuur 15 uit de Meet- & Regelrapportage over 2017.

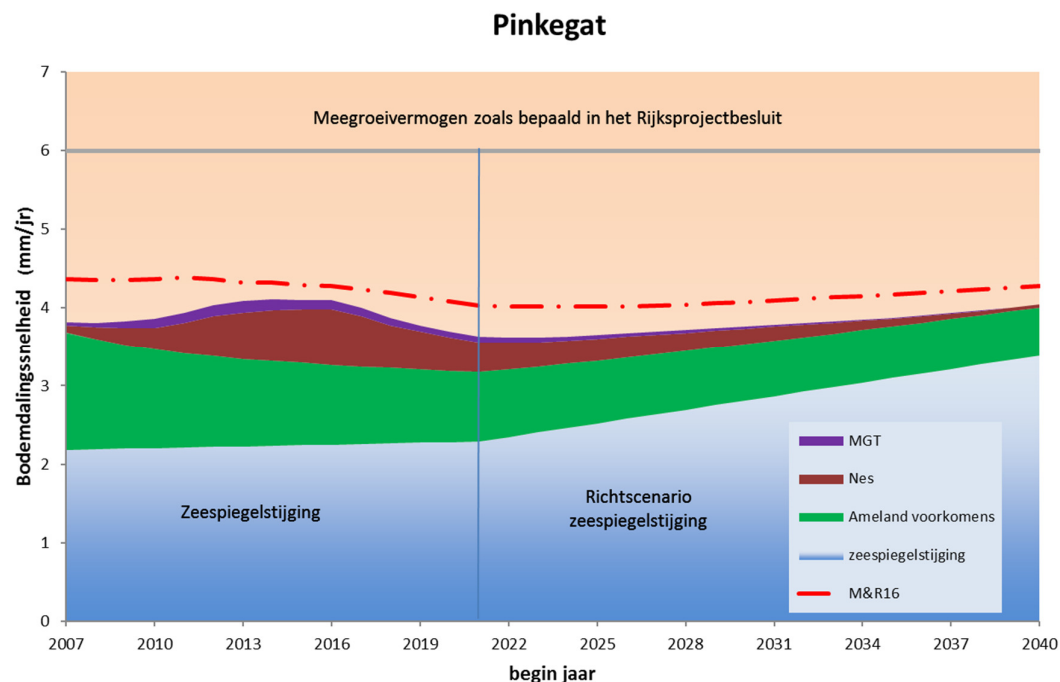
De rode driehoeken in figuur 6 zijn posities waar continue met GPS de hoogte wordt gelogd. Deze instrumenten zijn aan bebouwing bevestigd en staan ongeveer in het

centrum van de bodemdaling schotels van de gasvelden Ameland, Anjum en de combinatie van Nes en Moddergat. In het centrum van de bodemdalingsschotel is de bodemdalingssnelheid het hoogst. Omdat bodemdaling een traag proces is, kun je de bodemdaling het best van de meetfout van de GPS onderscheiden daar waar de snelheid van daling het hoogst is. In Tabel 5 wordt de gemiddelde dalingsnelheid, gemeten op het diepste punt van de bodemdalingsschotels in 2017, weergegeven. In figuur 6 is te zien dat er ook een GPS logger op Schiermonnikoog staat. Dit is een referentiepunten op een plek waar geen gas wordt gewonnen. Hier is sinds 2006 dan ook geen bodemdaling opgetreden. Een ander meetpunt buiten de bodemdalingsschotel is Ameland-Nes. Hier bedraagt de bodemdaling minder dan 1 millimeter per jaar. Sinds november 2016 wordt er ook gemeten in de buurt van Ternaard. Ondanks dat hier geen gaswinning optreedt, is de gemeten dalingsnelheid zo'n 2,7 millimeter per jaar. In hoeverre dat nog zetting van de GPS-antenne of autonome daling betreft, valt in de toekomst te bezien.

Tabel 5: Dalingsnelheid op de locaties gelegen in het centrum van de bodemdalingsschotels, gemeten m.b.v. continue GPS metingen. Deze informatie is overgenomen uit de tabel 2-3 van de Meet- & Regelrapportage over 2017

Locatie	Dalingsnelheid in 2016 [mm/jaar]
Ameland	7,3 (1,2 mm/jaar standaarddeviatie)
Anjum	4,1 (0,6 mm/jaar standaarddeviatie)
Moddergat	4,1 (0,9 mm/jaar standaarddeviatie)
Ameland-Nes	0,8 (1,7 mm/jaar standaarddeviatie)
Ternaard	2,7 (0,6 mm/jaar standaarddeviatie)

In de Meet- & Regelrapportage gaan we uit van een gemiddelde bodemdalingssnelheid per kombergingsgebied die lager is dan de snelheid gemeten in het centrum van de kom. Daarom is de gemiddelde dalingsnelheid, zoals bijvoorbeeld getoond in figuur 7, veel lager dan op de meetstations gepresenteerd in tabel 5. De gemiddelde dalingsnelheid voor het Pinkegat is weergegeven in figuur 7 en voor de Zoutkamperlaag in figuur 8.



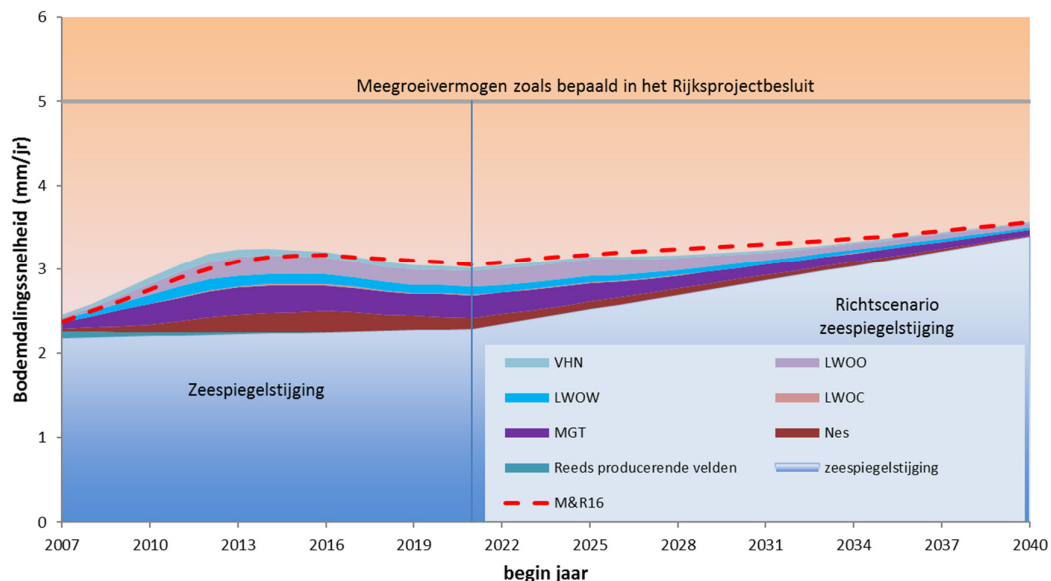
Figuur 7: Cumulatieve, gemodelleerde bijdrage van de gaswinning uit de velden Moddergat (MGT), Nes en Ameland en van de zeespiegelstijging aan de belasting (=gemiddelde relatieve bodemdalingssnelheid) van het kombergingsgebied Pinkegat. De roodgestreepte lijn geeft het plafond

van de berekende belasting op basis van de in 2016 verwerkte data en toegepaste modellen voor bodemdaling. De roodgestreepte lijn is de totale belasting zoals die vorig jaar was berekend. Figuur 7 is afbeelding 18 uit de Meet- & Regelrapportage over 2017.

De gemiddelde bodemdalingsnelheid onder het Pinkegat wordt geschat op 1,5 tot 2 millimeter per jaar. Bovenop een zeespiegelstijging van 2,3 millimeter per jaar wordt ruim binnen de natuurgrens van 6 millimeter per jaar gebleven. De grootste bijdrage aan deze bodemdaling komt van het gasveld Ameland. De bijdrage van het gasveld Nes is met een halve millimeter per jaar zeer beperkt. De gaswinning uit het veld Moddergat heeft bijna geen invloed op het Pinkegat. Sinds 2006 is de som van de gemiddelde bodemdaling onder het Pinkegat < 2 centimeter.

Voor de Zoutkamperlaag levert het gasveld Moddergat de grootste bijdrage aan de bodemdaling. De gemiddelde bodemdaling is hier ongeveer 1 millimeter per jaar en de som sinds 2006 bedraagt minder dan 1 centimeter. De huidige resultaten komen overeen met die van vorig jaar.

Zoutkamperlaag



Figuur 8: Cumulatieve, gemodelleerde bijdrage van de gaswinning uit de velden Moddergat (MGT), Nes, Lauwersoog (LWOC), Lauwersoog West (LWOW), Lauwersoog Oost (LWOO) = Centraal en Vierhuizen (VHN) en van de zeespiegelstijging aan de belasting (=gemiddelde relatieve bodemdalingsnelheid) van het kombergingsgebied Zoutkamperlaag (zie ook figuur 2). De roodgestreepte lijn geeft het plafond van de berekende belasting op basis van de in 2016 verwerkte data en toegepaste modellen voor bodemdaling. De roodgestreepte lijn is dus het resultaat van vorig jaar, bovenop het zeespiegelstijgingsscenario dat nu vigerend is. Figuur 8 is afbeelding 19 uit de Meet- & Regelrapportage over 2017.

DE VERWACHTE SNELHEID VAN ZEESPIEGELSTIJGING BEPAALT IN STERKE MATE HOEVEEL RUIMTE ER IS VOOR BODEMDALING DOOR GASWINNING.

In 2016 is het beleidscenario voor de zeespiegelstijging herzien. Zo'n herziening dient iedere 5 jaar plaats te vinden. Het huidige scenario dient herzien te worden in 2021. Dit scenario wordt in opdracht van het Ministerie van Economische Zaken ontwikkeld door de organisatie voor Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO). In de figuur 7 en 8 staat de snelheid waarmee TNO verwacht dat de zeespiegel stijgt. Het bestaat uit twee delen die in figuur 7 en 8 zijn gescheiden door een verticale lijn in het jaar 2021. Deze delen

heten respectievelijk “Zeespiegelstijging” en “Richtscenario zeespiegelstijging”. Wat opvalt is dat de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt voor 2021 minder snel toeneemt dan na 2021. Dit komt omdat de snelheid in de periode voor 2021 voornamelijk gebaseerd is op de gemeten stijging van de zeespiegel langs de Nederlandse kust, terwijl het “Richtscenario zeespiegelstijging” meer rekening houdt met wereldwijde voorspellingen die een sterkere acceleratie van de zeespiegelstijging verwachten. In 2021 zal door TNO gekeken worden of die versnelling lijkt op te treden, of dat deze weer een aantal jaren naar achteren dient te worden verschoven.

ALS DE GASPRODUCTIE AFNEEMT VERWACHT JE IN VERHOUDING OOK EEN LAGERE BODEMDALINGSNELHEID. TOCH KAN DE BODEM DOOR-DALEN, OOK ALS DE GASWINNING HELEMAAL WORDT GESTOPT. DIT NOEMEN WE EEN NA-IJLEFFECT.

Na enkele jaren gaswinning, neemt de druk in een gasveld af. Omdat de snelheid van drukdaling vermindert, verwacht je ook een afname in de snelheid van bodemdaling en dit is ook te zien in de metingen. Toch kan de bodem nog blijven dalen, zelfs als de gasproductie helemaal gestopt wordt. Een mogelijke oorzaak is dat de samendrukking in het reservoirgesteente nog enige tijd doorgaat. Het kan ook zijn dat er water uit een aangrenzende steenlaag het gasveld in stroomt, waardoor de druk in het waterhoudende gesteente daalt en daardoor, naast of onder het gasveld, compactie kan plaatsvinden. Ook kan er sprake zijn van beweging in de honderden meters dik steenzout dat zich tussen het zandsteenpakket en het aardoppervlak bevindt. Wanneer de bodemdaling in tijd niet synchron loopt met de drukdaling spreken we van een na-ijleffect.

Uit landmetingen bleek dat er voor het gasveld Ameland duidelijk sprake is van een na-ijleffect van bodemdaling. De gasproductie op Ameland is gestart in 1986. De druk in het veld is van 580 bar teruggelopen naar 40 bar en ook bodemdalingsnelheid is de afgelopen 15 jaar sterk afgenomen. Toch is de resterende bodemdalingsnelheid groter dan verwacht. Daarom is in 2011 een uitgebreid onderzoek gestart (LTS) om het mechanisme achter dit na-ijleffect in beeld te brengen. In 2017 werd dit onderzoek afgerond (NAM, 2017). Dankzij dit onderzoek zijn we in staat om in korte tijd een groot aantal modellen en scenario's door te rekenen en daarmee te begrijpen wat de belangrijkste oorzaak is.

Uit de LTS-studie bleek dat voor het gasveld Ameland juist een combinatie van deze drie factoren waarschijnlijk is. In 2016 is een techniek ontwikkeld waarmee combinaties van processen in verschillende bodemdalingmodellen doorgerekend konden worden. Voor een miljoen model-varianties werd de bodemdaling aan het aardoppervlak berekend en vergeleken met de gemeten bodemdaling. De computer berekende hoe goed ieder model de gemeten bodemdaling beschreef en een betere passing van een modelvariatie met de metingen leverde een hoger gewicht op voor die variatie. Het gewogen gemiddelde van alle varianties noemen we de verwachtingswaarde, waarbij tevens een betrouwbaarheidsinterval kan worden berekend. Bij de berekening wordt gezocht naar de beste gemiddelde passing. Dat wil zeggen dat er ook gebieden zullen zijn waar de modeloplossing minder goed past bij de lokale metingen in dat gebied. In het LTS voorbeeld voor Ameland ligt de modeloplossing dicht bij de metingen daar waar de dichtheid van de metingen het grootste is, dus op het eiland. De gemeten bodemdaling wordt gekenmerkt door een relatief steile oostelijke flank en dit betekent dat de scenario's met veel drukdaling in het waterhoudende gesteente werden afgewezen, immers extra drukdaling ten oosten van het gasveld zal tot bodemdaling leiden en daarmee voor een minder steile flank aan de oostkant van het eiland zorgen. De verwachtingswaarde van het model onderschat daardoor de bodemdaling in de Waddenzee.

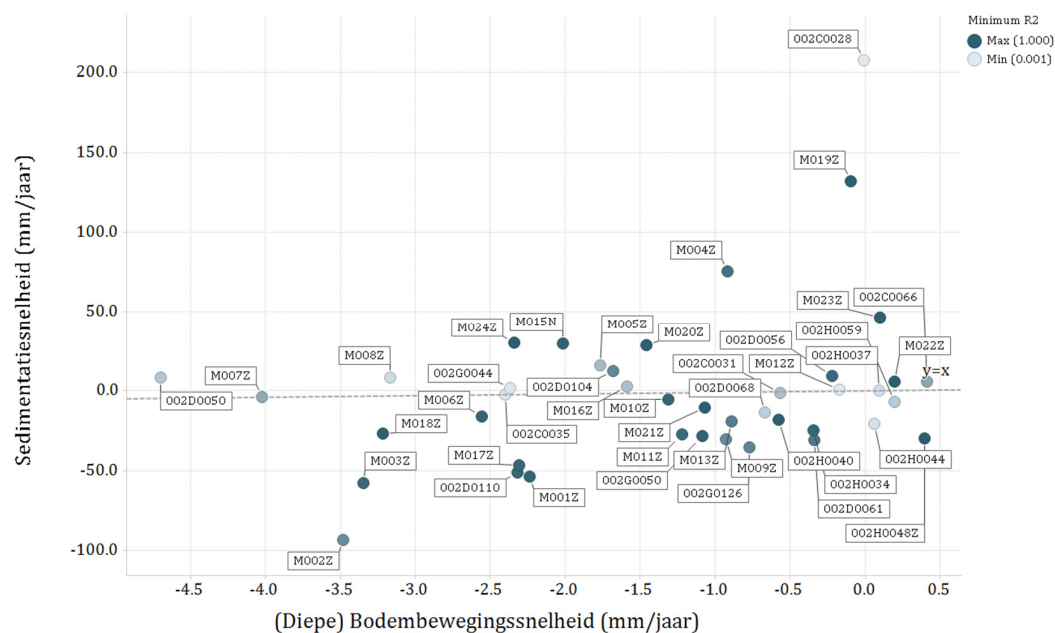
In de M&R rapportage over 2017 is er voor gezorgd dat de metingen in de Waddenzee meer gewicht krijgen door nadrukkelijk te kijken naar de passingen van de modellen met de metingen in de Waddenzee. Hierdoor is er voor een drukdalingscenario gekozen dat wel drukdaling vertoont in de waterhoudende pakketten. Dit is een ander scenario dan het verwachte scenario volgens de LTS-studie.

