

---

# Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen

## Publiekssamenvatting en Integrale Beoordeling Monitoringresultaten – Rapportagejaar 2024



**NAM** Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Documentnummer: EP202504251761

ASSEN, mei 2025

## Voorwoord

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

De resultaten en conclusies over het rapportagejaar 2024 leggen we evenals voorgaande jaren weer voor aan de ministeries van Klimaat en Groene Groei (eerder: Economische Zaken en Klimaat) en van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (eerder: Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit). Zij vragen voor de beoordeling het advies van de externe Auditcommissie Gaswinning Waddenzee (onderdeel van de Commissie voor de milieueffectrapportage (m.e.r.)).

In 2024 zijn wederom zeven studies uitgevoerd. Dit rapport bevat de publiekssamenvatting en de integrale beoordeling van deze resultaten en conclusies.

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

De conclusies over het rapportagejaar 2024 steunen ons wederom in onze werkwijze, wat betreft het ontwerp en de uitvoering van zowel de gaswinning als het ontwikkelde monitoringsprogramma. Wij blijven ons hiermee inzetten voor een veilige en verantwoorde gaswinning in het Waddengebied.

De langetermijn monitoring draagt ook onmiskenbaar bij aan kennisontwikkeling over het Waddengebied. Sinds vorig jaar vormen specifiek de LiDAR-metingen ook een belangrijke informatiebron voor het NWO WadSed-onderzoeksprogramma. Tot slot is het vermeldingswaardig dat met het huidige 18<sup>e</sup> monitoringsjaarverslag een bijna een volwaardige getijdencyclus van 18,6 jaar is gevolgd in de tijd.

Erwin Bruinewoud

Onderzoeks- en Omgevingscoördinator Waddengaswinning

Nederlandse Aardolie Maatschappij

*Deze 2024 jaarrapportage wordt opgedragen ter nagedachtenis aan Joop Marquenie; hij overleed op 29 april jl. Joop stond als mariene bioloog bij de NAM aan de wieg van het gedegen en veelomvattende monitoringsprogramma in het kader van de MLV waddengaswinning. Zijn kennis en kunde om de aardgaswinning in het Waddengebied veilig en verantwoord uit te voeren – met veel aandacht voor de natuur en de ecologie - werden alom erkend en gewaardeerd.*

## Publiekssamenvatting

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

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

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

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

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

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

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

De resultaten en conclusies over het rapportagejaar 2024 zijn vastgelegd in een zevental deelrapporten. In deze Integrale Beoordeling komen de belangrijkste uitkomsten samen. Jaarlijks worden deze rapporten voorgelegd aan de Ministers van Klimaat en Groene Groei (KGG) en van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN). De ministers vragen ieder jaar advies over de rapportages van de NAM aan de onafhankelijke wetenschappelijke Auditcommissie Gaswinning Waddenzee (onderdeel van de Commissie voor de milieueffectrapportage (m.e.r.)). Het advies van de Auditcommissie wordt jaarlijks gepubliceerd op de website van de Commissie voor de m.e.r.

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

## Bodemdaling en gebruiksruimte kombergingen



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

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

In 2024 is evenals in alle voorgaande jaren het meegroeivermogen niet overschreden. Voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag bedroeg de gemiddelde bodemdalingssnelheid (belasting) in 2024 respectievelijk 1,35 en 0,68 millimeter. De relatieve zeespiegelstijging als onderdeel van de in 2024 vigerende gebruiksruimte is vastgelegd op 3,6 millimeter per jaar.

## Areaal wadplaten – kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag



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

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

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

Het gerapporteerde plaatareaal in het Pinkegat van de Zoutkamperlaag is constant gebleven. De laatste metingen suggeren zelfs een lichte toename. De conclusie is evenals voorgaande jaren dat de ontwikkeling van het totale plaatareaal en de plaathoogte uit de LiDAR data geen directe effecten van bodemdaling door gaswinning laten zien.

Voor deelgebieden binnen de kombergingsgebieden zijn evenals in voorgaande jaren veranderingen in morfologie waar te nemen. Deze veranderingen in plaathoogte zijn eerder het gevolg van de natuurlijke dynamiek van geulen en platen en de daarbij behorende sedimenttransporten, dan dat ze op een sterke relatie met de diepe bodemdaling duiden. De morfologische dynamiek, en daardoor plaatareaal en -hoogte, wordt vooral gestuurd door een combinatie van hydrodynamische condities, zoals bijvoorbeeld getij, en meteorologische condities.

Dit jaar is specifiek aandacht besteed aan veranderingen in de droogvalduur van de wadplaten nadat dit vorig jaar uit data-analyse vanuit het draagkracht onderzoek voor wadvogels naar voren kwam. Uit nadere analyse blijkt dat de droogvaltijden in het Pinkegat en de Zouterkamperlaag over de lange termijn een cyclische variatie laten zien. Dit wordt ook waargenomen in de gehele Waddenzee. Deze variatie wordt onder andere bepaald door de astronomische 18,6 jaar cyclus. Geconcludeerd wordt dat de veranderingen worden bepaald door veranderingen in waterstand en niet door veranderingen in bodemligging.

## Beschermde vogelsoorten Waddenzee



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

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

Evenals in het vorige rapportagejaar is er in 2024 voor twee van de dertien onderzochte vogelsoorten sprake van een negatieve trend in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. De twee vogelsoorten zijn de Scholekster en de Wulp.

Voor de Scholekster geldt dat hun aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag niet verschilt met die in de rest van de Waddenzee waar geen bodemdaling als gevolg van gaswinning is. Een oorzaak hiervoor ligt wellicht in het langzame herstel van mosselbanken en de structurele afname van kokkels in de Waddenzee.

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

## Kwelder Peazemerlannen



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

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

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

Bij alle meetpunten in de kwelder wordt over de periode 2007-2024 een toename van de maaiveldhoogte gemeten. Hoewel bij een klein deel van de meetpunten de opslibbing te laag is om de bodemdaling en zeespiegelstijging te compenseren, heeft dit geen regressie van de vegetatie tot gevolg gehad.

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

De herinrichting van de Peazemerlannen is begin 2024 afgerond. Enkele voor de monitoring belangrijke aandachtspunten voor de komende jaren betreffen de kwelderbeweiding, drainage, wandelroute en verkweldering van het oostelijke deel van de zomerpolder. Er is bij de plannen door de beheerder getracht rekening te houden met de monitoring, maar effecten zijn niet geheel uit te sluiten. In overleg is besloten de maaiveldontwikkeling in de te beweiden kwelder te gaan meten, in aanvulling op de bestaande monitoring. In 2024 zijn er twee metingen uitgevoerd (april en december). Gezien de beperkte beweiding tot nu toe in het desbetreffende gebied en de relatief korte monitoringsperiode, zijn over de gedane metingen nog geen conclusies te trekken.

## Lauwersmeergebied



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

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

In het monitoringjaar 2024 zijn de ecologische verbanden tussen de hoogteligging, de inundatie, de vegetatieontwikkeling en de ontwikkeling van de geselecteerde Natura 2000-broedvogelsoorten in het licht van begrazingsbeheer en effecten van bodemdaling nader geanalyseerd. Deze analyse resulteert in onderstaande bevindingen:

- Van de dertien Natura 2000-broedvogelsoorten in het Lauwersmeer, komen er in vijf niet meer tot broeden in het Lauwersmeer. Van de overige acht soorten lagen bij Rietzanger, Snor en Blauwborst de gemiddelde aantallen over de afgelopen vijf jaar boven de instandhoudingsdoelstelling. Op basis van de periode 2020 – 2024 geldt dat aanvullend nu ook voor aantallen van de Roerdomp en de Bruine Kiekendief.
- Inundatie is zeer sterk afhankelijk van de waterstand in het Lauwersmeer. Bij vaak voorkomende waterstanden is de inundatie als gevolg van maaivelddaling beperkt tot smalle randen langs de platen. Neemt de waterstand toe, dan wordt het effect groter en ontstaan geïsoleerde eilanden. Door maaivelddaling ontstaan dergelijke eilanden iets eerder, maar als de waterstand verder stijgt is de maaivelddaling niet meer relevant. Ook zonder maaivelddaling zouden dan de eilanden zijn ontstaan. De hoge waterpeilen overtreffen met vele decimeters de relatief lage maaivelddaling (enkele centimeters).
- Maximale waterstanden en schommelingen – welke vele decimeters bedragen – in het Lauwersmeer als gevolg van weeromstandigheden en wijze van waterpeilregulatie overstijgen de opgetreden diepe bodemdaling (enkele centimeters) onder het Lauwersmeergebied.