4.2 Bodemhoogte meten aan het wadoppervlak

BODEMDALING DOOR GASWINNING MAG DE NATUURLIJKE SEDIMENTATIEPROCESSEN OP EN ROND DE WADPLATEN NIET NADELIG BEINVLOEDEN, BIJVOORBEELD DOOR DE VORMING VAN BODEMDALINGSCHOTELS IN HET WAD.

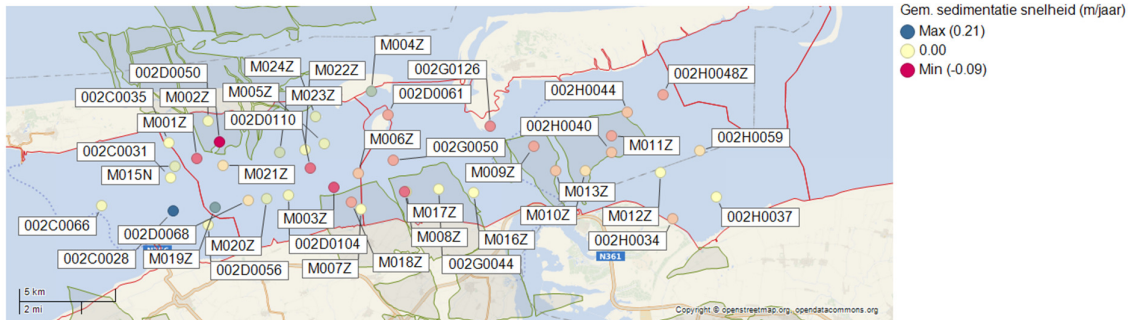
Parallel aan de hoogtemetingen die op de peilmerken op het wad worden uitgevoerd om de bodemdaling onder de Waddenzee te volgen, worden om die peilmerken heen ook waterpassingen verricht om de sedimenthoogte lokaal in beeld te brengen. Deze hoogtemetingen vinden plaats op een grid van 7x5 punten die op een afstand van 5 meter van elkaar liggen. Per punt wordt de wadplaathoogte bepaald t.o.v. de hoogte van het peilmerk dat met grote nauwkeurigheid t.o.v. NAP wordt vastgesteld. Op deze wijze ontstaat een dataset van diepe bodemdaling en wadhoogtemetingen op dezelfde locatie. Door deze metingen in de tijd te herhalen kan gekeken worden of de ontwikkeling in de hoogte van het sedimentoppervlak beïnvloed wordt door de mate van diepe bodemdaling op locaties. Tot dusver zijn op deze wijze gegevens verzameld tussen 2010 en 2017.

Zoals in paragraaf 1.3 is aangegeven, wordt verwacht dat sedimenttransporten binnen de Waddenzee zodanig groot zijn dat kleine effecten zoals bodemdaling door gaswinning niet aan het oppervlak tot uiting komen. De resultaten van de t/m 2017 verzamelde metingen zijn weergegeven in figuur 9. De resultaten tonen aan dat er op dit moment geen afname in de sedimenthoogte kan worden gecorreleerd aan de mate van bodemdaling op de peilmerken. Daarnaast is ook duidelijk te zien dat erosie en sedimentatieprocessen een veel grotere variatie kennen dan de bodemdaling die de gaswinning veroorzaakt.



Figuur 9: De gemiddelde sedimentatiesnelheid (Y-as in millimeters per jaar) gemeten op 43 punten op de wadplaat naast de peilmerken, uitgezet tegen de bodemdaling (X-as in millimeters per jaar)

gemeten op de peilmerken voor dezelfde periode. Negatieve Y-waarden wijzen op erosie en positieve waarden op sedimentatie. Negatieve X-waarden geven de mate van bodemdaling (snelheid) weer. De gestreepte lijn is de lijn $y=x$ (zouden de punten precies op deze lijn liggen dan is er geen sprake van netto sedimentatie of erosie en zou de bodemdalingschotel aan het wadoppervlak meetbaar moeten zijn). De labels bij de punten verwijzen naar de peilmerken. De locaties van deze peilmerken zijn terug te vinden op de onderstaande kaart (Fig. 10).



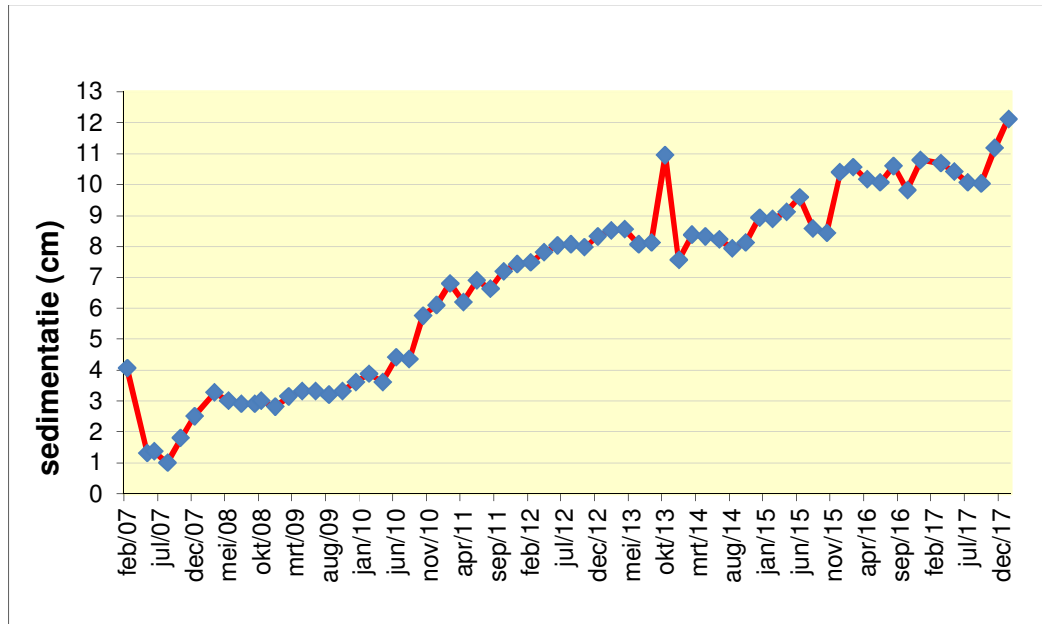
Figuur 10: Kaart van het onderzoekgebied met daarop de peilmerkkusters waarop de diepe bodemdaling gemeten wordt en waar omheen de wadplaathoogte a.d.h.v. waterpassingen wordt vastgesteld. De labels vertegenwoordigen de namen die aan de peilmerken zijn gegeven.

Zoals verwacht, is de sedimentatiedynamiek veel groter dan de dynamiek van de diepe bodemdaling. Dit verschil is ongeveer een factor 10. Ofschoon de meeste Y-waarden in figuur 6 kleiner zijn dan 50 millimeter per jaar, zijn er enkele uitschieters bij. Datapunten die ver boven of onder de gestreepte lijn ($y=x$) liggen zijn per definitie het resultaat van sedimentatie en erosie en niet van bodemdaling door gaswinning. Op basis van deze resultaten kan de hypothese dat bodemdaling op kombergingsniveau wordt uitgespreid niet worden verworpen. Tevens valt op dat op enkele peilmerken lichte bodemstijging (X-as) is gemeten. Dit valt binnen de meetruis van de meting op de peilmerken. Een toenemend aantal metingen in de toekomst zal de zeggingskracht van deze vergelijking vergroten.

SPIJKERMETINGEN ZIJN ZEER NAUWKEURIGE METINGEN OP BASIS WAARVAN DE SEDIMENTATIE OP EEN WADPLAAT DOOR HET JAAR HEEN GEVOLGD KAN WORDEN. PLOTSELINGE VERANDERINGEN IN WADPLAATHOOGTE DUIDEN NIET OP EEN EFFECT VAN BODEMDALING DOOR GASWINNING.

Het Natuurcentrum Ameland heeft het afgelopen jaar iedere twee maanden op vaste punten de lokale erosie en sedimentatie op een aantal grote wadplaten in Pinkegat en Zoutkamperlaag uitgevoerd; de zogenaamde spijkermetingen (Krol, 2018). De gevonden resultaten voor 2017 passen in de trends van de voorgaande jaren.

Het Peasumerwad is het waddegebied dat direct onder invloed staat van bodemdaling door de gaswinning uit de gasvelden Nes en Moddergat. Op het Peasumerwad zijn 18 spijkermeetpunten geplaatst. In figuur 10 hebben we voor deze 18 punten de gemiddelde ontwikkeling van de relatieve wadhoogte voor het Peasumerwad geplot. Een gestage positieve ontwikkeling van deze wadplaathoogte is duidelijk waarneembaar. Deze bedraagt ongeveer 1 centimeter per jaar (trend). Onder de opslibbende wadplaat vindt dus bodemdaling plaats. Sinds 2006 is dat ongeveer 1 tot 2 centimeter geweest (Fig. 6). Als je er vanuit gaat dat de metingen samen een representatief gemiddeld beeld schetsen van dit stukje wad, dan laten de metingen zien dat het meegroeivermogen van een individuele wadplaat in ieder geval toereikend is om bodemdaling door gaswinning te compenseren. Natuurlijk leidt dit tot de vraag of dat ook geldt voor een kombergingsgebied als geheel.

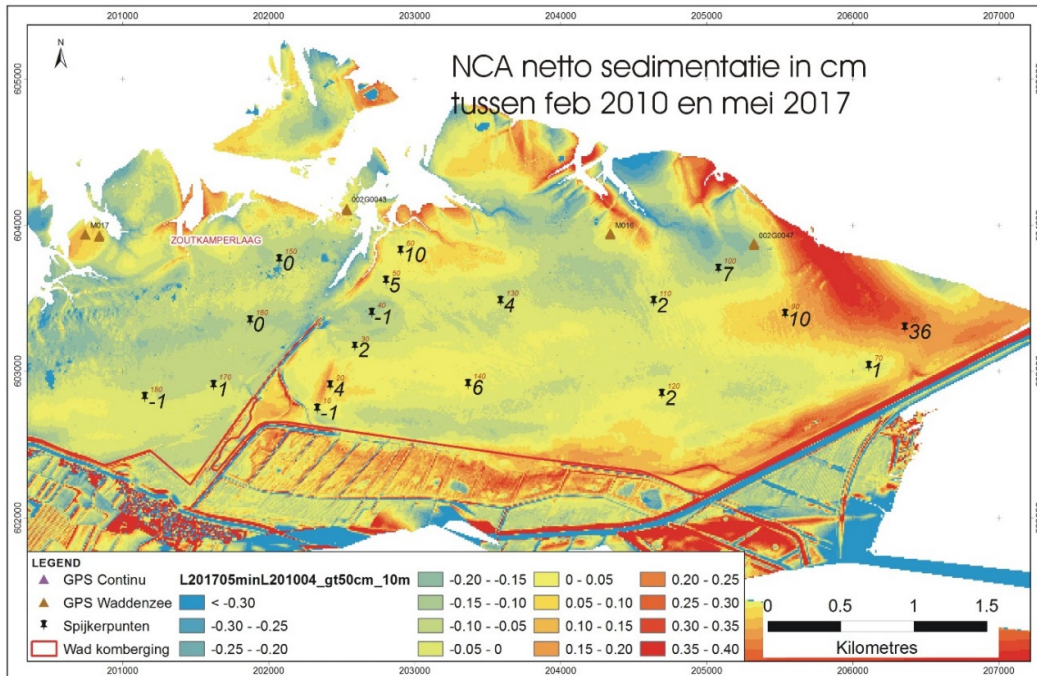


Figuur 11: Sedimentatie op het Peazemerwad gemeten aan de hand van de spijkermetingen. Dit betreft de gemiddelde ontwikkeling op basis van 18 meetpunten die ieder bestaan uit 4 spijkermetingen sinds december 2006. Data voor de periode 2003-2006 is op basis van 6 locaties. Deze ontwikkeling is niet ten opzichte van NAP, maar ten opzichte van de 'nul-situatie' in 2003.

Op het Peazemerwad is in 10 jaar zo'n 10 centimeter sedimentatie, min 1 tot 2 centimeter bodemdaling is opgetreden. Daarmee is de wadplaat gemiddeld zo'n 8 centimeter hoger is komen te liggen. De opslibbing is niet voor alle locaties waar spijkermetingen plaatsvinden gelijk. Er zijn punten op het Peazemerwad waar de opslibbing zeer sterk is, maar ook punten waar deze afwezig is of zelfs een beetje erosie optreedt (Fig. 12). Deze lokale variatie is deels toe te schrijven aan de door de mens aangepaste kustlijn (Krol, 2018). Ook is het onwaarschijnlijk dat de sedimentatie gewoon door zal gaan. Na een periode van sedimentatie is een periode waarin de erosie overheerst te verwachten.

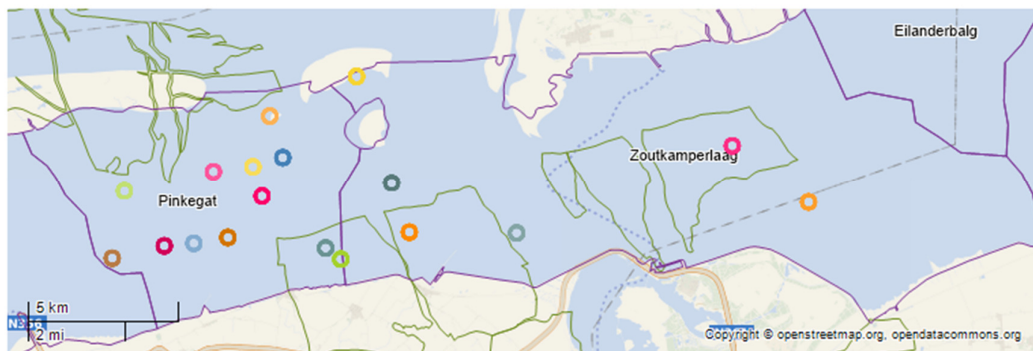
BODEMDALING DOOR GASWINNING MAG NIET LEIDEN TOT EEN AFNAME VAN HET AREAAL DROOGVALLENDE WADPLATEN. DAAROM WORDEN DE KOMBERGINGEN VLAKEDEKKEND INGEMETEN. DE NAUWKEURIGHEID VAN DE METINGEN IS ECHTER BEPERKT.

Het areaal wadplaten is synoniem voor een bepaald deel van het wad met een zekere droogvalduur. De temporele variatie in het wadplaatareaal van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag wordt bestudeerd aan de hand van LiDAR-opnames. Dit is een techniek waarmee met een laser vanuit een vliegtuig vlakdekkend de hoogte van het land/wad wordt bepaald. Aan de hand van deze techniek worden de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag ingemeten. De onderstaande figuur uit Krol (2018) toont de verhouding tussen de nauwkeurige spijkermetingen en een resultaat uit de LiDAR-opnames voor het Peazemerwad (Fig. 12). De figuur toont de netto verandering in sedimenthoogte in dat deelgebied. Netto wil zeggen dat er rekening is gehouden met het effect van bodemdaling op de hoogteligging van de Spijkermetingen. Wat opvalt, is dat beide technieken een zeer vergelijkbaar resultaat produceren. Uit eerdere vergelijkingen weten we dat het vergelijken van LiDAR- en Spijkermetingresultaten niet altijd zo goed uitpakt. De LiDAR-surveys van 2010 en 2017 laten echter zien dit wel mogelijk is en Spijkermetingen mogelijk kunnen dienen ter controle van de kwaliteit van de met LiDAR verzamelde data.

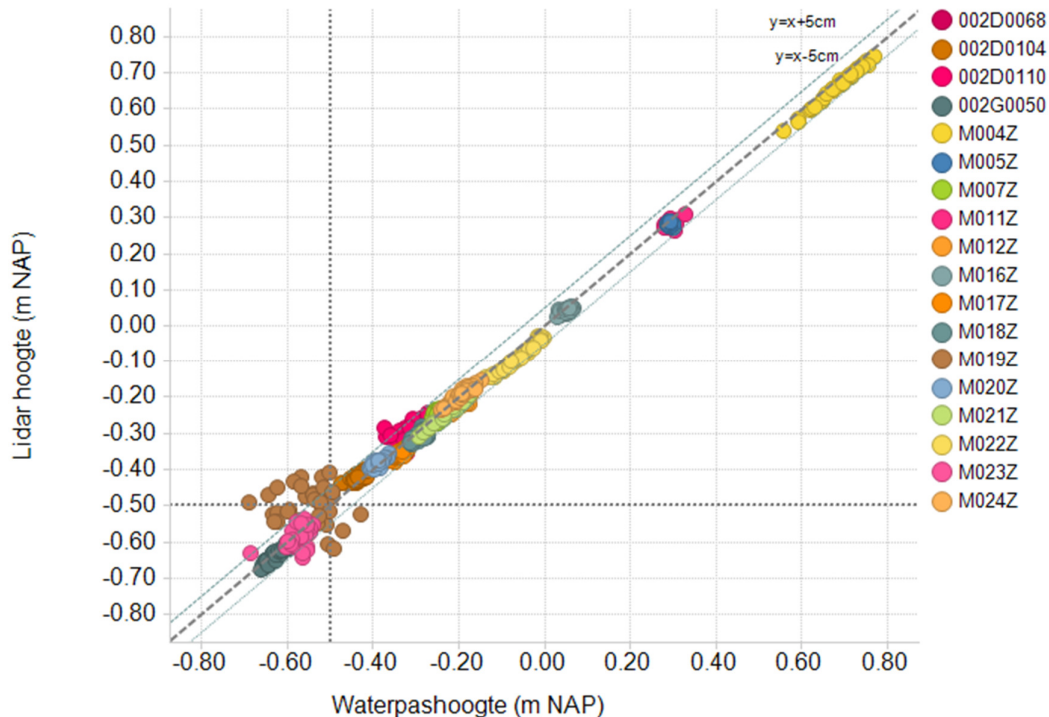


Figuur 12: Verschilkaart voor sedimenthoogte op het Peasumerwad voor de periode 2010 – 2017. De vlakdekkende kaart toont de met LiDAR gemeten verschillen. De zwarte puntmetingen zijn de Spijkermetingen op de NCA meetstations P10 tm P180 en de bijbehorende sedimentatie (zwarte getallen in cm).

In figuur 9 van dit rapport zijn de resultaten te zien van de wadplaathoogtemetingen naast de zogenaamde peilmerkklusters. Deze metingen vinden plaats aan de hand van waterpassingen. Ook deze waterpassingen kunnen worden gebruikt om met de LiDAR-data te vergelijken. Op de onderstaande kaart (Fig. 13) zijn de locaties van de waterpassingen aangegeven die in 2017 hebben plaatsgevonden. In figuur 14 wordt een vergelijking gemaakt tussen de resultaten uit de waterpassingen en de LiDAR opname uit het voorjaar van 2017. Voor meetpunten boven -20 cm NAP geldt dat de meetresultaten met LiDAR systematisch enkele centimeters lager liggen dan de resultaten uit de waterpassingen.



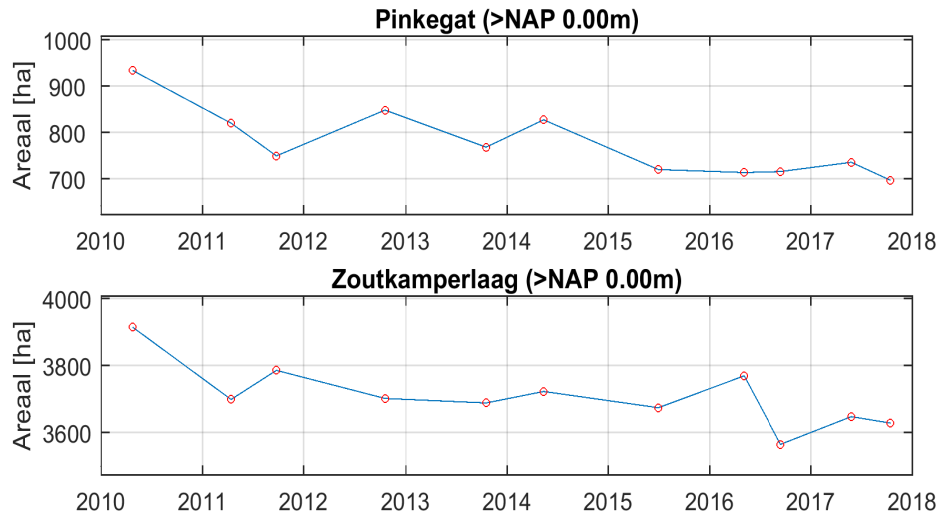
Figuur 13. Kaart met peilmerkklusters, waarvan de sedimentgrids in 2017 gemeten zijn. De kleuren van de circels komen overeen met sedimentgrids van grafiek van figuur 14.



Figuur 14. Vergelijking van de metingen op de sedimentgrids met meting a.d.h.v. LiDAR voor 2017. Voor punten op de streeplijn over de diagonaal $y=x$ geldt, dat LiDAR en sedimentgrid meting overeenkomen. X-as geeft NAP hoogte in meters van de sedimentgridmeting en de Y-as de NAP-hoogte in meters voor de LiDAR-metingen. Verticale- en horizontale streeplijn geeft de -50cm NAP grens aan. Lidar data beneden deze grens is niet betrouwbaar, gezien de waterhoogte ten tijde van de meting. Streeplijnen parallel aan de $y=x$ diagonaal geven +/- 5cm (verschil)lijn aan.

In het rapport van Deltares (Schrijvershof *et al.* 2018) wordt de data van twee nieuwe LiDAR-surveys geanalyseerd: het voor- en najaar van 2017. Dit brengt het totaal aantal succesvol volbrachte surveys op 13 sinds de start in 2010. Er is echter duidelijk sprake van een toename van de kwaliteit van de LiDAR-surveys. Dit blijkt uit het feit dat steeds minder delen van de kaart geïnterpoleerd moeten worden of op slechts een enkel LiDAR meetpunt (reflectie) gebaseerd zijn.

Figuur 15 geeft de ontwikkeling weer van het oppervlak droogvallend wad, gelegen tussen 0 centimeter en +160 centimeter t.o.v. NAP. In voorgaande jaren werd ook het lager liggende wad bestudeerd. Dat gebeurt nu in beperktere mate (Schrijvershof *et al.* 2018). In haar advies over de monitoring van 2016 schrijft de auditcommissie dat er een negatieve trend zichtbaar is in het wadplatenareaal boven NAP. Met name in het Pinkegat viel dit op. De auditcommissie schrijft het aannemelijk te vinden dat dit niet het gevolg is van bodemdaling door gaswinning en verzoekt dit nader te bestuderen.



Figuur 15: Ontwikkeling van het areaal droogvallende wadplaten op basis van LiDAR-metingen (range: 0 cm tot +160 cm t.o.v. NAP). Om de trend zichtbaar te maken is de Y-as niet op nul gezet.

Dit jaar heeft Deltares aandacht besteed aan het analyseren van de in figuur 15 geobserveerde trends. Hiertoe heeft Deltares twee typen variabelen onderzocht:

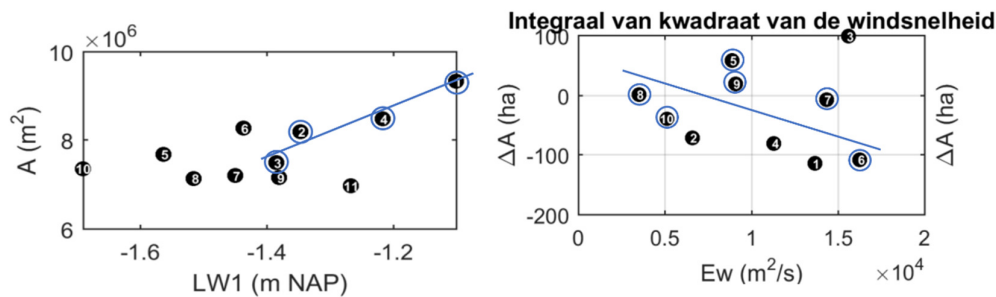
- 1) Variabelen die de omstandigheden beschrijven tijdens het uitvoeren van de LiDAR surveys
- 2) Variabelen die de omstandigheden beschrijven tussen opeenvolgende LiDAR-surveys

Een variabele die een opvallende rol lijkt te spelen tijdens de LiDAR-surveys is hoe laag laagwater is. Dit ligt niet per definitie voor de hand, omdat er alleen wordt gemeten als het water in de geulen laag genoeg is. Toch speelt deze variabele met name tijdens de surveys t/m 2012 een verklarende rol. Het idee is dat als de waterstand snel en ver afneemt, er meer water van de platen afstroomt en deze droger worden. De platen worden droger en er blijven minder plassen staan. Zodoende is deze variabele representatief voor hoe droog de platen zijn. Water op de platen en het feit dat ze nat zijn heeft dus invloed op de resultaten.

Deltares heeft ook andere opvallende verklarende variabelen gevonden. Deze variabelen beschrijven de windenergie uit westelijke richting tussen de surveys (of correleren daarmee, zoals de hoeveelheid zon of regen). De windenergie uit westelijke richting is een maat voor het eroderend vermogen van de wind en golven en lijkt omgekeerd evenredig met de ontwikkeling van het areaal wadplaten boven NAP. Standaard lineaire regressie laat zien dat er meer dan 5% kans is dat de bovengenoemde relaties toevalligheden zijn. De vraag is echter of het om lineaire relaties gaat en welke variabelen deze correlaties verstoren. In Schrijvershof *et al.* (2018) schrijft Deltares over een grenswaarde, waarboven het laagwaterniveau van invloed is. Dat hoeft echter niet zo te zijn. Je kunt het laagwaterniveau bijvoorbeeld ook als een beperkende factor beschouwen. Voor een gelijk blijvend areaal wadplaten geldt dan dat de gemeten areaalgrootte begrenst wordt door het laagwaterniveau, maar wel kleiner kan uitvallen (om andere redenen). Er zijn dus verschillende manieren waarop er naar deze relaties gekeken kan worden.

Sinds 2013 zijn de LiDAR-opnames verbeterd. De afstand tussen de vliegbanen is kleiner gemaakt en er wordt voor de LiDAR-opnames gebruik gemaakt van een nieuwe laser. Verondersteld wordt dat deze nieuwe laser betere kwaliteit opnames van de wadplaten kan maken. Stel dat we onderzoeken of die nieuwe laser een rol speelt, dan beschouwen we het effect van "Laagwater" voor de surveys van vòòr 2013. In figuur 16a zijn dat de

omcirkelde stippen met de nummers 1 t/m 4. Voor die surveys is er een duidelijk verband tussen de hoogte van Laagwater en het gemeten areaal wadplaten. In figuur 16b kijken we naar de verandering in het areaal wadplaten in het Pinkegat in relatie tot de windenergie die tussen surveys is berekend. Dat doen we voor die vergelijkingen waarop de oude laser geen invloed heeft gehad. Dat zijn de stippen 5 t/m 10. Uit deze metingen blijkt de relatie met de berekende windenergie zwak te zijn. Voor de Zoutkamperlaag zijn deze relaties niet aanwijsbaar. Deltares heeft de oppervlakteveranderingen ook aan bodemdaling gecorreleerd, maar trof geen correlatief verband. Daarmee is aannemelijk gemaakt dat een eventuele rol van bodemdaling door gaswinning hierin beperkt of afwezig is.



Figuur 16a (links): Scatterplot van het areaal boven NAP 0,0 m van het kombergingsgebied Pinkegat, gemeten met LiDAR, uitgezet tegen de indicator “Laagwater” (LW1). Dit is figuur 5.5 uit Schrijvershof *et al.* (2018). De omcirkelde metingen zijn LiDAR metingen op basis van de “oude” laser. 16b (rechts) : Scatterplot van het areaal boven NAP 0,0 m van het kombergingsgebied Pinkegat, gemeten met LiDAR, uitgezet tegen een maat voor de mate van windenergie uit westelijke richting (Ew). Dit is figuur 5.7 uit Schrijvershof *et al.* (2018).

Gedurende de komende meet- en rapportageperiode zal het onderzoek naar verklarende variabelen doorgaan. Ook stelt Deltares voor aandacht te besteden aan het feit dat opvallende veranderingen in het areaal droogvallende platen in de tijd overeen komen met de partij die de LiDAR-survey heeft uirgevoerd. Met het groeien van de dataset zal duidelijker worden welke verklarende variabelen van invloed zijn en op wat voor manier.

Met als doel meer inzicht te krijgen in de morfologische ontwikkeling van het gebied wordt een aantal deelgebieden afzonderlijk beschouwd. Dat zijn het wad onder de oostpunt van Ameland, het wad boven Ternaard, de Engelsmanplaat, het Brakzand en het Peasumerwad. Voor deze deelgebieden zijn vaste arealen gedefinieerd. Dit heeft als nadeel dat wanneer een plaat zich verplaatst, hij binnen het gedefinieerde areaal af- of toeneemt. Daarom heeft Deltares dit jaar ook de ontwikkeling van een aantal wadplaten als morfologische eenheden beschouwd. Twee van die eenheden (Brakzand en Roode Hoofd) vertoonden een oostwaardse migratie. De Engelsmanplaat laat een minimale verandering zien en de NAP-0-lijn van het Wierumerwad is wat dichterbij de dijk komen te liggen (Schrijvershof *et al.* 2018). Deze trend valt ook uit de hypsometrische curve voor het wad boven Ternaard op te maken (die overigens voor het overgrote deel beneden NAP-0 ligt). In Schrijvershof *et al.* (2018) wordt in figuur 3.6 de trendmatige verandering van deelgebieden geografisch weergegeven.

Verder is opvallend is dat de trendmatige afname van het areaal droogvallende platen in de deelgebieden in sterke mate wordt veroorzaakt door de allereerste meting in 2010. Zonder deze meting lijkt er alleen een afname van het gebied Rode Hoofd zichtbaar (zie figuur 4.11 in Schrijvershof *et al.* (2018).

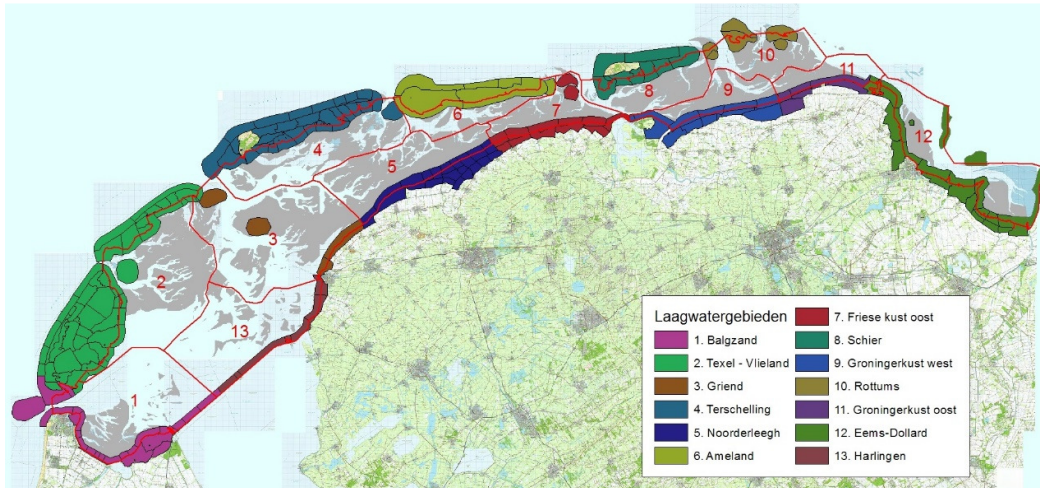
4.3 Integratie van monitoring data in een ecologisch model

INTEGRATIE VAN MONITORINGDATA IN EEN ECOLOGISCH MODEL HELPT INZICHTELIJK TE MAKEN WELKE FACTOREN DE DRAAGKRACHT VAN HET DROOGVALLENDE WAD VOOR FOERAGERENDE VOGELS BEPALEN.

In het Aanwijzingsbesluit Waddenzee wordt per vogelsoort gesproken over de draagkracht van de Waddenzee voor als foerageergebied. Zoals is toegelicht in de introductie van dit rapport focust de onderhavige monitoring op soorten die op de wadplaten foerageren. Dat is habitatype “Slik en Zandplaten”. Het Aanwijzingsbesluit schrijft met betrekking tot dit habitatype over behoud van het oppervlak en verbetering van de kwaliteit. Kwaliteit is nader gedefiniëerd als “structuur en functie”. Wat deels geïnterpreteerd kan worden als functie voor op het wad foeragerende vogels. Tevens is aangegeven dat het habitatype verbeterd kan worden door de verdere ontwikkeling van zogenaamde biogene structuren. Dit zijn ondermeer de litorale mosselbanken.