- Een relatie tussen diepe bodemdaling en grondwaterstandverloop, ten opzichte van maaiveld, is net als in voorgaande jaren niet aanwezig. Het grondwaterstandsverloop wordt voornamelijk bepaald door neerslag en verdamping.
- Vegetatieveranderingen zijn niet te relateren aan diepe bodemdaling. Successie, begrazingsbeheer en veranderingen in het terreingebruik door grazers bepalen de structuurveranderingen. Daarnaast blijken weersinvloeden een duidelijk effect te hebben op de vegetatiesamenstelling.
- De maximale seizoens hoogwaterpeilen hebben direct invloed op de aanwezigheid van woelmuizen. Extreem hoge waterpeilen in de winter (november – februari) lijken een verband te hebben met het aantal foeragerende roofvogels in de daarop volgende zomerperiode. In de weer later volgende winterperiode is dit verband niet waar te nemen. Voor de Bruine Kiekendief lijkt het effect gering daar deze vogelsoort ook foerageert op watervogels. Als broedvogel doet de Bruine Kiekendief het de laatste jaren opvallend goed in het Lauwersmeergebied.

## Conclusie

Op basis van de onderzoeken over het rapportagejaar 2024 kan worden geconcludeerd dat:

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

## Verklarende woordenlijst bij de publiekssamenvatting

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

#### UITLEG:

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

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

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

## Integrale Beoordeling monitoringresultaten – Rapportagejaar 2024

### Introductie

Deze Integrale Beoordeling is gebaseerd op een zevental onderzoeksrapportages die in het kader van het Monitoringsprogramma 2020-2026 voor het rapportagejaar 2024 zijn opgesteld.

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

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

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

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

Het hoofdstuk *Rapportages* geeft overzichten van de relevante achtergronddocumentatie en uitgevoerde onderzoeken in het rapportagejaar 2024.

De resultaten en conclusies uit de laatste onderzoeken worden besproken in de hoofdstukken *Productiegegevens 2024*, *Monitoring Waddenzee*, *Kweldermonitoring Peazemerlannen* en *Monitoring Lauwersmeergebied*.

In het laatste hoofdstuk worden de eindconclusies gepresenteerd.

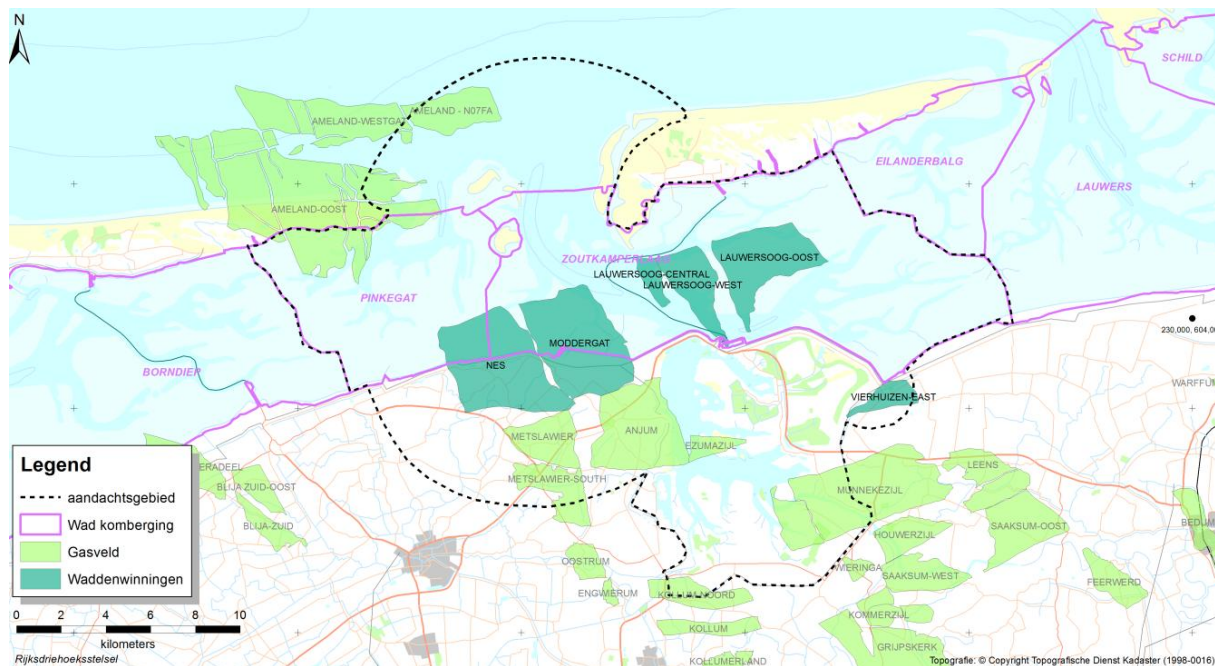
## Inhoudsopgave

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen .....                  | 1  |
| Publiekssamenvatting en Integrale Beoordeling.....                    | 1  |
| Monitoringresultaten – Rapportagejaar 2024 .....                      | 1  |
| Voorwoord .....                                                       | 2  |
| Publiekssamenvatting .....                                            | 3  |
| Verklarende woordenlijst bij de publiekssamenvatting.....             | 10 |
| Integrale Beoordeling monitoringresultaten – Rapportagejaar 2024..... | 12 |
| Inhoudsopgave .....                                                   | 13 |
| Inleiding .....                                                       | 14 |
| Rapportages .....                                                     | 29 |
| Gasproductie in 2024 .....                                            | 31 |
| Monitoring Waddenzee .....                                            | 32 |
| Bodemdaling Wadden- en Lauwersmeergebied .....                        | 32 |
| Monitoring Wadplaten areaal .....                                     | 36 |
| Vogelsoorten en kwaliteit droogvallende wadplaten .....               | 48 |
| Kweldermonitoring Peazemerlannen .....                                | 56 |
| Monitoring Lauwersmeergebied .....                                    | 64 |
| Eindconclusies .....                                                  | 71 |
| Literatuur .....                                                      | 72 |
| BIJLAGE 1 - Ontwikkeling Integraal Beslisschema .....                 | 74 |
| Colofon .....                                                         | 78 |

## Inleiding

### Gaswinning locaties Moddergat, Vierhuizen en Lauwersoog

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



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

### Bodemdaling door gaswinning

Onder het Waddengebied bevinden zich een aantal aardgasvelden. Deze 'velden' (ook wel reservoirs genoemd) bevinden zich op een diepte van ruim 3 kilometer. Het gas zit opgesloten in de poriën van een miljoenen jaren oude zandsteenlaag, welke wordt afgesloten door een ondoordringbare laag van zout en ander gesteente. De initiële gasdruk op die diepte varieert tussen de 300 en 600 bar. Door gaswinning neemt de druk in de poriën van het zandsteen af en wordt het zandsteen samengedrukt door het bovenliggende gesteente. Deze samendrukking wordt compactie genoemd.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### Toetsingskader Wet Natuurbescherming

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

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

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

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

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

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

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

### Het 'hand aan de kraan'-principe

Een vergunning onder het 'hand aan de kraan'-principe houdt in dat, op basis van monitoring, jaarlijks wordt beschouwd of aan de vergunningseisen wordt voldaan.

Voor bodemdaling door gaswinning is een specifiek toetsingskader ontwikkeld. Hierin mag de gemiddelde bodemdaling, in cumulatie met de zeespiegelstijging, niet meer bedragen dan een vastgestelde grens. Wanneer metingen en berekeningen uitwijzen dat deze grens dreigt te worden overschreden, legt de NAM de hand aan de gaskraan zodat toekomstige bodemdalingssnelheden weer binnen de toegestane marge passen. Ook de Minister van Klimaat en Groene Groei kan daartoe besluiten.

In de ecologische monitoring wordt een aantal natuurlijke kenmerken van het gebied gevolgd in de tijd. Deze kenmerken zijn zodanig gekozen dat deze zo goed als mogelijk de beschermde natuurwaarden en de daaraan gekoppelde instandhoudingsdoelen beschrijven. Deze relevante kenmerken betreffen de kenmerken die afhankelijk zijn van de hoogteligging van de wadplaten en de kwelder op het wad en van de grondwaterstanden en het meerpeil in het Lauwersmeergebied.

Wanneer uit de monitoring blijkt dat een instandhoudingsdoel een negatieve ontwikkeling doormaakt, dienen twee vragen te worden beantwoord:

1. Kan aannemelijk worden gemaakt dat er geen relatie is met bodemdaling door gaswinning?
2. Is er redelijkerwijs geen twijfel dat er geen significante gevolgen zijn voor de natuurlijke kenmerken van het Natura-2000 gebied?

De eerste vraag is de verantwoordelijkheid van de NAM. De tweede vraag is ter beoordeling van het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur. Op basis van die beoordeling kan het ministerie de NAM opdragen de gasproductie zodanig te reduceren dat de dreiging wordt weggehaald. Dit zal mogelijk gepaard gaan met een aanvullende monitorings- en/of onderzoeksinspanning.

### Het sedimentdelend systeem Waddenzee - Noordzeekustzone

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

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

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

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

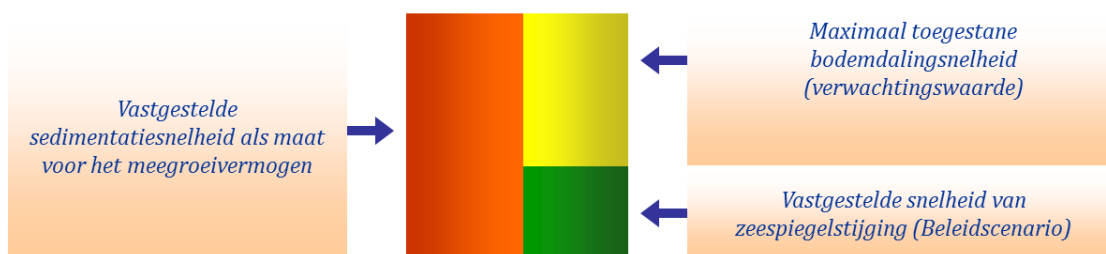
De vraag is hoe groot dat meegroeivermogen feitelijk is. Hoeveel zandhonger kan er optreden voordat de aanvoersnelheid en -capaciteit niet meer toereikend is en daardoor de droogvalduur van de wadplaten beïnvloed wordt?

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

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

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

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



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

## Ecologische monitoring

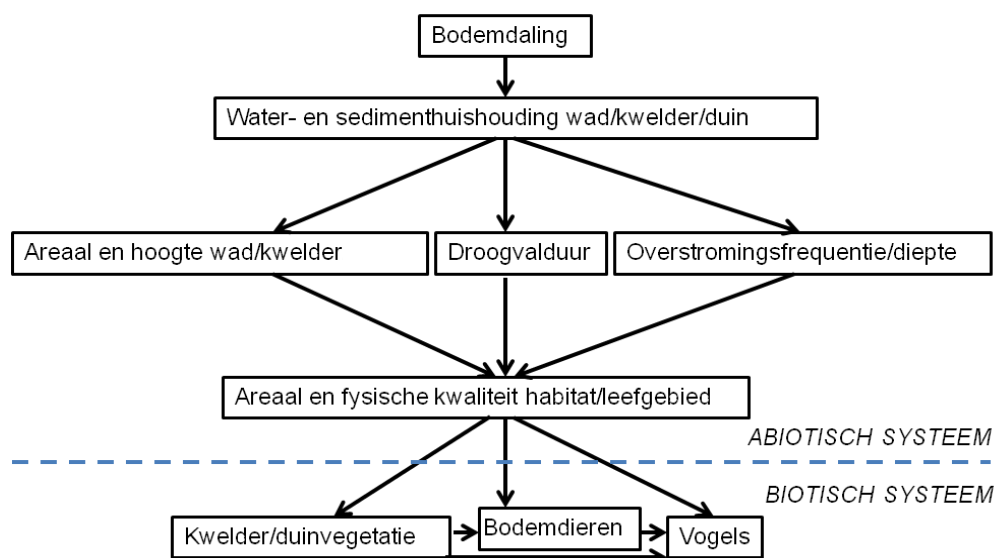
De NAM voert naast het Meet- en regelprotocol ook een Monitoringprogramma uit (NAM, 2021). In dit monitoringprogramma wordt voor de wadplaten gekeken naar de ontwikkeling van het areaal wadplaten, erosie- en sedimentatieprocessen en naar de draagkracht van het gebied voor vogels die op de wadplaten foerageren.

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

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

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

De effectketens zijn voor de onderdelen wadplaten, kwelder en Lauwersmeergebied schematisch weergegeven in Figuur 3. Analyse van de gegevens conform de effectketenbenadering vindt plaats in de rapporten van Duijns *et al.* (2025), Van Duin (2025) en Beemster *et al.* (2025). Voor de wadplaten zijn de resultaten verdeeld over meerdere rapporten en komen samen in deze integrale rapportage.



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

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

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

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

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

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

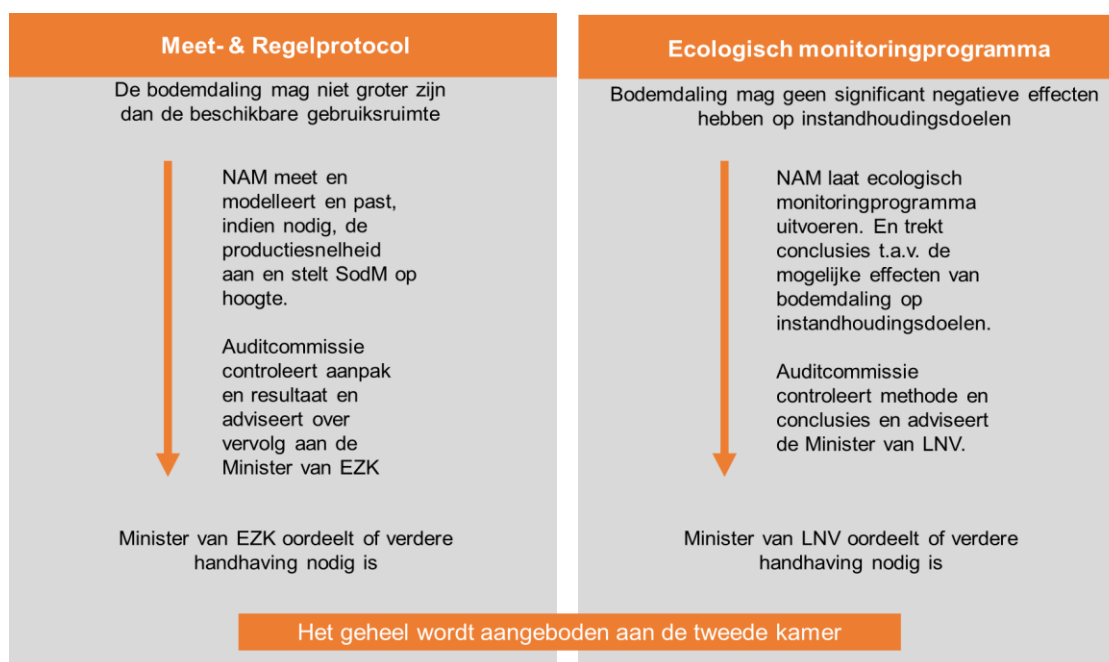
| MONITORINGONDERDEEL                                                         | RUIMTELIJKE KENMERKEN /RESOLUTIE                                        | MEETFREQUENTIE                 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------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

## Organisatiestructuur monitoring, rapportage, beoordeling

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

Het oordeel van de Auditcommissie bevat doorgaans een aantal adviezen ten aanzien van de monitoring en data-analyse. De NAM volgt deze adviezen zo accuraat mogelijk op. In de volgende paragraaf staat een overzicht van de adviezen uit 2024 over het rapportagejaar 2023. Daarbij wordt ook aangegeven hoe de NAM, in afstemming met de onderzoekers, invulling aan deze adviezen heeft gegeven in het rapportagejaar 2024.