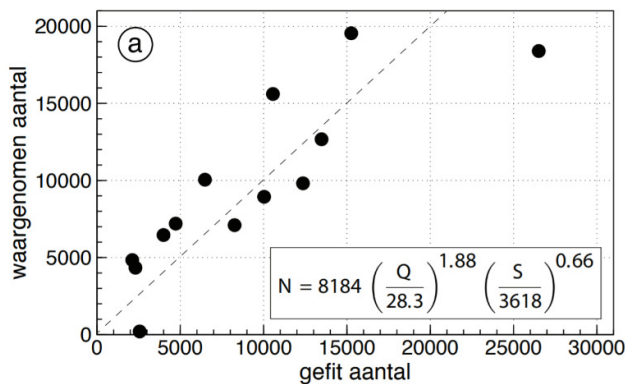
In het kader van het onderhavige monitoringprogramma is een ecologisch model ontwikkeld dat draagkracht van de wadplaten voor foeragerende vogels berekent. Het gaat hierbij niet om draagkracht in de breedste zin, maar om een berekenbare afgeleide daarvan, zoals aangegeven in tabel 1. Deze afgeleides noemen we “proxies” (Ens *et al.* 2018). In het model is tevens de monitoring van mossel- en oesterbanken geïntegreerd.

In totaal is de Waddenzee als speciale beschermingszone aangewezen voor 38 soorten niet-broedvogels. Voor 16 soorten wordt op voorhand geen effect van bodemdaling verwacht omdat ze (1) op vis jagen in het sublitoraal, (2) naar bodemdieren duiken in het sublitoraal of (3) op de kwelder grazen. Onder de 22 soorten die wel in meer of minder mate op de droogvallende wadplaten naar voedsel zoeken, en dus in theorie negatief beïnvloed kunnen worden door een verminderde droogvalduur van die platen, zijn 9 soorten (Eidereend, Lepelaar, Groenpootruiter, Zwarte Ruiter, Slechtvalk, Goudplevier, Kievit, Krombekstrandloper en Grutto) waarvoor zo’n negatief effect om verschillende redenen als onwaarschijnlijk dan wel onmeetbaar klein kan worden ingeschat (Ens *et al.* 2018). Voor de resterende 13 soorten (Bergeend, Pijlstaart, Scholekster, Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp, Tureluur en Steenloper) zijn de afgelopen jaren proxies voor draagkracht ontwikkeld. Vorig jaar zijn deze proxies gevalideert. Hiervoor is de verdeling van vogels over talloze hoogwater vluchtplaatsen en hun veronderstelde laagwaterverspreiding (Fig. 17), gecorreleerd aan de berekende draagkracht van betreffende laagwatergebieden. Voor een aantal proxies leverde dit behoorlijke (positieve) correlaties op. Daaruit kon worden opgemaakt dat de verspreiding van sommige soorten beïnvloed wordt door de draagkracht van de aangrenzende wadplaten als foerageergebied (Fig. 18).



Figuur 17: Veronderstelde laagwatersverspreiding van vogels op hoogwatervluchtplaatsen. De laagwatergebieden zijn de roodomlijnde, genummerde wadplaatgebieden. Deze gebieden grenzen aan de kust of eilanden. Kustdelen en/of eilanden met dezelfde kleur behoren tot hetzelfde laagwatersverspreidingsgebied. Dit is figuur 7.1 uit Ens *et al.* 2018.

Tot vorig jaar is vooral aandacht besteed aan het berekenen van de oogstbare hoeveelheid voedsel op meetpunt niveau, waarna de meetpunten voor deelgebieden werden opgeteld. Gedurende het afgelopen jaar is gekeken hoe deze puntgegevens slimmer gecombineerd konden worden tot een maat voor een deelgebied (Ens *et al.* 2018). Voor de Wulp en de Tureluur leidde dit tot een zeer sterke correlatie tussen de aanwezige aantallen op de hoogwatervluchtplaatsen en de berekende foerageermogelijkheden.



Figuur 18: Waargenomen aantal Wulpen in de nazomer als functie van het gemodelleerde aantal Wulpen op basis van de geschatte draagkracht voor die soort op het wad. Iedere stip toont deze relatie voor een laagwatersverspreidingsgebied en de daarbij horende hoogwatervluchtplaatstellingen. Dit is figuur 7.2a uit Ens *et al.* 2018. Voor een meer gedetailleerde uitleg van de getoonde vergelijking wordt verwezen naar dat rapport.

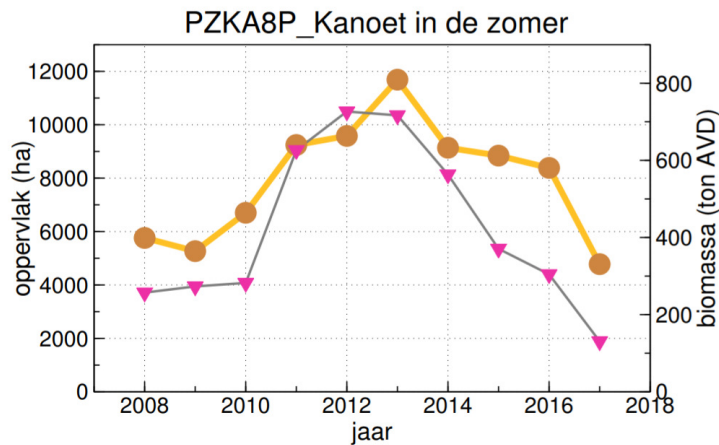
ONTWIKKELINGEN VAN DE VOGELAANTALLEN IN PINKEGAT EN ZOUTKAMPERLAAG I.R.T. DE KWALITEIT VAN DE WADPLATEN ALS FOERAGEERGEBIED.

Zoals hierboven toegelicht zijn er voor drie vogelsoorten proxies die redelijk nauwkeurig voorspellen voor hoeveel van een soort er foerageergelegenheid is. Voor de andere soorten kunnen we niet op basis van vogelverspreiding aangeven wat de betere proxie is en beperken we ons tot de meest eenvoudige berekeningen: 1) het oppervlak waarop een minimale voedselopname haalbaar is en 2) de totale hoeveelheid oogstbaar voedsel.

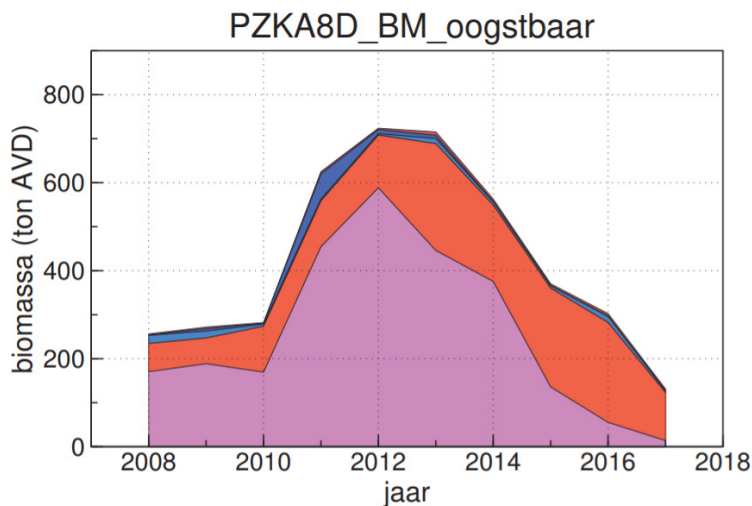
In Ens *et al.* (2018) worden de trends in vogelaantallen voor 13 soorten vogels besproken a.d.h.v. een beslisschema. De resultaten daarvan zijn samengevat in tabel 9.2 van dat rapport. Twee van de onderzochte soorten komen door het beslisschema heen, wat inhoudt dat een effect van bodemdaling door gaswinning niet op voorhand kon worden

uitgesloten. Het betreft hier de Kluut (in de nazomer) en de Kanoet. De resultaten voor respectievelijk Kanoet en Kluut zijn weergegeven in figuur 21 en 19. Ens *et al.* (2018) vinden dit resultaat discussiewaardig en zetten daarom vraagtekens bij dit resultaat in de tabel. Het gaat om de volgende discussiepunten.

De trends in de proxiewaarden worden veroorzaakt door onderliggende trends in de prooisorten. In figuur 20 is duidelijk te zien dat de afname in de oogstbare biomassa sinds 2014 veroorzaakt wordt door een afname van het Wadslakje. Deze trend correleert niet met het verloop van de bodemdaling in het gebied.



Figuur 19: Verloop van twee proxies voor de Kanoet in de zomer. De groene lijn toont het geschikt oppervlak en de paarse lijn de oogstbare biomassa.



Figuur 20: het verloop van het onderliggende "dieet" voor de proxy "de oogstbare biomassa" voor de Kanoet in de zomer. Wadslakjes:

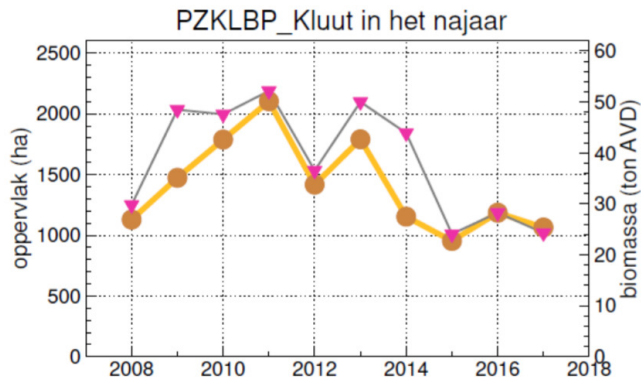


- garnaal (*Crangon crangon*)
- kokkel (*Cerastoderma edule*)
- strandkrab (*Carcinus maenas*)
- nonnetje (*Limecola balthica*)
- wadslakje (*Hydrobia ulvae*)

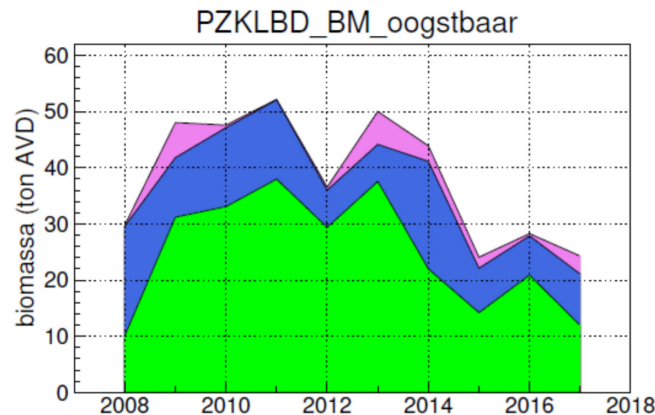
Een dergelijk fluctuatie in het voorkomen van het Wadslakje is geen uitzondering in het Waddengebied. Dekker en Waasdorp (2008) rapporteren vergelijkbare en soms kortstondigere fluctuaties in deze soort. Zowel de sterke toename van het wadslakje voor 2012 als de afname na 2012 worden dan ook niet beschouwd als een effect van bodemdaling door gaswinning.

In vergelijking met voorgaande jaren zien we een plotselinge afname van een aantal soorten zoals het Nonnetje en klein formaat Strandkrabben. Hierdoor lijkt de draagkracht

voor de Kanoet plotseling gedecimeerd te zijn tot een niveau dat zelfs lager ligt van in 2008. In het dieet van bijvoorbeeld de Steenloper is dat effect minder sterk aanwezig, wat temaken heeft met verschillen in foerageergebied en veronderstelde dieetsamenstelling van de vogelsoorten.



Figuur 21: Verloop van twee proxies voor de Kluut in het najaar. De groene lijn toont het geschikt oppervlak en de paarse lijn de oogstbare biomassa.



Figuur 22: het verloop van het onderliggende "dieet" voor de proxy "de oogstbare biomassa" voor de Kluut in het najaar.

Groen is de Wapenworm

Blauw is de Veelkleurige zeeduizendpoot

Paars is de Draadworm

Voor de Kluut is de afname in de oogstbare biomassa of in de omvang van een geschikt areaal om te foerageren het effect van een afname in de Wapenworm (*Scoloplos armiger*). Er is sprake van een afname vanaf 2013. De worm is nu terug op het niveau dat in 2008 werd vastgesteld. In figuur 22 is te zien dat het veronderstelde dieet voor de Kluut niet erg uitgebreid is. Aangezien Kluten ook wel foerageren in zoet- en brakwater, is het denkbaar dat dit dieet in werkelijkheid uitgebreider is. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de Dollard, waar de Kluten ondermeer op *H. Succinea* foerageren of het foerageren op muggelarven in het Lauwersmeergebied (Kleefstra *et al.* 2018).

De ontwikkeling van de aantallen Kluten in het gebied Pinkegat-Zoutkemperlaag is dus negatiever dan in andere delen van de Waddenzee. Opvallend is dat in de analyses van het aangrenzende Lauwersmeergebied de Kluut als broedvogel ook een lichte daling laten zien. Het lage broedsucces van Kluten in het Lauwersmeergebied wordt geweid aan een hoge predatiedruk door vossen (Kleefstra *et al.* 2018).

Tevens worden in andere delen van het Waddengebied maatregelen genomen om de situatie voor de Kluut te verbeteren. De afname van de Kluut op de hoogwatervluchtplaatsen grenzend aan het Waddengebied zullen deels in verband staan met de ontwikkeling van deze soort in het aangrenzende Lauwersmeergebied. Vooralnog

wordt de ontwikkeling van deze soort in Pinkegat en Zoutkamperlaag niet als een effect van bodemdaling door gaswinning gezien.

EEN PROXIE VOOR DRAAGKRACHT ONTWIKKELEN, WANNEER IS DAT KLAAR?.

Draagkracht is in het kader van deze monitoring teruggebracht naar een zo goed mogelijke schatting maken van de foerageerfunctie van het gebied per geslecteerde vogelsoort. Dit sluit aan bij de instandhoudingsdoelen en past in de effectketen die voor bodemdaling onder de Waddenzee is opgesteld.

Met als doel per vogelsoort tot een goede proxie te komen, is de afgelopen twee jaar een sterke focus komen te liggen op de validatie van de proxies. Dit heeft geholpen om ze te verbeteren en voor een aantal soorten zijn we zo ver gekomen dat de proxiewaarde van het gebied het aantal vogels op een hoogwatervluchtplaats kan voorspellen. Voor vogelsoorten waarvoor dit niet het geval is, zijn de proxie-berekeningen nog steeds een goed gekwantificeerde maat voor de kwaliteit van het foerageergebied. De proxiewaarde blijft dan echter wel relatief. Voorafgaand aan de ontwikkeling van WADMAP in 2012 werd niet verondersteld dat vogelaantallen op hoogwatervluchtplaatsen zouden correleren met de kwaliteit van het nabijgelegen wad. Als dat zo was geweest, hadden we aan vogeltellingen immers genoeg gehad.

Het temporele verloop van de proxies en de daaronder liggende trend in de voornaamste voedselbronnen helpen begrijpen of een afname van de draagkracht van het wad een rol kan hebben gespeeld in de ontwikkelingen van de vogelaantallen. Of dat omgekeerd ook zo werkt is echter maar de vraag. Het kan immers zijn dat een afname van de proxie voor draagkracht eerst beneden een bepaald niveau moet komen voordat dit een effect heeft op de vogelaantallen.

5 De kwelder Peazemerlannen

ALS KWELDERS TIJDENS HOGE TIJEN OVERSTROMEN BLIJFT ER SEDIMENT ACHTER. HIERDOOR KUNNEN ZE MEEGROEIEN MET EEN STIJGENDE ZEESPIEGEL OF MET BODEMDALING DOOR GASWINNING. DIT MEEGROEIVERMOGEN IS ECHTER LAGER DAN DAT VAN DE WADPLATEN.