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



Figuur 4. Organisatie- en handhavingstructuur rond monitoring en rapportage in het kader van de gaswinning onder de Waddenzee [EZK en LNV heten sinds medio 2024: KGG en LVVN].

## Opvolging Advies Auditcommissie voor rapportagejaar 2024

Tabel 3 bevat de opsomming van de adviezen van de Auditcommissie en hoe deze zijn opgevolgd in de onderzoeken en rapportages over het rapportagejaar 2024. Het gehele advies van de Auditcommissie over rapportagejaar 2023 is te vinden op de website van de Commissie voor de m.e.r.: <https://www.commissiemer.nl/adviezen/3853>.

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

| NO.                      | ADVIES VOOR 2023 RAPPORTAGES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | REACTIE / OPVOLGING                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DIEPE BODEMDALING</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1                        | De Auditcommissie adviseert om de discrepantie in geodetische metingen versus de geomechanische modelering bij Wierum gedurende het komend jaar te blijven volgen. Ga, zodra metingen van bodemdaling beschikbaar komen, na of de aangepaste parameters in de modellen inderdaad de verklaring geven voor de discrepantie.                                                                         | Dit advies is opgevolgd in de M&R rapportage 2024 – par. 2.1.9 (NAM; 2025). Parameters zijn na nieuwe observaties aangepast.                                                                                                                                                                      |
| 2                        | De Auditcommissie adviseert om in de rapportage over het meetjaar 2024 de statistische aspecten van de voorspellingen navolgbaar en transparant te documenteren en uit te leggen. Doe dit voor de statistische modellering, de aannames, de data, de keuze van de verdelingen en de manier waarop de uitkomsten worden gegenereerd. Neem hierbij ook de code in de programmeertaal R of python op. | Dit advies is opgevolgd in de M&R rapportage 2024 Bijlage F (NAM; 2025). Deze bijlage bevat een samenvattende uitleg van de confrontatie workflow tussen geodetische metingen en bodemdalingsscenario's.<br><br>De code is zeer specialistisch; op verzoek kan deze worden getoond en toegelicht. |
| <b>MORFOLOGIE</b>        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3                        | De Auditcommissie adviseert de RTK/DGPS hoogtemeting van de spijkermetingen ten opzichte van NAP binnen twee tot drie jaar te herhalen.                                                                                                                                                                                                                                                            | Dit advies is meegegeven aan Natuurcentrum Ameland om dit aspect binnen de voorgestelde termijn op te volgen.                                                                                                                                                                                     |
| 4                        | De Auditcommissie adviseert in de komende rapportage duidelijker aan te geven wat de betekenis is van de uitkomsten van de metingen aan het plaatareaal voor de vastgelegde instandhoudingsdoelen voor het oppervlak bij eb droogvallend wad (slik- en zandplaten, H1140 A getijdengebied).                                                                                                        | De opvolging van dit advies bevindt zich in deze rapportage, paragraaf “Monitoring Wadplaten areaal”.                                                                                                                                                                                             |
| 5                        | Met betrekking tot de sedimentatie op wadplaten nabij Paesens is het beter om te werken met het beleidsscenario voor de zeespiegelstijging.                                                                                                                                                                                                                                                        | Artemisia kiest er voor om consistent de GHW-waarden voor station Lauwersoog toe te passen. In 2024 bedroeg deze 3,7 mm/jr, welke nagenoeg gelijk is aan de 3,6 mm/jr uit het beleidsscenario voor 2024.                                                                                          |
| 6                        | Peasens - ref. LiDAR opnamen in NCA-rapportage - De Auditcommissie adviseert in de volgende rapportage beelden uit 2023 te gebruiken.                                                                                                                                                                                                                                                              | Dit advies is opgevolgd in Lodewijks et al. (2025); paragraaf 2.4                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7                        | Lauwersmeer - De Auditcommissie adviseert om het verloop in oppervlaktewaterpeilen nauwkeurig te volgen, eventueel ruimtelijk gedifferentieerd vanwege de sterke opwaaiing die kan optreden.                                                                                                                                                                                                       | Aan deze rapportage is het verloop van het waterpeil toegevoegd – zie Figuur 27. Voor de komende monitoringsperiode zal de focus op dit onderwerp worden vergroot en met het waterschap Noorderzijlvest de wijze van informatie-aanlevering en de interpretatie hiervan worden afgestemd.         |

| NO. | ADVIES VOOR 2023 RAPPORTAGES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | REACTIE / OPVOLGING                                                                                                       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8   | Lauwersmeer; correctie AHN4 - De Auditcommissie adviseert dit in de volgende rapportage zo goed mogelijk te corrigeren en anders de terreindelen met dominantie van riet buiten beschouwing te laten, waar het de LiDAR-maaiveldhoogten betreft. Ref. Lauwersmeer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Dit advies is opgevolgd in Kleefstra et al. (2025); Hoofdstuk 3                                                           |
| 9   | <p>Droogvalduur - De Auditcommissie adviseert een nadere analyse te maken en daarbij:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zoveel mogelijk gebruik te maken van synoptische data voor de bodemligging van wadplaten. Doe dit bijvoorbeeld door LiDAR metingen te combineren met vaklodingen uit hetzelfde jaar. Mogelijk komen eind 2024/begin 2025 reeds nieuwe vaklodingen beschikbaar.</li> <li>▪ De procedure rond de interpolatie van gemeten waterstanden nader tegen het licht te houden. Besteed daarbij specifieke aandacht voor het mogelijke effect van de 18,6-jarige astronomische cyclus in het getij, de mogelijke effecten van faseverschillen in het getij en/of andere factoren die van invloed zijn op de interpolatieprocedure.</li> <li>▪ De invloed van windvelden op lokale waterstanden nader te bepalen op zowel de schaal van seizoenen als ook voor de gehele monitoringperiode van 2008-2023/24.</li> <li>▪ Geef aan, op basis van dit onderzoek, in hoeverre er mogelijke consequenties zijn voor het monitoringprogramma.</li> </ul>                                       | Dit advies is opgevolgd in Gawehn (2025); Hoofdstuk 6                                                                     |
| 10  | <p>De Auditcommissie acht het van belang om de ontwikkelingen in korrelgrootte goed te volgen. In geval van toekomstige analyses geeft de Auditcommissie de volgende aanbevelingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Maak een helder onderscheid tussen diepe bodemdaling door onder andere gaswinning en de dynamiek van het oppervlak van de wadplaten. Dit laatste is vooral een gevolg van erosie en sedimentatie, naast compactie en consolidatie van sediment. De LiDAR-opnamen en spijkermetingen geven hiervoor voldoende input.</li> <li>▪ Betrek in het onderzoek nadrukkelijk de dynamiek van de wadplaten op basis van de jaarlijks beschikbare LiDAR-opnamen. Deze tonen een patroon van migrerende platen en geulen onder invloed van wisselende hydro-meteorologische condities. Hierbij ondergaat het wadoppervlak variaties die een factor 100 tot 1000 groter kunnen zijn dan de diepe bodemdaling.</li> <li>▪ Analyseer de effecten van de oppervlakedynamiek op de grootte en verdeling van schuifspanningen en daarmee de korrelgrootteverdeling van het sediment en</li> </ul> | Dit advies is in bespreking met het NIOZ en Deltares hoe hier de komende monitoringsperiode nader invulling aan te geven. |

| NO.      | ADVIES VOOR 2023 RAPPORTAGES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | REACTIE / OPVOLGING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <p>vergelijk dit met het effect van diepe bodemdaling.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maak zoveel mogelijk gebruik van synoptische informatie over de jaarlijkse sediment-monsters en morfologie.</li> <li>Breng vanuit de ketenbenadering (zie Figuur 2) naast bodemdaling door gaswinning ook alle andere mogelijke verklaringen voor een verandering in sedimentsamenstelling in beeld. Een verandering in korrelgrootte kan ontstaan door lokale erosie- en sedimentatieprocessen maar ook een gevolg zijn van de aanvoer en beschikbaarheid van bepaalde sedimentfracties. Dit speelt bijvoorbeeld in gebieden waar intensief sediment wordt gebaggerd en verspreid, zoals ten westen van het Pinkegat (vaargeul Ameland).</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ECOLOGIE |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 11       | De Auditcommissie adviseert het beslisschema te gebruiken om de hoofdvraag, “is er wel of geen meetbaar effect vastgesteld”, te beantwoorden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Dit advies is opgevolgd in Duijns et al. (2025); het beslisschema is vervangen door een matrix waarin de uitkomst is: “is er wel of geen meetbaar effect vastgesteld”.                                                                                                                                                                               |
| 12       | De Auditcommissie adviseert in de volgende rapportage de beslisschema's in overeenstemming te brengen met de hoofdvraag. Werk in het integratierapport een integraal beslisschema uit, zodat conclusies van de deelonderwerpen met elkaar in verband worden gebracht.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Op basis van dit advies is een ‘conceptueel’ Integraal Beslisschema opgesteld en een ‘eerste’ doorloop uitgevoerd.<br>In de 2024 rapportage worden – vanwege de consistentie en herkenbaarheid - de vigerende beslisschema's nog toegepast. Het is aan de 2024 beoordeling door de Auditcommissie ter overweging hoe verder te gaan met de schema's. |
| 13       | Peazemerlannen - De Auditcommissie adviseert de vegetatiemonitoring voort te zetten. Geef op basis van de extra meetpunten -indien al mogelijk- in de rapportage over 2024 een eerste duiding van de resultaten. Doe dit voor de veranderingen die de natuurinrichtingsmaatregelen en beheeraanpassingen bewerkstelligen in opslibbing en vegetatieontwikkeling. Verdisconteer deze in de langjarige reeks van metingen in de Peazemerlannen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | In 2024 zijn de eerste aanvullende metingen in de Peazemerlannen uitgevoerd; zie rapportage van Van Duin et al. (2025). Hierin staat beschreven dat over de gedane metingen nog geen conclusies te trekken zijn gezien de beperkte beweiding tot nu toe en de relatief korte monitoringsperiode.                                                     |
| 14       | Lauwersmeer - De Auditcommissie adviseert om (de effecten van) veranderend waterbeheer, onder andere door peilregime, ontzilting en verzilting op hoofdlijnen te blijven volgen. Om zeker te blijven stellen dat vegetatie en beschermde vogels geen negatieve effecten ondervinden door diepe bodemdaling, adviseert ze de daarbij komende ontwikkelingen door waterbeheer op hoofdlijnen in beeld gebracht en geëvalueerd worden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Het waterschap Noorderzijlvest geeft aan dat het zoutwatermeetnet in 2025 wordt aangelegd en in 2026 de eerste data te verkrijgen zijn.</p> <p>De onderzoeken met betrekking tot de implementatie van de beoogde zoet-zoutgradient in het Lauwersmeer zullen nog zeker tot 2028 duren. Uitvoering volgt nog later.</p>                            |

## Ontwikkelingen 2024 – relevant voor de monitoring in het Waddengebied

### Zeespiegelstijging en toekomstige scenario's

In 2023 heeft de staatssecretaris van Economische Zaken en Klimaat het adviescollege Zeespiegelstijging nader uitgebreid met leden en expertisegebieden. In januari 2024 heeft dit college een advies uitgebracht over een aangepast beleids- en richtscenario, respectievelijk voor de periode en 2024-2029 en na 2029. Dit advies is op 25 april 2024 overgenomen in een nieuw Gebruiksruimtebesluit dat met terugwerkende kracht per 1 januari 2024 is ingaan.

In het beleidsscenario neemt de zeespiegelstijgingssnelheid toe van 3,60 [3,10-4,20] mm/jaar in 2024 tot 3,85 [3,35-4,45] mm/jaar in 2029. Voor de zeespiegelstijgingssnelheid in het richtscenario wordt een toename voorzien van 3,85 [3,35-4,45] mm/jaar in 2029 tot 6,8 [5,0-10,8] mm/jaar in 2050.

### Ontwikkeling Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven (PAWOZ)

Het *Programma Aansluiting Wind op Zee - Eemshaven* (PAWOZ) beoogt niet alleen het aan land brengen - middels kabels - van elektriciteit gegenereerd door windmolenparken ten noorden van de Waddeneilanden, maar ook het transport van op zee gegenereerde waterstof als energiedrager van opgewekte elektriciteit. Hierbij zijn zowel het Pinkegat (via Oost Ameland) als wel de Zoutkamperlaag (via het Friesche zeegat) in beeld als opties voor een traject voor een waterstoftransportleiding. Begin 2025 zijn de MER-rapportages gepubliceerd en aan het publiek voorgelegd ter inzagelegging. In hoeverre deze opties ook gerealiseerd gaan worden, is in dit stadium nog niet bekend.

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

### Ontwikkeling gasveld Ternaard – NAM project

Een mogelijke nieuwe ontwikkeling met grote overlap in het monitoringsgebied is een productieboring door de NAM naar het gasveld Ternaard. Een klein deel van dit gasveld ligt onder land. Het grootste deel ligt onder de Waddenzee; onder het kombergingsgebied Pinkegat. In 2019 heeft de NAM een winningsplan ingediend om het gasveld Ternaard te kunnen produceren. In 2021 heeft het toenmalige ministerie van EZK een ontwerp-instemmingsbesluit gepubliceerd. Tot op heden wacht de NAM op het definitieve besluit.

## Beoordelingssystematiek 'hand aan de kraan'-principe

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

### Model Effectketen Waddenzee (wadplaten en kwelders)

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

### Model Effectketen Lauwersmeer

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

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

## TE HANTEREN BESLISSCHEMA BESCHERMDE SOORTEN

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

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

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

## TE HANTEREN BESLISSCHEMA BESCHERMDE HABITATS

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

Tabel 5. Beslisschema beschermde habitats.

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

## Rapportages

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

Tabel 6. Overzicht relevante onderzoeken; meer rapportages zijn te vinden op [www.nam.nl](http://www.nam.nl) en [www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl).

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

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

In Tabel 7 staan de rapporten die in 2025 met betrekking tot het monitoringsjaar 2024 beschikbaar zijn gekomen.