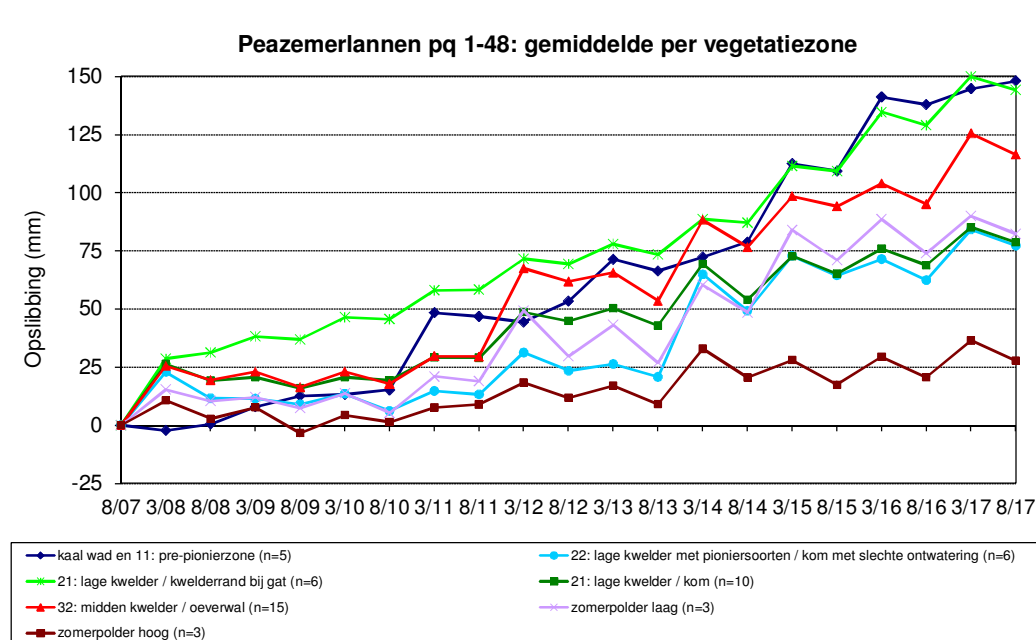
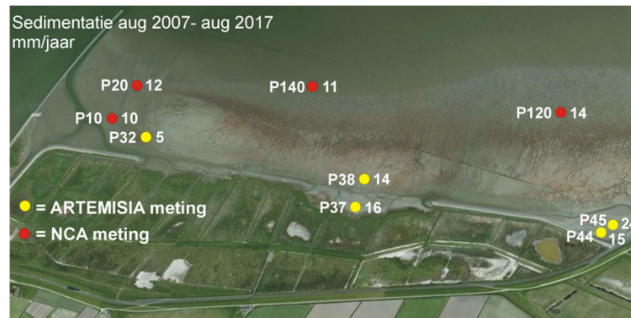
De kwelder en zomerpolder van de Peazemerlannen staan onder invloed van diepe bodemdaling door productie uit de gasvelden Moddergat en Nes. De bodemdalingsnelheid onder de kwelder ligt tussen de 3 en 4 millimeter per jaar. De uiteindelijke diepe bodemdaling in 2035 zal naar verwachting zo'n 8 tot 10 centimeter bedragen. Aan het maaiveld wordt minder invloed van diepe bodemdaling verwacht omdat de kwelder opslibt. Opslibbing vindt plaats wanneer een kwelder overstroomt. Opslibbing is het hoogst op delen van kwelders die dichtbij de sedimentbron (wad of kreek) liggen. Dit betreft daarom vaak delen die laaggelegen zijn en daardoor het meest overspoeld worden en oeverwallen. In jonge kwelders worden soms hoge opslibbingsnelheden gemeten (Pethick, 1981; Dijkema *et al.* 2007). Naar mate de kwelders ouder en hoger worden neemt de opslibbing af. De gerapporteerde sedimentatiesnelheden in oudere delen van kwelders variëren van 2 tot 7 millimeter per jaar (Frostick & McCave, 1979; Esselink *et al.*, 1998). In zomerpolders, omgeven door een zomerkade, waardoor ze slechts tijdens zeer hoge tijden overspoeld worden, is de opslibbing lager en kan de maaiveldhoogte zelfs afnemen door klink.

Van Duin (2018) schrijft dat een opslibbing van ca. 5,3 millimeter per jaar voldoende is om het effect van zeespiegelstijging en bodemdaling door gaswinning te compenseren. Op de Peazemerlannen voert hij sinds 2007 sedimentatiemetingen uit. Dit gebeurt aan de hand van de zgn. SEB-metingen (Sedimentatie-Erosie Balk) die op 48 meetpunten verspreid over wad (pre-pionierzone), kwelder en zomerpolder worden uitgevoerd. Tijdens stormen kan het voorkomen dat een grote hoeveelheid slib die zich op het wad heeft verzameld naar de kwelder wordt verplaatst. De sterke toename van de maaiveldhoogte die vaak tussen augustus en maart wordt waargenomen is een voorbeeld van dit fenomeen (Fig. 24).

Ook op het aan de kwelder grenzende wad worden sedimentatiemetingen uitgevoerd. Dit doet het Natuurcentrum Ameland (NCA) op basis van spijkermetingen (Krol, 2018). In het overgangsgebied tussen wad en kwelder worden zowel spijkermetingen als SEB-metingen uitgevoerd. Deze parallelle metingen laten zien dat de verschillende methodes vergelijkbare resultaten opleveren (Tab. 6).

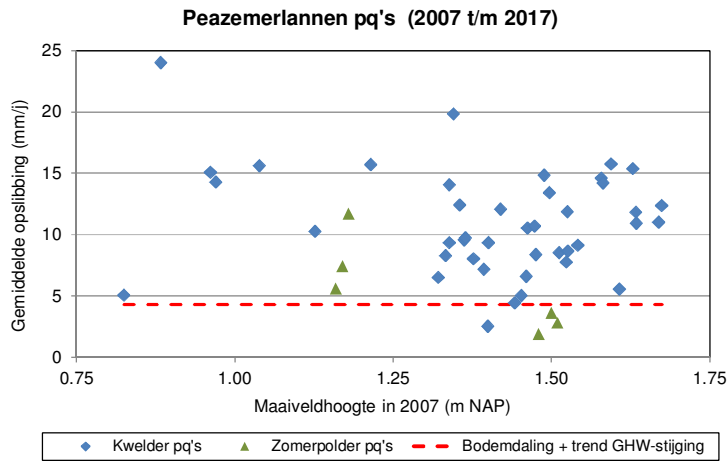
Tabel 6: Vergelijking van de sedimentatiemetingen van NCA en Artemisia op de overgang van kwelder naar wad. Er zijn drie groepjes onderscheiden van drie redelijk dicht bij elkaar liggende punten. Zie ook de figuur (23) naast de tabel.

Meetpunt/Station	aug 2007-aug 2017 (mm/j)
P10 (NCA)	10
P20 (NCA)	12
P32 (Artemisia)	5
P140 (NCA)	11
P37 (Artemisia)	16
P38 (Artemisia)	14
P120 (NCA)	14
P44 (Artemisia)	15
P45 (Artemisia)	24
Gemiddeld	13



Figuur 24: Gemiddelde cumulatieve maaiveldhoogteverandering in millimeter per vegetatiezone (met SALT97 code) en zomerpolder op basis van SEB-metingen in de Peazemerlannen van augustus 2007-augustus 2017. (Dit is figuur 3.1 uit Van Duin, 2018).

Gedurende de periode 2007-2017 is de gemiddelde maaiveldhoogte is op bijna alle meetpunten in de Peazemerlannen toegenomen (Fig. 25). De opslibbingsnelheid in de verschillende vegetatiezones van de kwelder varieerde tussen de 8 en 15 millimeter per jaar (Fig. 24). In de zomerpolder lag deze opslibbing lager (3 tot 8 millimeter per jaar). Van Duin (2018) gaat voor het betreffende gebied en periode uit van een gemiddelde bodemdaling van 3,3 millimeter per jaar en een toename van gemiddeld hoogwater (gemeten bij Lauwersoog) van 1 millimeter per jaar. Net als in voorgaande jaren wordt op slechts vier punten vastgesteld dat je niet meegroeien met de bodemdaling en zeespiegelstijging (Fig. 25). Het zijn dezelfde punten als in eerdere jaarrapportages. Drie van deze punten liggen in de zomerpolder, één op het wad. Twee van de punten liggen in of vlakbij een poel (afwisselend verweking en uitdroging) en één ver weg van het wad en de sediment-aanvoerende geulen.

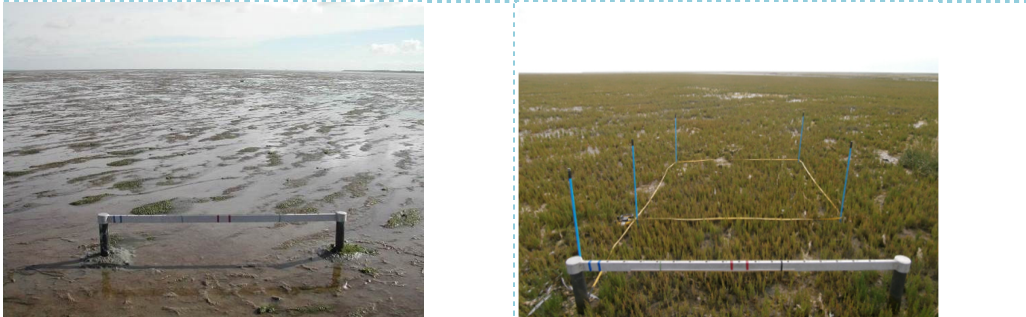


Figuur 25: Gemiddelde maaiveldhoogteverandering per kwelder-PQ over de periode 2007-2016 in de Peazemerlannen. De rode stippellijn geeft de gemiddelde jaarlijkse bodemdaling over de periode 2007 t/m 2016 van 3,3 mm/j (NAM, 2017) + de trend in GHW-stijging van 2 mm berekend voor de Waddenzee over de periode 1960 t/m 2016 (Dit is figuur 3.2 uit Van Duin, 2018).

In deze kweldermonitoring worden ook referentiegebieden meegenomen. Dit zijn delen van de Groningerkwelder die niet onder invloed staan van bodemdaling. In deze kwelders is de afgelopen jaren steeds meer vee ingeschaard. Dit heeft tot vertrapping van de bodem en vegetatie geleid. Hierdoor verschilt de ontwikkeling in de referentiegebied behoorlijk van de Peazemerlannen en valt de meerwaarde van vier van de vijf referentiegebieden in dit onderzoek te betwijfelen. Volgend jaar wordt het gehele monitoringprogramma geëvalueerd en zal besloten worden hoe we in de toekomst met de referentiegebieden omgaan. Hierin zal ook het geplande beheer voor de Peazemerlannen worden meegewogen.

DE VEGETATIE VAN DE PEAZEMERLANNEN HEEFT ZICH SINDE DE START VAN DE GASWINNING IN STERKE MATE ZEEWAARDS UITGEBREID. HET ONTSTAAN VAN EEN PRE-PIONIERZONE IS GEEN GEVOLG VAN BODEMDALING.

De ontwikkeling van de vegetatie op de kwelder wordt gemeten in vierkante meetvakken. Zogenaamde permanente kwadraten (PQ's); (Fig.26). Los van de recente uitbreiding van de pionierzone (Fig. 26) is de vegetatie van de Peazemerlannen hoofdzakelijk stabiel of aan successie/veroudering onderhevig. Dit blijkt ook uit de vegetatieopnames die in 2017 zijn uitgevoerd.



Figuur 26: Ontwikkeling (pre-)pionierzone met voornamelijk Zeekraal en (sporadisch) Engels slijkgras bij PQ 38. Foto richting spuisluisen Lauwersoog van Sedimentatie-ErosieBalk en vegetatie-PQ in 2007 (links) en in 2016 (rechts). Dit is figuur 3.4 uit Van Duin (2018).

In 2017 bleek dat de vegetatie in 25 PQ's gelijk was gebleven aan het voorgaande jaar. In 18 PQ's is successie opgetreden en in twee PQ's een lichte regressie. Dit zijn beide PQ's die op de grens van lage kwelder en pionierzone liggen. De oorzaak van deze lichte regressie ligt, net als in eerdere jaren, vooral in het feit dat er een vrij sterke uitbreiding van Engels slijkgras heeft plaatsgevonden, die voor een klein deel ten koste is gegaan van Gewoon

kweldergras, maar vooral ten koste van onbegroeide delen. In dat opzicht is dus eigenlijk sprake van successie, maar voor het vegetatietype betekend het regressie. Deze uitbreiding van Engels slijkgras is niet het gevolg van bodemdaling of verminderde drainage.

Figuur 26 illustreert de zeewaardse ontwikkeling van de kwelder zoals die de afgelopen jaren is geobserveerd. Dit sluit aan bij de sedimentatie die op de voorliggende wadplaat is gemeten (Fig. 23). Deze dynamische ontwikkelingen compenseren ruimschoots de invloed van bodemdaling door gaswinning. In de toekomst zal er waarschijnlijk ook erosie en regressie worden gemeten. De kans bestaat dat de beheerder in het gebied zal ingrijpen om de natuurlijke dynamiek er te vergroten. Hierbij wordt gedacht aan beweiding van de kwelder en meer invloed van de zee in de zomerpolder. Zoals van Duin (2018) schrijft is begonnen met het plaatsen en uitlezen van diepteloggers in het gebied. Mede met als doel het effect van zo'n beheeringreep in het gebied te kunnen kwantificeren.

6 Lauwersmeergebied

HET LAUWERSMEERGEBIED IS SINDS DE AFSLUITING VAN DE WADDENZEE HAAR ESTUARIENE KARAKTER KWIJFT GERAAKT. MOMENTEEL IS ER EEN ZOGENAAMDE RIETPROEF GEPLAND WAARBIJ EEN AANGEPAST PEILBEHEER TOT NIEUW WATERRIET MOET LEIDEN. DEZE PROEF IS ECHTER UITGESTELD.

Het Lauwersmeergebied is een waterrijk natuurgebied dat in 1969 is ontstaan door afsluiting van de Lauwerszee. Met de afsluiting van de Waddenzee verdween de getijdenstroming in het gebied en nam de invloed van zout zeewater snel af. Omdat er minder water door de geulen stroomde, waren de wadplaten en schorren onderhevig aan erosie en werden de geulen ondieper. Om te voorkomen dat de platen zouden verdwijnen zijn de plaatranden op verschillende plekken verstevigd door er stenen te storten. 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 zout grondwater. Ook is op een aantal plekken in het gebied bos aangeplant. Het huidige beheer is erop gericht het landschap open te houden en de instandhoudingsdoelen na te streven. Dit beheer bestaat voornamelijk uit begrazing door vee en uit maaien. Een meer natuurlijk fluctuerend waterpeil zou goed zijn voor de rietontwikkeling in het gebied. Plannen hiervoor stuiten echter op veel weerstand bij huizenbezitters en agrariërs in de directe omgeving van het meer.

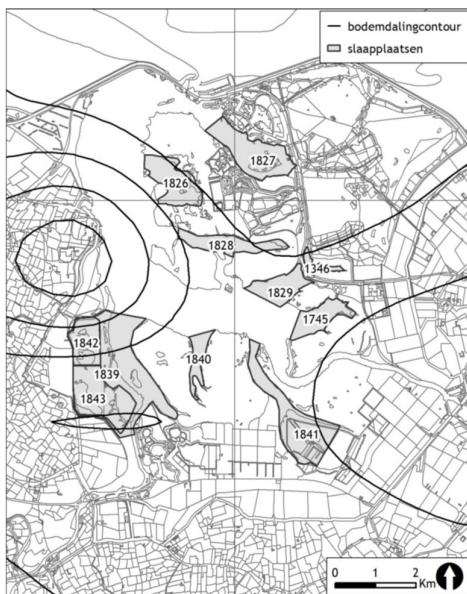
6.1 Monitoring van de beleid- / beheerdoelen voor het Lauwersmeergebied

DE MONITORING IN HET LAUWERSMEERGEBIED FOCUST OP DE FUNCTIES DIE HET GEBIED VERVULT VOOR BESCHERMDE VOGELSOORTEN: BROEDEN, RUSTEN EN FOERAGEREN.

In het Aanwijzingsbesluit voor het Lauwersmeergebied wordt uitgelegd dat dit gebied enkel is aangewezen in het kader van de 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. Deze selectie resulteert in een aantal broed- en niet-broedvogels waarvoor effecten nader bestudeerd zullen worden. Per vogelsoort is vastgesteld welke functie van het Lauwersmeergebied het meest belangrijk is. De gedachte daarachter is dat als die gebiedfunctie achteruit zou gaan als gevolg van bodemdaling door gaswinning, dat een effect zou kunnen hebben op de populatieomvang van de soort in het gebied. Deze functies kunnen worden samengevat als foerageren, broeden en slapen/rusten. Dit jaar is de mogelijke invloed van bodemdaling op deze functies in zogenaamde effectketens visueel weergegeven (Kleefstra et al. 2018). In deze monitoring wordt de meeste aandacht besteed aan de relatie tussen de vegetatiestructuur en het gebiedgebruik door broedvogels. Om de ontwikkelingen in de vegetatiestructuur beter te begrijpen en de effecten van bodemdaling daarop te kunnen analyseren wordt de vegetatieontwikkeling in 100 PQ's (Permanente Quadraten) jaarlijks bestudeerd. Bij deze PQ's zijn peilbuizen geplaatst waarin veranderingen in het grondwaterniveau worden gemonitord.

In de bovenstaande alinea wordt uitgelegd dat er een soortselectie heeft plaatsgevonden. Per geselecteerde vogelsoort is aangegeven wat voor type habitat voor deze soort van belang is om te broeden, te rusten of te foerageren. Voorbeelden zijn “grazige vegetatie” of “zeer ondiep water”, etc. Deze habitats vormen daarmee de voornaamste afgeleides (proxies) voor draagkracht voor deze soorten in dit gebied. Wat betreft de vegetatie, worden deze habitats vertaald naar vegetatiestructuurtypes. De vegetatie(structuur) wordt gemonitord, zodat veranderingen in de vegetatie aan veranderingen in vogelaantallen kunnen worden gekoppeld. Een lastig punt is dat een deel van de geselecteerde soorten in te lage aantallen in het gebied wordt aangetroffen om die koppeling te maken. Daarom maken Kleefstra *et al.* (2018) gebruik van zogenaamde gidssoorten. Voor deze gidssoorten kon een negatief effect van bodemdaling door gaswinning op voorhand worden uitgesloten maar hun verspreiding wordt in analyses gebruikt om te onderzoeken of de gekarteerde vegetatiestructuur goed correleert met de verspreiding van de soort. De door Sovon toegepaste analyses beschouwen het relatieve belang van verschillende variabelen, zoals de vegetatiestructuurtypen en de mate van beheer, voor de verspreiding van de soorten of hun territoria in het Lauwersmeergebied.

Voor de functie slapen/rusten zijn in het Lauwersmeergebied slaapplaatsstellingen uitgevoerd (Fig. 27). Deze slaapplaatsen zijn gebieden die gekenmerkt worden door zeer ondiep water. De tellingen zijn uitgevoerd in de periode 2007-2012. In Kleefstra *et al.* (2018) wordt geanalyseerd in hoeverre het meerpeil, het Waddenzeepeil en het waterpeil in de Ezumakeeg van invloed zijn op het gebruik van de verschillende rust/slaap-gebieden.



Figuur 27: Gebieden waar slaapplaatsen voor ganzen, zwanen, steltlopers en sterns zijn gemonitord. Gebiednummers: 1839 (Ezumakeeg), 1827 (Nieuwe Robbengat), 1828 (Oude Robbengat), 1829 en 1326 (Vlinderbalg) en 1841 (Kollumerwaard) betreffen de slaapplaatsen van ganzen en zwanen. Gebiednummers 1842 (Ezumakeeg-noord) en 1843 (Ezumakeeg-zuid) betreffen slaapplaatsen van alleen steltlopers en sterns. Gepubliceerd in Roodbergen et al. (2012).

Tenslotte wordt er gekeken naar het gebruik van het gebied door foeragerende roofvogels. Dit wordt in relatie gebracht met de verspreiding van muizen als belangrijkste voedselbron. Het idee hierachter is dat, wanneer door bodemdaling vernatting optreedt, de muizen hun verspreiding en abundantie daarop aanpassen.



Figuur 28: Een hoog meerpeil tijdens de monitoring van de verspreiding van muizen als voedselbrond voor roofvogels in het Lauwersmeergebied. Deze foto is genomen op 6 oktober 2017 door N. Beemster (Kleefstra *et al.* 2018).

6.2 Bodemdaling in het Lauwersmeergebied

DE BODEMDALING IN HET LAUWERSMEEREBIED SINDE 2006 BEPERKT ZICH TOT ENKELE CENTIMETERS.

De bodemdaling door gaswinning in het Lauwersmeergebied wordt veroorzaakt door compactie van een aantal kleinere gasvelden. Naast de velden Moddergat, Nes en Anjum zijn ook de velden Munnekezijl, Houwerzijl, Kollumnoord, Ezumazijl, Vierhuizen en de Lauwersoogvelden van invloed (Fig. 2). Toch bedraagt de bodemdaling in het gebied sinds 2006 slechts enkele centimeters (zie figuur 6). De bodemdaling als gevolg van de gaswinning uit het Anjum-veld heeft sinds 2006 geleid tot een daling van ca. 5 cm onder de Ezumakeeg en een deel van de Bantswal. In de rest van het gebied bedraagt de bodemdaling over die periode 0-4 centimeter.

Op verschillende plekken in het Lauwersmeergebied zijn palen geïnstalleerd om erosie en/of sedimentatie te meten. Dit zijn de zogenaamde SEB-metingen. Op de Rug en de Zuidelijke Lob zijn de meetopstellingen helaas beschadigd door vee. In tegenstelling tot wat verwacht werd, wordt in een aantal SEB-metingen verhoging van de bodem waargenomen. Dit lijkt het gevolg van verlanding door riet.

6.3 Ontwikkeling plantensoorten in Permanente Quadraten (PQ's)

VERSPREID OVER HET LAUWERSMEEREBIED WORDEN VEGETATIEOPNAMES GEDAAN IN PQ's. VERANDERINGEN OP SOORTNIVEAU ZIJN INDICATIEF VOOR TOEKOMSTIGE VERANDERINGEN IN DE VEGETATIESTRUCTUUR EN ZIJN BOVENDIEN TE ONDERZOEKEN A.D.H.V. ABIOTISCHE INVLOEDEN ZOALS BODEMDALING DOOR GASWINNING.

Verspreid over het Lauwersmeergebied liggen 102 PQ's. Deze liggen op raaien (Fig. 30) over de lobben en platen van het gebied. Langs de raaien zijn bij een aantal PQ's ook peilbuizen geplaatst waarin de grondwaterhoogte en -chemie wordt bepaald. Op die wijze is een koppeling tussen PQ-gegevens en veranderende standplaatsfactoren mogelijk. Het doel van de metingen is enerzijds veranderingen in de vegetatie te bestuderen die indicatief zijn voor toekomstige veranderingen in de vegetatiestructuur. Anderzijds willen we deze veranderingen in de vegetatie verklaren a.d.h.v. o.a. standplaatsfactoren en bodemdaling door gaswinning.

De verwachting is dat grote veranderingen binnen de PQ's zullen correleren met veranderingen in vegetatiestructuurtypen. Kleine veranderingen kunnen, indien trendmatig, wijzen op toekomstige verschuivingen tussen structuurtypen. In 2017 zijn gegevens van de PQ-reeksen specifiek geanalyseerd op veranderingen in soorten en soortgroepen die indicatief zijn voor veranderingen in vegetatiestructuur:

Uit de ontwikkeling van de vegetatie in het Lauwersmeergebied wordt geconcludeerd dat slechts enkele PQ's in 2017 een andere vegetatiestructuur lieten zien dan op de kaart van 2015. De meeste van deze PQ's weken vorig jaar ook al af. Voor slechts één PQ gold dat Kruipwilgvegetatie was overgegaan in een Grazige vegetatie. Verder wordt de vegetatieontwikkeling geëvalueerd door naar indicatoren te kijken:

- Veranderingen in rietvegetaties
- Veranderingen in de verticale structuur in rietvegetaties
- Veranderingen in de bedekking door struweel en bos
- Veranderingen in pioniervegetatie

Op basis van de deze genoemde indicatoren zijn tevens veranderingen in drie abiotische eigenschappen bepaald. Dit zijn de ontzilting, verzuring en vernatting. Iedere PQ-locatie is beoordeeld op trendmatige veranderingen.

Veranderingen in de rietvegetatie worden uitgelegd als een effect van beheer. In deelgebieden waar geen begrazing wordt toegepast neemt het aandeel riet lokaal toe. Daar waar riet afneemt noemen Kleestra *et al.* (2018) de jaarrond-begrazing als belangrijkste oorzaak. Naast riet, beïnvloedt begrazing ook het struweel. Vorig jaar rapporteerde Bijkerk *et al.* (2017) dat de kernen van struweel gebieden dichtgroeien en dat de randen van die struweelgebieden juist opener werden. Deze observatie is ook dit jaar bevestigd.

De verandering in de pioniervegetatie en het aandeel kale grond neemt op een aantal plaatsen in het gebied af. Dit wordt grotendeels veroorzaakt door een afname van het aandeel kale grond. Ook maken enkele pioniersoorten plaats voor een zilte soort zoals de Zilte rus (Fig. 29). De Zilte rus neemt ook in andere delen van het gebied toe. Bijvoorbeeld op de Zuidelijke lob, waar deze toename indicatief kan zijn voor verzilting. Omdat het deels om begroeiing van overwegend kale grond gaat, lijkt Zilte rus zich meer als pioniersoort dan als zoutindicator te gedragen (Kleefstra *et al.* 2018).

Het meest voor de hand liggende effect van bodemdaling op de vegetatie is vernatting. Uit de PQ's is geen trend af te leiden die wijst op vernatting van het gebied. Dit blijkt ook niet uit het onderzoek naar de ontwikkeling van de grondwaterstanden in de peilbuizen. De tot dusver waargenomen veranderingen in het grondwater zijn het effect van de mate van neerslag en verdamping en correleren niet met de ruimtelijke verdeling van de bodemdaling in het gebied.



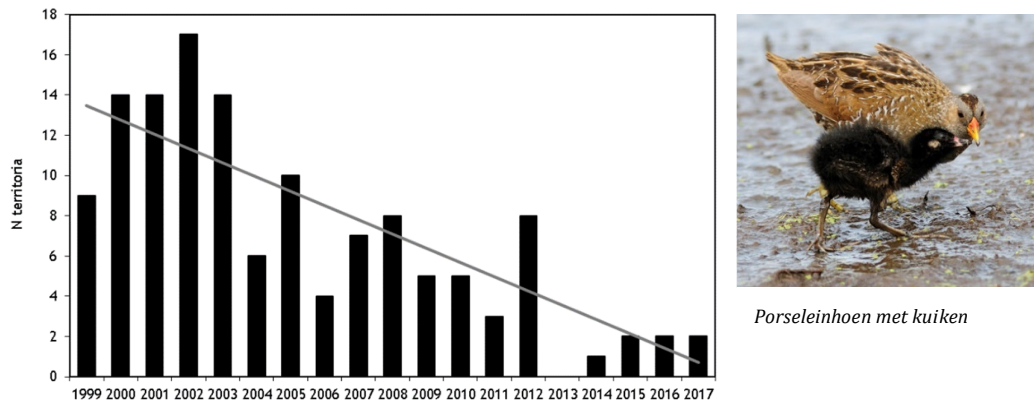
Figuur 29: Zilte rus in het lauwersmeergebied.

6.4 Trends in vogelaantallen en gebiedfuncties

DE TRENDS IN VOGELAANTALLEN SUGGEREREN DAT HET SLECHT GESTELD IS MET DE STAAT VAN INSTANDHOUDING VAN HET LAUWERSMEERGEBIED. VERANDERINGEN IN DE ZOGENOEMDE GEBIEDFUNCTIES HEBBEN EEN EFFECT OP DE DRAAGKRACHT VAN HET GEBIED VOOR BESCHERMDE VOGELSOORTEN.

Een deel van de geobserveerde ontwikkelingen in vegetatiestructuur heeft een zichtbaar effect op de vogelpopulaties. De trends in de vogelaantallen suggereren dat het slecht gaat met de staat van instandhouding van het Lauwersmeergebied: voor de Natura 2000-doelsoorten waarvoor het gebied als broedgebied is aangewezen, geldt dat alleen voor de Blauwborst en de Snor de instandhoudingsdoelen worden gehaald. Een belangrijk voorbeeld is de afname van enkele aan riet geassocieerde broedvogels zoals de Roerdomp, Bruine Kiekendief en het Porseleinhoen (Fig. 30). Deze soorten zijn broedend nu vrijwel alleen nog te vinden in gebiedsdelen zonder begrazing. Roerdomp en Porseleinhoen broeden in gebieden die speciaal worden ingericht voor moerasontwikkeling (Kleefstra *et al.* 2018).

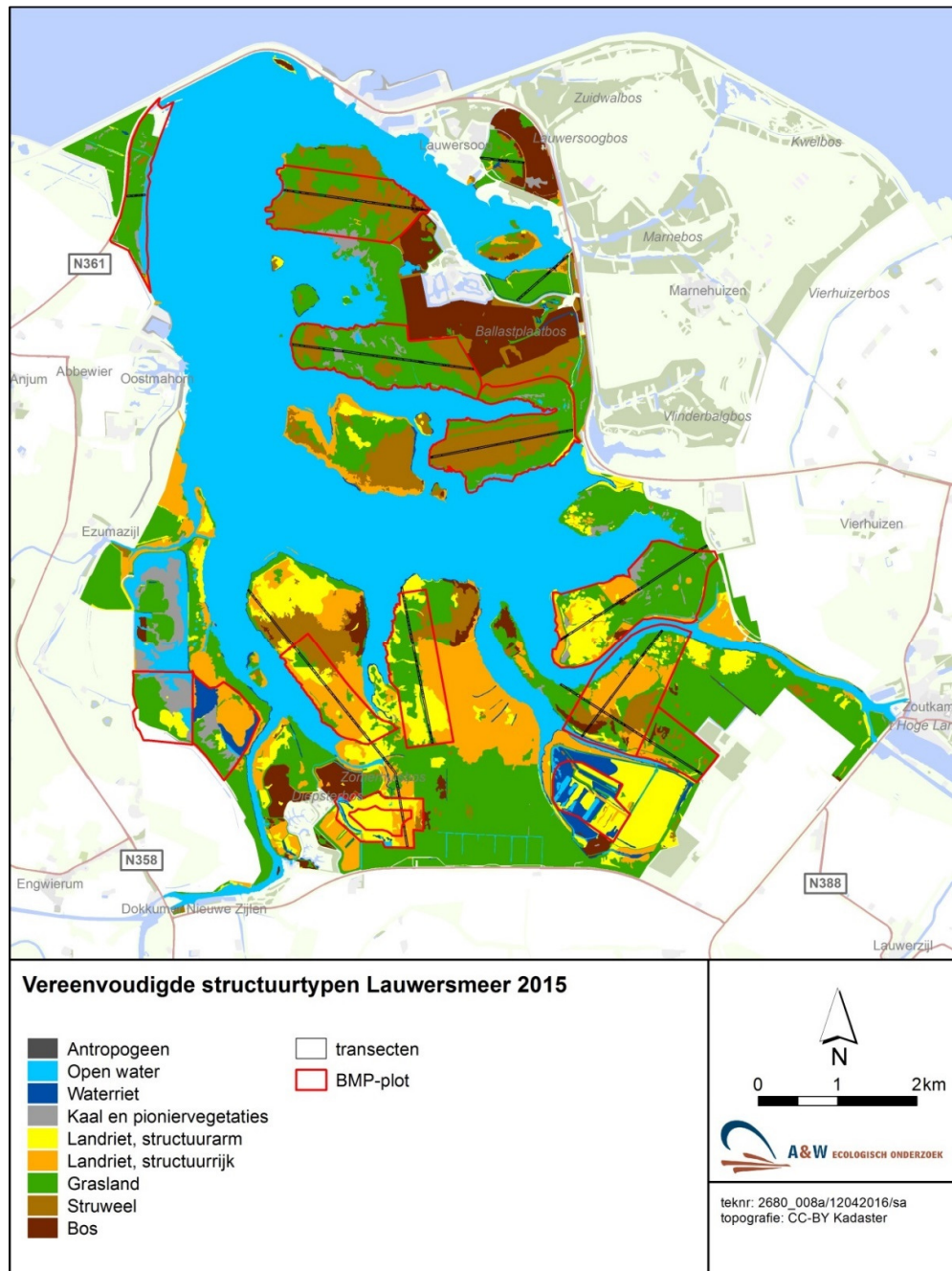
Naast de invloed van veranderingen in vegetatiestructuur door beweiding en verruiging, heeft de vos waarschijnlijk een effect op de Bruine Kiekendief en de Kluut. De Bruine Kiekendief heeft een groot areaal, hoge kwaliteit landriet nodig om zijn nest effectief te verstoppen. Voor de Kluut zouden specifieke maatregelen moeten worden genomen om het Lauwersmeer weer aantrekkelijk te maken als broedgebied.



Figuur 30: Aantallen territoria van het Porseleinhoen in de periode 1999-2017. Deze figuur is afkomstig uit Kleefstra *et al.* (2018).