Tabel 7. Rapportages monitoringsjaar 2024 (De LTS rapportages zijn beschikbaar op de NAM website [www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html](http://www.nam.nl/gas-en-oliewinning/wadden.html)).

| MONITORINGONDERDEEL                                                    | ORGANISATIE                                                 | RAPPORTAGE                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Waddenzee</b>                                                       |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Diepe bodemdaling                                                      | NAM                                                         | Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2023.<br>NAM rapport EP202501249317 (2025)                                                                                                                                                     |
| Hoogteligging/arealen en sedimentatie-erosie van wadplaten             | Field                                                       | Waddenzee - LiDAR acquisition for 2024 (2025)<br>Field-report 43000                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                        | Deltares                                                    | M. Gawehn (2025)<br>Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2024)                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                        | Natuur Centrum Ameland                                      | J.G. Lodewijks, L. Saathof, J. Krol (2025)<br>Sedimentatie monitoring van droogvallend wad in de Waddenzee onder Ameland - 2024                                                                                                                                                                             |
| Voedselbeschikbaarheid en -bereikbaarheid voor wadvogels               | SOVON<br>NIOZ<br>Wageningen<br>Marine Research<br>Ecocurves | S. Duijns, K. Troost, E. van Winden, , K. Rappoldt, J. Nienhuis, H. Schekkerman E.O. Folmer (2025)<br>Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - Rapportage t/m monitoringjaar 2024. SOVON-rapport 2025/32                              |
| <b>Kwelder</b>                                                         |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sedimentatie en vegetatie-ontwikkeling                                 | Artemisia                                                   | W. van Duin, J. Krol (2025)<br>Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en referentiegebieden - Jaarrapport 2024. Artemisierapport 2025-01                                                                                                                                                                    |
| <b>Lauwersmeer</b>                                                     |                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Vogelaantallen, vegetatie-ontwikkeling en draagkracht voor doelsoorten | SOVON<br>Altenburg&<br>Wymenga<br>Buijs                     | R. Kleefstra, N. Beemster, W. Bijkerk, M. Bekkema, W. Bil, P. de Boer, R. Buijs, W. van Manen, , D. Hoekstra, R. Vernderbos, J. Stahl (2025)<br>Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie, muizen en vogels in het Lauwersmeer in 2024.   SOVON-rapport 2025/39   A&W rapport 24-165 |

## Gasproductie in 2024



Een overzicht van de cumulatieve gasproductie per veld tot en met 31 december 2024, alsmede de geplande en actuele productie in het jaar 2024, wordt in Tabel 8 weergegeven.

De totale gasproductie uit de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen in 2024 bedroeg 526 miljoen Nm<sup>3</sup>. Dat is lager dan de geplande hoeveelheid in het winningsplan voor het productiejaar 2024. Het veld Vierhuizen-Oost heeft evenals in voorgaande jaren door technische problemen niet geproduceerd. Hetzelfde geldt voor de put in het veld Lauwersoog-Oost. Er wordt onderzocht hoe productie uit deze velden hervat kan worden.

Tabel 8. Productie per gasveld tot en met 31/12/2024. Aantallen in 10<sup>6</sup> Nm<sup>3</sup>.

| Veldnaam        | Cumulatieve productie<br>Waddengasvelden<br>t/m 2024 | Geplande productie<br>in 2024<br>(volgens winningsplan*) | Actuele productie<br>in 2024 |
|-----------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------|
| Nes             | 12.899                                               | 441                                                      | 308                          |
| Moddergat       | 5.377                                                | 97                                                       | 149                          |
| Lauwersoog-C    | 148                                                  | 3                                                        | 2                            |
| Lauwersoog-West | 1.918                                                | 43                                                       | 67                           |
| Lauwersoog-Oost | 2.415                                                | 52                                                       | 0                            |
| Vierhuizen-Oost | 1.628                                                | 0                                                        | 0                            |
| <b>Totaal</b>   | <b>24.385</b>                                        | <b>636</b>                                               | <b>526</b>                   |

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

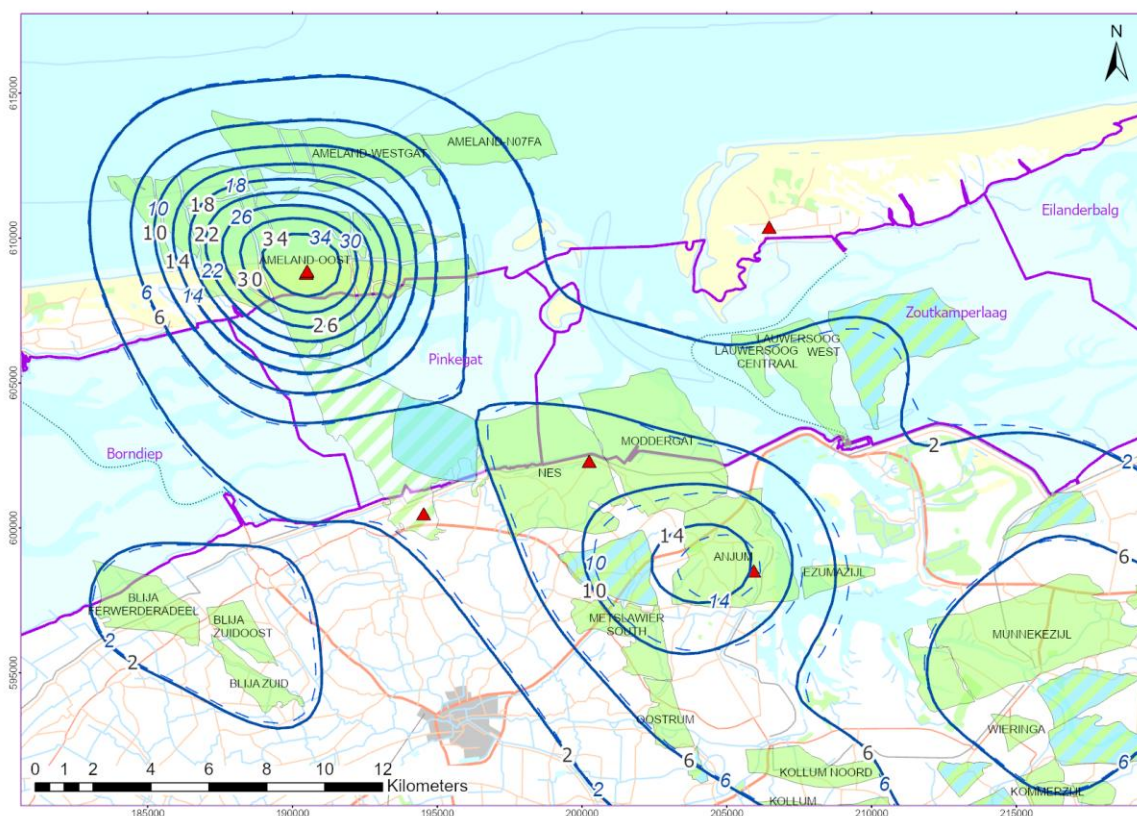
## Monitoring Waddenzee

### Bodemdaling Wadden- en Lauwersmeergebied

In het NAM-rapport (2025) *'Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2024'* worden de resultaten en conclusies besproken van de 2024 Meet- en regelcyclus volgens het geldende Meet- en regelprotocol.

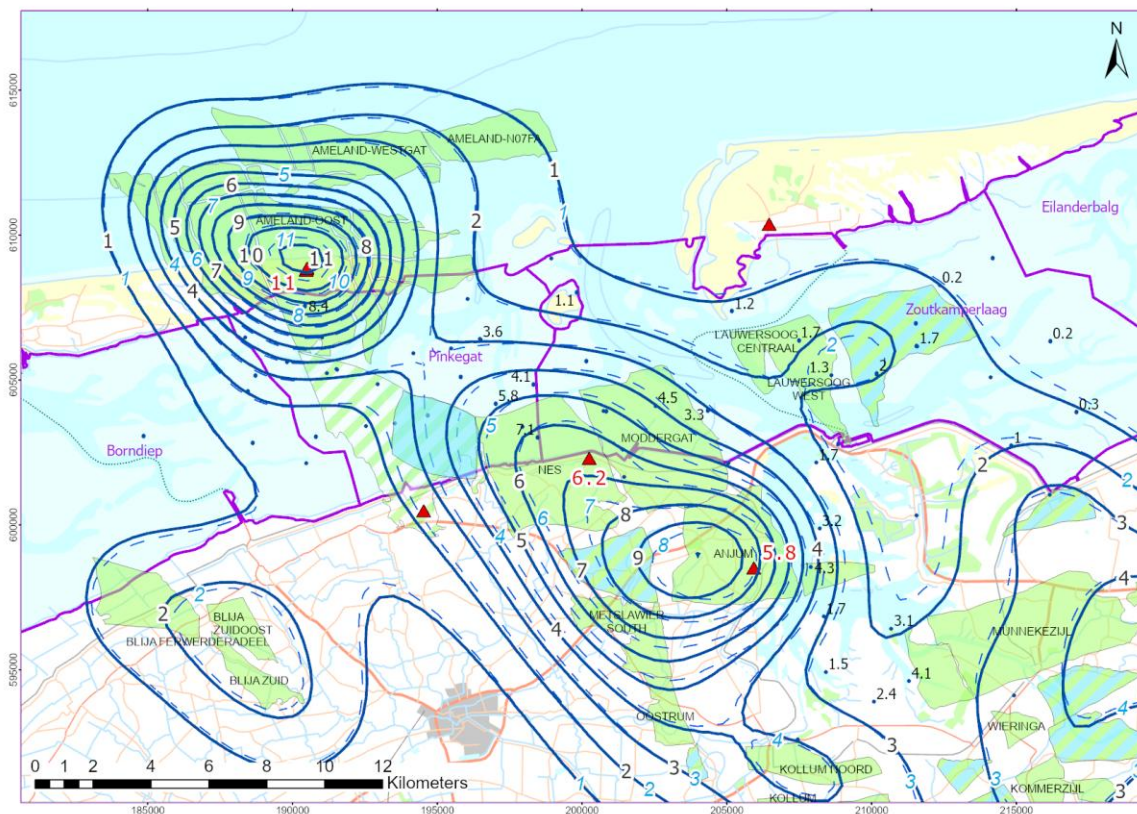
De belangrijkste opgave in deze rapportage is het berekenen van de belasting op de kombergingen als gevolg van de bodemdaling door gaswinning, om daarmee te beoordelen of deze belasting binnen de vastgestelde gebruiksruimte blijft. Om die belasting te berekenen wordt jaarlijks de bodemdaling gemodelleerd en geverifieerd met geodetische metingen (waterpas-, GNSS- (Global Navigation Satellite System, GPS) en InSAR-metingen). In 2024 zijn GNSS campagne- en continue metingen uitgevoerd en is op het eiland Schiermonnikoog een nauwkeurigheidswaterpassing uitgevoerd.

In Figuur 5 is de bodemdaling sinds de start van de gasproductie in het gebied zichtbaar gemaakt in de vorm van contourlijnen. Hierin is ook de invloed van de gaswinningen uit de omliggende velden zoals Ameland, Anjum en Blija meegenomen. De contourlijnen zijn gemaakt met modellen die gekalibreerd zijn aan de metingen.



Figuur 5. Totale bodemdaling in cm (status modelcontour in blauw: 1-1-2025) sinds de start van de gaswinning in het gebied (1986). De gestreepte contouren geven de bodemdaling op 1-1-2024 volgens de M&R-rapportage over 2023. De rode driehoeken geven de posities van de GNSS-stations aan.

Figuur 6 toont de bodemdaling tot en met het jaar 2024 in het gebied sinds 2006, omdat daarna met de productie vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen is gestart.



Figuur 6. Bodemdaling in cm (status modelcontour: 1-1-2025) door gaswinning sinds de nulmeting in de Waddenzee in 2006. In blauw (met zwarte labels) de contouren van de gemodelleerde bodemdaling volgens het verwachte scenario. De gestreepte contouren (met blauwe labels) geven de bodemdaling van 2023 (1-1-2024) weer zoals getoond in de M&R-rapportage over 2023. De blauwe punten met label in de Waddenzee representeren de peilmerken met de gemeten hoogteverschillen vanaf 2006 (nulmeting Waddenzee) tot de laatst uitgevoerde meting in juni 2024. De rode waarden geven de daling aan van de permanente GNSS-stations in de periode feb. 2007- dec. 2024.

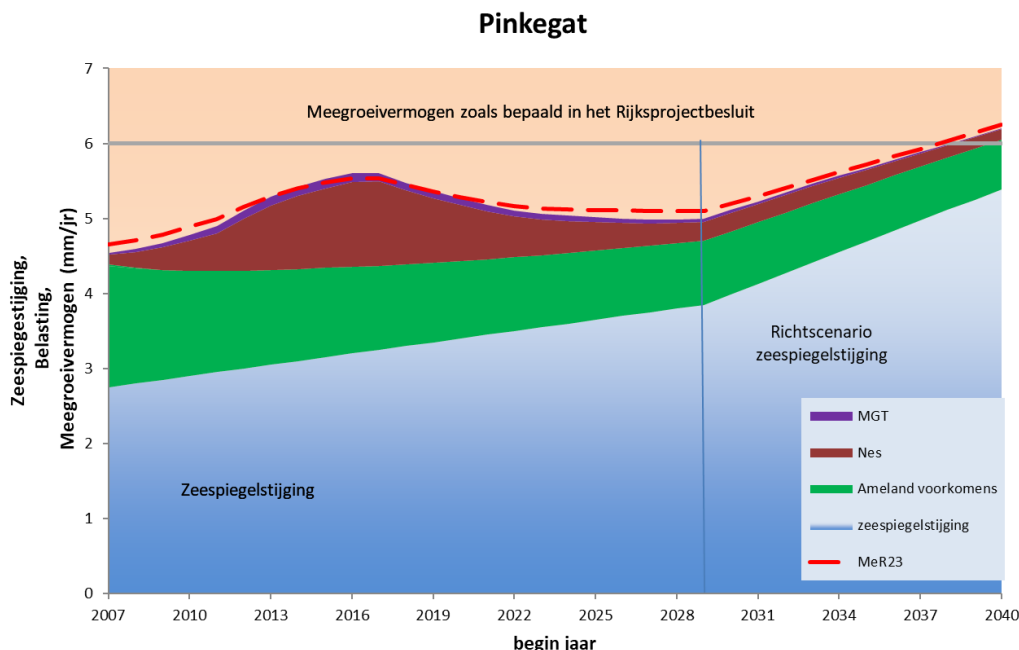
De continue GNSS-metingen worden gerepresenteerd door de rode driehoeken in Figuur 6. Deze metingen hebben een signaalfunctie om veranderingen in het verloop van de bodembeweging tijdig te kunnen signaleren binnen het interval (3 jaar) van de vlakdekkende metingen.