Broedfunctie

De meest recente, vlakdekkende vegetatiestructuurkaart stamt uit 2015 (Fig. 31). Het is de bedoeling deze kaart iedere 3 jaar te produceren. In 2017 is er dus geen nieuwe, vlakdekkende vegetatiestructuurkaart gemaakt. Deze staat voor 2018 in de planning. Dit jaar is de ontwikkeling in vegetatiestructuur enkel op basis van de PQ-monitoring bekeken. Daarnaast heeft, op basis van vegetatiestructuur een soort validatie plaatsgevonden. Dit is gedaan door de verspreiding van de territoria van gidssoorten aan vegetatiestructuurtypen te correleren. Deze correlatie verklaart gemiddeld zo'n 60% van de variatie in de verspreiding van de territoria. Dit houdt in dat de vegetatiestructuur in sterke mate sturend is voor de aanwezigheid van broedvogelsoorten. Het volgen van specifieke vegetatiestructuurelementen in de tijd is dan ook een goede manier om de ontwikkeling van de draagkracht van het gebied voor broedvogels te monitoren.



Figuur 31: kaart van het Lauwersmeergebied met daarop in kleur een vereenvoudigde weergave van de vegetatiestructuurtypen (2015). Deze kaart is gebaseerd op stereoscopische luchtfoto-interpretatie en veldwerk. Ook is de begrenzing van de BMP-plots weergegeven evenals de locaties van de transecten. Dit is figuur 8 uit Kleefstra et al. 2017.

Slaapplaatsfunctie

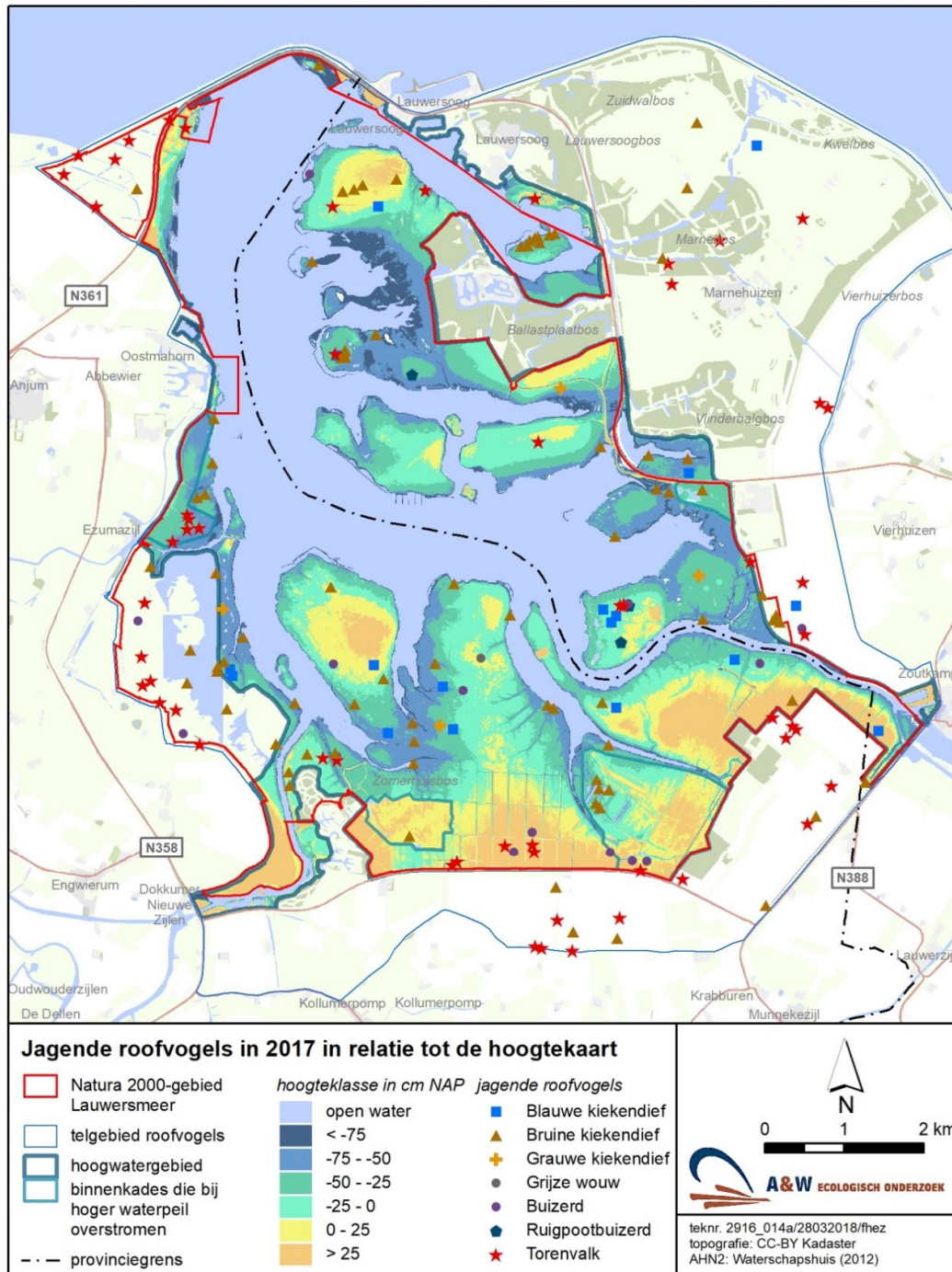
Om te begrijpen of en in hoeverre bodemdaling door gaswinning invloed kan hebben op de slaapplaatsfunctie in het Lauwersmeergebied is deze functie dit jaar geanalyseerd. Dit is gedaan door geobserveerde aantallen slapende vogels (per soort) te tellen en deze te correleren aan verschillende waterpeilen. Het betrof het meerpeil, het waterpeil in deelgebied de Ezumakeeg en het waterpeil in de Waddenzee. Deze analyse heeft tot de volgende inzichten geleid.

Een aantal soorten slaapt in het Lauwersmeergebied wanneer de waterstanden op het wad (getij) te hoog worden. De wadplaten liggen dan onder water en er kan niet gefoerageerd worden. Deze soorten gebruiken het lauwersmeergebied dus als hoogwatervluchtplaats. Denk hierbij aan de Wulp, Zwarte Ruit, Bontbekplevier, Kluut, etc. In hoeverre de vogels van de slaapplekken in het Lauwersmeer gebruik kunnen maken hangt in een bepaalde mate af van het meerpeil. Wordt het meerpeil te hoog dan wijken soorten uit naar de Ezumakeeg, dat een eigen peilbeheer kent. Met name voor de Wulp en Bontbekplevier kwam dit uit de analyses. De Ezumakeeg speelt dus een belangrijke rol in dit geheel. Voor soorten zoals de Grutto en de Brandgans is de Ezumakeeg als slaapplek sowieso van groot belang. Soorten die een voordeel hebben bij een hoger meerpeil zijn de ganzen.

De onderzoekers concluderen dat inzicht in de relatie tussen de waterdiepte en de waterpeilen voor zowel de slaapplekken in het Lauwersmeer als de Ezumakeeg kan helpen om tot meer causale relaties tussen vogelaantallen en waterpeilen te komen. Sterke correlaties zouden gebruikt kunnen worden om veranderingen in waterdiepte, bijvoorbeeld als gevolg van bodemdaling, op vogelaantallen te voorspellen.

Foerageerfunctie

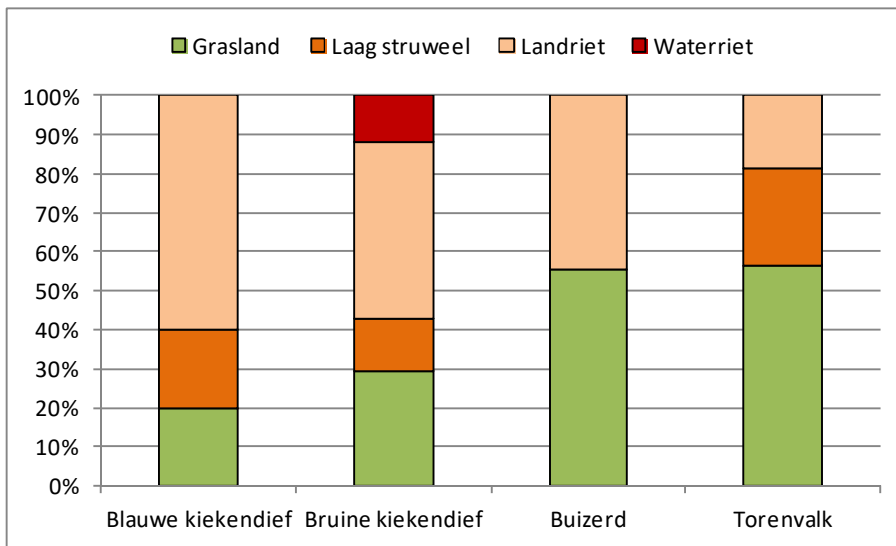
Deze functie wordt onderzocht voor een aantal beschermde roofvogels. Voor de Grauwe en Bruine Kiekendief wordt verwacht dat een hoog voedselaanbod ook in belangrijke mate van invloed is op de draagkracht voor de soort als broedvogel. In dat kader wordt de variatie in de muizenpopulatie (voedselbron) onderzocht en gerelateerd aan de verspreiding van de roofvogelsoorten. Met name de veldmuis is als prooi-soort in het gebied van belang. Figuur 32 toont de verspreiding van foeragerende roofvogels in het Lauwersmeergebied.



Figuur 32: De verspreiding van jagende muizenetende roofvogels in het Lauwersmeer in de periode november 2016 - oktober 2017 in relatie tot maaiveldhoogte. De hoogtekkaart is alleen weergegeven voor het hoogwatergebied.

Wat in de bovenstaande figuur opvalt is dat de Torenvalk hoofdzakelijk op de hogere delen van de platen foerageert. Dat geldt in sterke mate ook voor de Buizerd. De lagere delen van de platen zijn met name belangrijk voor de verschillende Kiekendieven. Deze verdeling is procentueel weergegeven in Kleefstra *et al.* (2018; fig 9.10). Dat is ook terug te zien in de verdeling van de verschillende roofvogels boven verschillende vegetatietypen (Fig. 33/34). De Kiekendieven hebben een sterkere voorkeur voor de rietvegetaties en een

minder sterke voorkeur voor de graslanden. Hier kunnen ze ondermeer profiteren van muizen die tijdens innundatie van de platen beschikbaar komen.



Figuur 33 De verdeling van jagende muizenetende roofvogels in relatie tot vegetatiestructuurtype binnen het hoogwatergebied in het Lauwersmeer in de periode november 2016 tot oktober 2017. Verschillende vegetatiestructuurtypen zijn daartoe samengevoegd. Dit is figuur 9.12 uit Kleefstra *et al.* (2018).

Het is misschien niet verwonderlijk dat de prooidieren, de muizen, niet dezelfde voorkeuren hebben als de roofvogels. Met name een wat hogere vegetatie met voldoende bedekking is voor de muizen van belang. Na de muizenplaag in noord-Friesland in 2014 is de muizenpopulatie in 2016 afgenomen. 2017 vormde weer een beter muizenjaar. Dit was ook in het Lauwersmeergebied het geval.

Volgens de effectketen in Kleefstra *et al.* (2018) loopt een mogelijk effect van bodemdaling door gaswinning via twee routes. In de eerste plaats kan overstrooming van platen, die anders droog zouden blijven, een effect hebben op de muizenaantallen. In de tweede plaats kan een hogere grondwaterstand de vegetatie beïnvloeden, hetgeen leidt tot een voor muizen minder geschikt habitat. Om hier een vervolg aan te geven is het zaak het muizenhabitat/roofvogelfoerageergebied als een vegetatiestructuurtype te definiëren en te analyseren of als gevolg van bodemdaling de geschiktheid van het gebied voor muizen achteruit gaat.

7 Conclusies

UIT DE MONITORING BLIJKT DAT IN 2017 BODEMDALING DOOR GASWINNING ONDER DE WADDENZEE BINNEN TOEGESTANE GRENZEN IS GEBLEVEN. TEVENS KAN OP BASIS VAN DE ECOLOGISCHE MONITORING GECONCLUDEERD WORDEN DAT ER GEEN NADELIGE ONTWIKKELING IN BESCHERMDE NATUURWAARDEN IS VASTGESTELD.

In tabel 7 worden de beleidsdoelen uit tabel 1 van de introductie van dit rapport herhaald. Per doel wordt aangegeven in hoeverre uit de monitoring over 2017 blijkt dat er sprake is van een nadelige ontwikkeling en, indien dat zo is, een mogelijke koppeling met bodemdaling door gaswinning. Ook wordt beschouwd in hoeverre aan de eis in het Rijksprojectbesluit voor gaswinning onder de Waddenzee wordt voldaan.

Tabel 7: Conclusies ten aanzien van de invloed van bodemdaling door gaswinning op de beleidsdoelen waar middels het monitoringprogramma aan getoetst wordt. Dit zijn de hoofdconclusies voor 2018.

Beleidsdoel	Conclusie
Meegroeivermogen Waddenzee: <i>Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschreiden of dreigen te overschreiden</i>	Conform het Meet- & Regelprotocol is aangetoond dat de berekende gemiddelde bodemdalingsnelheid, in cumulatie met de vastgestelde snelheid van zeespiegelstijging, het vastgestelde meegroeivermogen voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag niet overschrijdt of dreigen te overschrijden (Fig. 7 en 8). Hiermee is voldaan aan de voorwaarde voor gaswinning onder de Waddenzee zoals die geformuleerd is in het Rijksprojectbesluit.
Waddenzee (wadplaten): <i>Behoud oppervlakte (en verbetering kwaliteit) slik- en zandplaten.</i>	Het totale, op basis van LiDAR gemeten, wadoppervlak tussen 0 cm en +160 cm t.o.v. NAP lijkt sinds de start van de metingen in 2010 te zijn afgenomen (Fig. 15). Nadere data-analyse toont een verband aan met de hoogte van laagwater tijdens de dataverzameling. Een rol voor de windenergie uit westelijke richting ligt voor de hand maar kan, gezien de beperkte dataset, nog niet worden gekwantificeerd. De mate van de gemeten variatie in wadplaatareaal correleert niet met de bodemdaling
<i>Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen</i>	Figuur 9 laat zien dat de natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen lokaal niet beïnvloed lijken te worden door diepe bodemdaling.
Waddenzee (wadplaten): <i>Behoud van omvang en kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels</i>	Het model dat draagkracht voor op het wad foeragerende vogels berekent, is voor alle relevante Natura 2000 doelsoorten behorende vogels toegepast. In de zoektocht naar de beste proxy voor draagkracht kon voor een aantal vogelsoorten tot een sterke correlatie tussen de hoogwatersverspreiding en de draagkracht van het aangrenzende wad worden gekomen. Analyse van de vogelaantallen leidt tot opvallend negatieve ontwikkelingen voor de Kanoet en de Kluut in het najaar in Pinkegat en Zoutkamperlaag. Ook de foerageermogelijkheden (proxiewaarden) vertonen de laatste jaren en dit gebied negatieve trends. Dit lijkt een direct gevolg van de afname in de Wapenworm en het Wadslakje (Fig. 20/22). Een relatie met bodemdaling door gaswinning ligt dan ook niet voor de hand.
Kwelders Waddenzee: <i>Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras</i>	De Peazemerlannen ontvangt voldoende slib om de snelheid van bodemdaling door gaswinning en zeespiegelstijging te compenseren (Fig 25). De verwachting is dat alleen de hoge kwelder op termijn achter blijft. De vegetatie is dan ook aan successie onderhevig en er ontstaat een brede pionierzone op het wad voor de kwelder (Fig. 26). Tot dusver zijn er geen effecten van bodemdaling door gaswinning geconstateerd.

Lauwersmeergebied: <i>Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels</i>	Voor het Lauwersmeergebied is vastgesteld hoe bodemdaling kan doorwerken op de belangrijkste gebiedsfuncties die voor beschermde vogelsoorten van belang zijn. Deze functies zijn vertaald naar vegetatie, voedsel voor roofvogels en ondiep water. De ontwikkelingen in de vegetatiestructuur zijn beperkt en vooral een effect van beheer (maaien en begrazing). De Zilte rus maakt op een aantal plekken een positieve ontwikkeling door. Dit is echter niet <i>per se</i> het gevolg van verzilting, maar (locaal) het effect van ontwikkeling in relatief onbegroeide delen. De slaapplaatsfunctie van het gebied is nader geanalyseerd. Hieruit blijkt dat een directe koppeling tussen waterpeil en waterdiepte op de slaapplaatslocaties van belang is om deze functie te kwantificeren en effecten van bodemdaling in te kunnen schatten. Voor de ontwikkeling van de muizenpopulatie als voedsel voor roofvogels is vooral gekeken naar de relatie met het waterpeil. Uit de analyse blijkt echter dat de vegetatiestructuur van invloed is op zowel de verspreiding van de muizen als op de foerageerfunctie voor de roofvogels. Deze relatie dient nader te worden uitgewerkt zodat deze aan de hand van de ontwikkeling in de vegetatiestructuur kan worden gemonitord. Geen van de bovengenoemde ontwikkelingen wordt door de onderzoekers gezien als een effect van bodemdaling.
---	---

8 Literatuur

Niet alle rapporten uit tabel 2 en 3 zijn in deze literatuurlijst opgenomen.

- Dijkema K. S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, P.W. van Leeuwen (2007) Monitoring van kwelders in de Waddenzee. Rapport in het kader van het WOT programma Informatievoorziening. Natuur i.o. (WOT IN). Alterra-rapport 1574 / IMARES-rapport C104/07 WOT IN serie nr. 5 Alterra, Wageningen
- Ens, Krol, van der Meer, Piening, Wijsman, Schekkerman, Rappoldt (2016) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Sovon-rapport 2016.15
- Ens, Kersten, Krol, van der Meer, Piening, Wijsman, Schekkerman, Rappoldt (2017) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Rapportage t/m monitoringjaar 2016. Sovon-rapport 2016.15
- Ens, van der Meer, Troost, van Winden, Schekkerman en Rappoldt (2018) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Rapportage t/m monitoringjaar 2017, Sovon-rapport 2018.14
- Esselink P., KS Dijkema, S Reents and Geert Hageman (1998) Vertical accretion and profile changes in abandoned man-made tidal marshes in the Dollard estuary, the Netherlands. *Journal of Coastal Research* 14 (2) 570-582
- Frostick L. E., I.N. McCavea (1979) Seasonal shifts of sediment within an estuary mediated by algal growth. *Estuarine and Coastal Marine Science* 9 (5) 569-576
- H.J. Hoeksema, H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde, J. de Vlas (1998) Bodemdalingstudie Waddenzee 20 04. RIKZ
- Kleefstra, R. & P. de Boer (2016) Broedvogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2015. Sovon-rapport 2016/40
- Kleefstra, R., P. de Boer & C. Kampichler (2017) Broed- en watervogelmonitoring in het Lauwersmeer in 2015. Sovon-rapport 2017/44
- Kleefstra R., Bakker R., Beemster N., Bijkerk W., de Boer P., Buijs R., Ens B., Kampichler C. & Stahl J. 2018. Monitoring effecten van bodemdaling op vegetatie, vogels en muizen in het Lauwersmeer in 2017. Sovon-rapport 2018/15 en A&W-

- rapport2466. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen/ Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv., Feanwâlden.
- Krol, J. (2017) Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Peasens en Schiermonnikoog 2007-2016
- Krol (2018) Wadsedimentatiemetingen Ameland, Engelsmanplaat, Peasens en Schiermonnikoog 2007- 2017
- NAM (2006) MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
- NAM (2012) Gaswinning Moddergat/Lauwersoog/Vierhuizen:Technische bijlage (bijlage 3) behorend bij het geactualiseerde Meet- en Regelprotocol d.d. 1 april 2012. EP201201210893
- NAM (2014a) Monitoringprogramma 2014 t/m 2019 in het kader van de gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. EP: 201407210103
- NAM (2017) Ensemble Based Subsidence application to the Ameland gas field – long term subsidence study part two (LTS-II) continued study. <https://nam-feitenencijfers.data-app.nl/download/rapport/b2bb2626-2cf8-4d7f-994d04a9995ebe9d?open=true>
- NAM (2018) Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2017.
- Pethick (1981) Long-term accretion rates on tidal salt marshes. Journal of sedimentary petrology 251 (2) 571-577
- Roobergen, M., R. Kleefstra, P. de Boer, L. Marx en E. van der Winden (2012) Effecten van de gaswinning bij Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen op broed- en watervogels in het Lauwersmeer.
- Schrijvershof, Wang, van den Boogaard en Visser (2018) Analyse LiDAR data voor het Friesche Zeegat (2010-2017) Monitoring effect bodemdaling door gaswinning. Deltaresrapport x
- Technische Commissie Bodemdaling (2009) Van Meting naar Daling. Bodemdaling door delfstofwinning. November 2009 <https://www.tcbb.nl/pdf/Van-Meting-naar-Daling.pdf>
- van Duin W. E. (2018) Vegetatie en opslibbing in de Peazemerlannen en het referentiegebied west-Groningen: Jaarrapport 2017. Artemisia rapport 2017-3
- Wang, Z. B. and W.D. Eysink (2005) Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. Vloedkommen van het Friesche Zeegat. WL | Delft Hydraulics Z3995
- Wang, Cleveringa en Oost (2017), Morfologische effecten bodemdaling in relatie tot gebruiksruimte. Deltaresrapport 1230937

Bijlage 1: Adviespunten Auditcommissie (december 2017) en reactie van NAM en/of de betrokken onderzoekers.

Advies	Reactie
<p>LiDAR</p> <p>De Auditcommissie vindt het belangrijk dat de geconstateerde wadplaatverlaging en afname van plaatareaal over de afgelopen jaren, de oorzaak hiervan en de eventuele consequenties op begrijpelijke wijze worden uitgelegd. De dataset van lidar-metingen over de periode 2010-2016 lijkt hiervoor een ideale basis. De Auditcommissie adviseert de minister het bovenstaande in de rapportage over meetjaar 2017 op te laten nemen om daarmee de geconstateerde afname van wadplaathoogte en van wadplaatareaal in het juiste perspectief te kunnen plaatsen.</p> <p>Beschrijf de heersende weer-, wind- en getijcondities voorafgaand aan en tijdens de opname. Motiveer hierbij in hoeverre weersinvloeden het resultaat van een opname beïnvloed kunnen hebben;</p> <ul style="list-style-type: none"> • geef in het achtergrondrapport ook een korte beschouwing over wat er precies gemeten is en of dit een versturende invloed kan hebben gehad. Denk bijvoorbeeld aan eventuele vegetatie etc.; • vermeld de uitgevoerde databewerkingstappen, bijvoorbeeld hoe gecorrigeerd is voor uitbijters (outliers); • overweeg het gebruik van de mediane hoogte of een ruimtelijk gemiddelde in plaats van het gemiddelde. Mogelijk biedt dit voordelen om tot een nog nauwkeuriger kaartbeeld te komen ten opzichte van de huidige methodiek 	<p>In 2017-2018 heeft Deltares veel aandacht besteed aan het bestuderen van variabelen die van invloed zijn op het areaal en de hoogteligging van droogvallende wadplaten. Het doel was te onderzoeken welke een dominante rol spelen in de waargenomen trends. Hierin kiest Deltares voor variabelen die van invloed kunnen zijn geweest op de metingen of op de wadplaten gedurende de periode tussen de metingen.</p> <p>Deltares worstelt met de statistische analyse van deze data. De mate van exploratie van gegevens blijft beperkt, wat opzich past bij de nog beperkte omvang van de dataset.</p> <p>De door de auditcommissie genoemde aandachtspunten zijn door Deltares overgenomen.</p>
<p>Draagkracht wadvogels</p> <p>De auditcommissie adviseert het beslisschema toe te passen en de berekende ontwikkelingen in draagkracht daar onderdeel van te laten zijn. Daarnaast heeft de auditcommissie de volgende verbetervoorstellen.</p> <p>-de in 2016 uitgevoerde gevoeligheidsanalyse komt niet terug in het SOVON-rapport. Van diverse soorten werd toen vastgesteld dat alleen zeer grote veranderingen zichtbaar zouden zijn. De Auditcommissie adviseert dit in het beslisschema (of de onderbouwing daarvan) te integreren. Waarschijnlijk vallen hierdoor meer soorten af dan die nu worden gemodelleerd. Geef in dit kader ook aan hoe in het beslismodel omgegaan zal worden met de verschillen tussen de ontwikkelde 'proxies' voor draagkracht, want niet alle 'proxies' laten een vergelijkbaar verloop in de tijd zien;</p> <p>-voeg een voorstap toe waarbij voor zover mogelijk de aantalsontwikkeling van vogelsoorten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag worden vergeleken met die in de gehele Waddenzee;</p> <p>-in het beslisschema staat in de laatste stap voor Hand aan de Kraan 'aantallen vogels' terwijl er 'draagkracht' zou moeten staan.</p>	<p>Op aangeven van de auditcommissie heeft Sovon dit jaar voor de geselecteerde groep wadvogels het beslisschema doorlopen en de resultaten daarvan in een samenvattende tabel gepresenteerd. In dit beslisschema staat de aantalsontwikkeling van vogelsoorten centraal en is een vergelijking met vogelaantallen in de gehele waddenzee opgenomen. Ook de ontwikkeling van de proxy voor draagkracht is onderdeel van het schema.</p> <p>Dit jaar is door de onderzoekers veel aandacht besteed aan de verbeteren van de representativiteit van de proxies omdat alleen gevalideerde proxies (waarvoor de berekende draagkracht correleert met vogelaantallen op hoogwatervluchtplaatsen (HVPs) en hun veronderstelde laagwaterverspreiding) vertrouwen geven dat de gekozen aanpak zinvol is. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat we ooit begonnen zijn met draagkrachtberekeningen omdat we veronderstelden dat HVP-aantallen niet gecorreleerd zouden zijn aan de foerageerkwaliteit van het nabij gelegen wad. Voor enkele soort-seizoen combinaties is echter tot interessante resultaten gekomen. Voor deze soorten is de draagkracht van het nabijgelegen wad een directe voorspeller voor de verdeling van de vogelaantallen op de HVP's. Deze proxies (en vogels) zijn dus voldoende gevoelig om de</p>

<p>-de lidaropnames uit 2014, 2015, 2016 en 2017 (opnieuw) door te laten rekenen in de proxies voor draagkracht. Laat zien hoe dit de gevoeligheid van de proxies beïnvloedt en motiveer dat de proxies voldoende gevoelig zijn;</p> <p>-alsnog voor alle relevante soorten voor het meetjaar 2016 (zie tabel 1) het beslisschema voor Hand aan de Kraan te laten doorlopen;</p> <p>-voor vogelsoorten waarbij grote aantalsveranderingen plaatsvinden, de gebruikte voedselgegevens over de bodem- en schelpdieren (SIBES en IMARES-gegevens) zichtbaar te laten rapporteren, en daarbij aangeven of andere oorzaken dan bodemdaling aan de geconstateerde afname van vogelaantallen ten grondslag zouden kunnen liggen;</p> <p>-op basis van het beslisschema conclusies over toepassing van Hand aan de Kraan te laten trekken en deze in ecologisch perspectief te laten plaatsen.</p>	<p>een afname van de draagkracht van het gebied te detecteren.</p> <p>Voor soorten waarvoor de bovenstaande correlaties zijn gevonden, wordt met die specifieke proxies gewerkt. Voor soorten waarvoor dat niet het geval is, zijn twee eenvoudige proxies toegepast.</p> <p>Voor de waargenomen trends in de proxies is vervolgens naar de trends in de onderliggende prooi-soorten gekeken (omdat hierin de hoofdoorzaak werd gevonden).</p> <p>Sovon beperkt zich tot het vergelijken van de waargenomen trends. Discussie over de trends in de onderliggende prooi-soorten wordt gevoerd in het onderhavige rapport.</p> <p>Waar men tegenaan liep, is dat er voor de interpretatie van de trends in de proxie-waarde een heel eigen beslisschema zou kunnen worden opgesteld. Nu beperkt de ecologische discussie voor de variatie in de prooi-soorten soorten zich tot fluctuaties die je van nature in het gebied voor betreffende soorten aantreft.</p>
<p>LTS</p> <p>De Auditcommissie adviseert de minister in de rapportage over meetjaar 2017 de laatste inzichten uit de LTS-studie te laten beschrijven en aan te geven in hoeverre deze in de toekomst relevant zijn voor het inschatten van de diepe bodemdaling van de waddenvelden.</p>	<p>De kennis opgedaan in de LTS studie is verwerkt en toegepast is in de Meet- en Regelrapportage en het Reservoir engineering rapport dat daaraan te grondslag ligt. Hierbij gaat het om de nieuwe inzichten in het Ameland-model. Tevens is de rekenmethode die in LTS-2 ontwikkeld is, ook op de andere gasvelden toegepast. Deze aanpak is aan SodM en TNO voorgelegd en goed ontvangen. Voor verdere implementatie van de LTS-resultaten op de andere gasvelden wordt gewacht op een studie die TNO momenteel uitvoert voor EKZ. TNO zal hierover adviseren. Dit advies wordt in 2018 verwacht.</p>
<p>Kwelder</p> <p>De Auditcommissie adviseert de minister in de rapportage over meetjaar 2017 aandacht te laten besteden aan de vraag of er in de meetnetopzet voldoende lager gelegen opnamevakken beschikbaar zijn om een eventueel effect van bodemdaling te kunnen detecteren. Immers, bij eventueel optredende bodemdaling zal een effect vooral op de lage delen van de kwelders verwacht kunnen worden.</p>	<p>Door de zeewaardse ontwikkeling van de kwelder is er reeds twee maal een zeewaardse uitbreiding van meetpuntne geweest. We denken daarom dat de laaggelegen kwelder in voldoende mate in beeld wordt gebracht. Op basis van de resultaten van 30 jaar monitoring bodemdaling Ameland, verwachten we dat bodemdaling zich vooral op de hogere delen van de kwelder manifesteert, omdat deze delen weinig sediment ontvangen en op lange termijn in onvoldoende mate meegroeien.</p>
<p>Lauwersmeer</p> <p>De Auditcommissie adviseert de minister in het rapport over het monitoringsjaar 2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> • het draagkrachtmodel voor broed- en watervogels te laten beperken tot de soorten waarvoor instandhoudingsdoelen in het Lauwersmeer gelden en waarvoor effecten kunnen optreden; • een verspreidingskaart te laten opnemen voor broedvogels en watervogels (dichtheid per deelgebied) en de aantallen per structuurtype daarbij te laten vermelden; • alsnog een beslisschema voor toepassing van Hand aan de Kraan te laten opnemen; 	<p>De door de auditcommissie voorgestelde soortselectie is nu een standaard onderdeel geworden van de rapportage.</p> <p>Sovon heeft analyses uitgevoerd om aan te kunnen geven hoeveel procent van de variatie in het voorkomen van territoria a.d.h.v. vegetatiestructuurtypen kan worden verklaard. Dit is eigenlijk een soort validatie van de structuurtypes. Vermeld moet worden dat de percentages verklaarde variatie nooit heel hoog zijn (50-60%) en gelden voor zogenaamde gidssoorten. Vergelijkbaar met de draagkracht voor wadvogels moet ook hier naar verbetering worden gezocht.</p>

<p>• op basis van het beslisschema conclusies over de Hand aan de Kraan te laten trekken en deze in ecologisch perspectief te laten plaatsen. Denk aan aantalsontwikkelingen in vergelijking met de rest van Nederland.</p> <p>De Auditcommissie adviseert de minister in het rapport over het monitoringsjaar 2017 een verklaring te laten opnemen voor de in het meetjaar 2016 waargenomen verzilting en te laten motiveren of dit een relatie met bodemdaling door gaswinning kan hebben of niet.</p>	<p>Voor de vogelaantallen in het Lauwersmeergebied wordt een vergelijkbaar beslisschema gehanteerd als voor de wadvogels. Deels is dat opgenomen in de toegepaste soortselectie (waarin ook met landelijke trends wordt vergeleken). Deels in de vergelijking met de ontwikkeling in vegetatiestructuur en de analyse daarvan op basis van de PQ en peilbuis informatie. Voor de gebiedsfuncties “foerageren” en “slapen” is dat nog beperkt. Voor deze functies zijn dit jaar analyses uitgevoerd om te kijken naar de relatie tussen deze functies en de vogelaantallen. Voor de foeragerende roofvogels kan de geschiktheid van het gebied mogelijk vertaald worden naar vegetatiestructuur. En voor slapende/rustende vogels dient de koppeling tussen meerpeil en waterdiepte voor de slaapplekken te worden vastgesteld.</p> <p>A&W is met klem gevraagd aandacht te besteden aan de veranderingen in vegetatie die indicatief kunnen zijn voor verzilting. Uit nadere inspectie blijkt dat de Zilte rus het sowieso goed doet in het Lauwersmeergebied en dat zijn uitbreiding indicatief zou kunnen zijn voor pioniersoort en niet voor verzilting. Een lokaal verziltingeffect kon echter niet worden uitgesloten. De onderzoekers zien geen trendmatige verandering die toe te schrijven zou zijn aan bodemdaling door gaswinning.</p>
--	--