### Belasting kombergingsgebieden

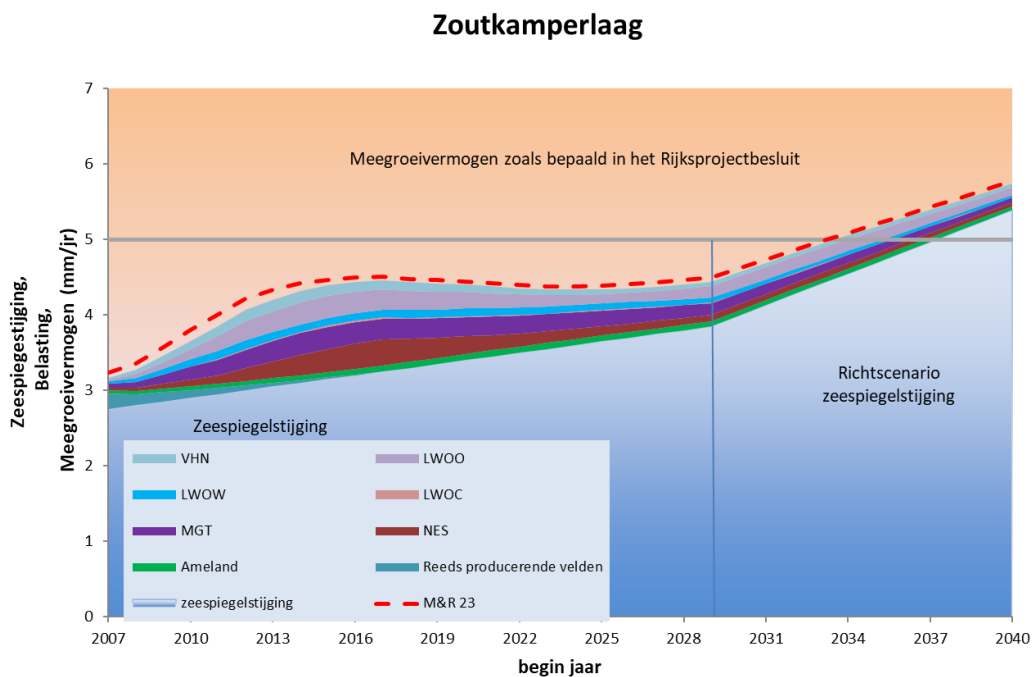
De belasting is het zesjaarlijkse voortschrijdend gemiddelde van de bodemdalingssnelheid. Deze snelheid wordt berekend door het jaarlijkse bodemdalingsvolume binnen een komberging te delen door de oppervlakte van de komberging. Deze belasting is voor het Pinkegat weergegeven in Figuur 7 en voor de Zoutkamperlaag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

- De belasting in het Pinkegat is 1,35 millimeter per jaar in 2024. Boven op een zeespiegelstijging van 3,6 millimeter per jaar wordt beneden het vergunde meegroeivermogen van 6 millimeter per jaar gebleven. De grootste bijdrage aan de belasting in deze komberging komt van de Ameland-gaswinning, al neemt deze wel af. Gaswinning uit het veld Moddergat heeft bijna geen invloed op het Pinkegat.

- De belasting in de komberging Zoutkamperlaag is ongeveer 0,68 millimeter per jaar voor het rapportagejaar 2024. Ook voor deze komberging wordt inclusief een zeespiegelstijging van 3,6 mm binnen het meegroeivermogen van 5 millimeter per jaar gebleven. Voor de Zoutkamperlaag leverde het gasveld Moddergat de grootste bijdrage aan de bodemdaling.
- De berekende belastingen voor beide kombergingen laten over de jaren een dalende trend zien.



Figuur 7. Voorspelde belasting inclusief zeespiegelstijging voor het kombergingsgebied Pinkegat. De rood gestreepte lijn geeft de berekende belasting aan zoals gerapporteerd in de M&R-rapportage over 2023. De legenda's in de figuren corresponderen met de velden.



Figuur 8. Voorspelde belasting inclusief zeespiegelstijging voor het kombergingsgebied Zoutkamperlaag. De rood gestreepte lijn geeft berekende belasting aan zoals gerapporteerd in de M&R-rapportage over 2023. De legenda's in de figuren corresponderen met de velden.

## Remwegscenario

Om het effect van de ‘hand aan de kraan’-systematiek inzichtelijker te maken, is in eerdere rapportages een remwegscenario opgenomen. De nieuwe berekeningen in de 2024 rapportage tonen een vergelijkbaar bodemdalingsmodel en daarmee zullen de conclusies voor het remwegscenario onveranderd blijven.

## Deelconclusie

In het monitoringjaar 2024 is evenals in alle voorgaande jaren de bodemdaling door gaswinning binnen het vigerende gebruiksruijnte van het beleidsscenario voor de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag gebleven.

De berekende belastingen laten zoals verwacht een dalende lijn zien, waardoor de ‘bijdrage’ van de bodemdaling ten aanzien van de gebruiksruijnte aan het afnemen is.

## Monitoring Wadplaten areaal

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

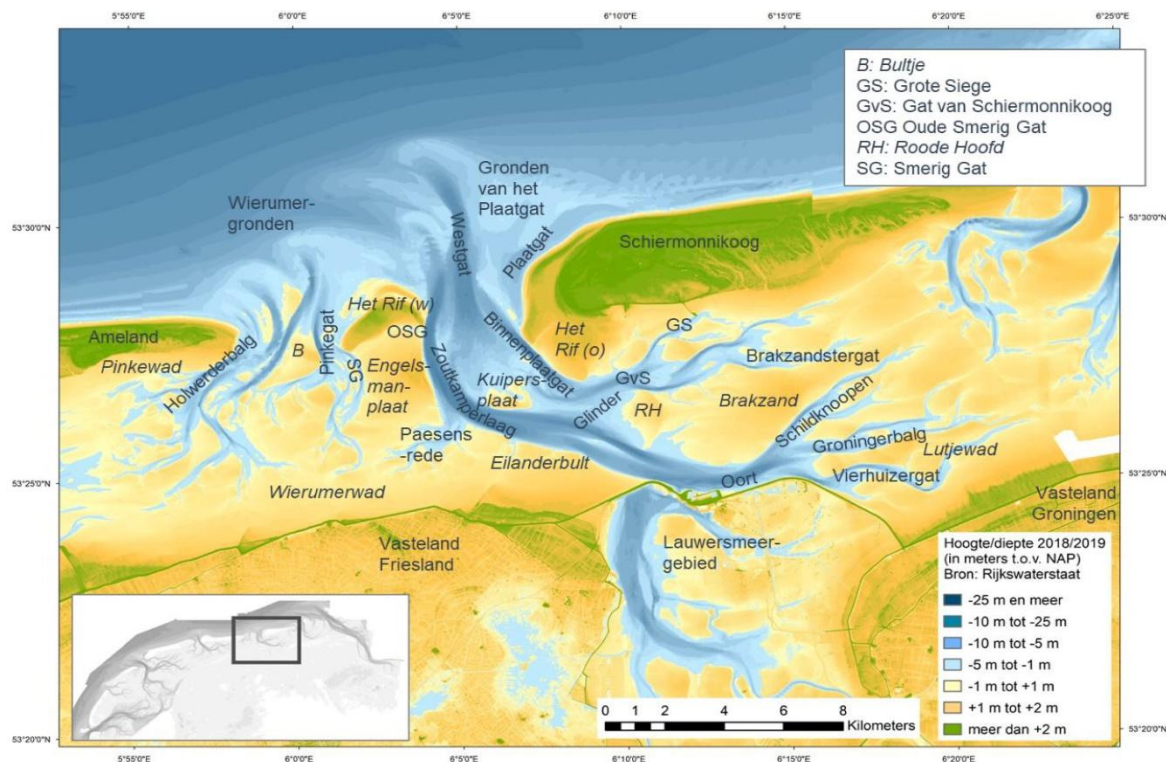
De onderliggende vragen zijn:

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

Op basis van het advies van de Auditcommissie over het rapportagejaar 2023 zijn er twee aanvullende vragen bijgekomen voor de rapportage over 2024:

- Hoe verhouden de metingen aan het plaatareaal zich ten opzichte van de vastgelegde instandhoudingsdoelen voor het habitat type H1140A; "bij eb droogvallende slik- en zandplaten"?
- In hoeverre is de ontwikkeling in bodemligging, de gemeten waterstanden dan wel de combinatie van deze twee aspecten van invloed op de droogvalduur in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag?

De morfologische analyse is gebaseerd op de hoogteligging van het droogvallend wad in het Friesche Zeegat. Deze ontwikkeling wordt afgeleid uit een reeks LiDAR opnamen van het gebied die sinds 2010 één tot tweemaal per jaar worden genomen. In 2024 is een nieuwe opname – ingemeten op 5 september 2024 - toegevoegd aan de dataset. Figuur 9 toont een detailkaart van het onderzoeksgebied voor de monitoring van het areaal aan wadplaten.

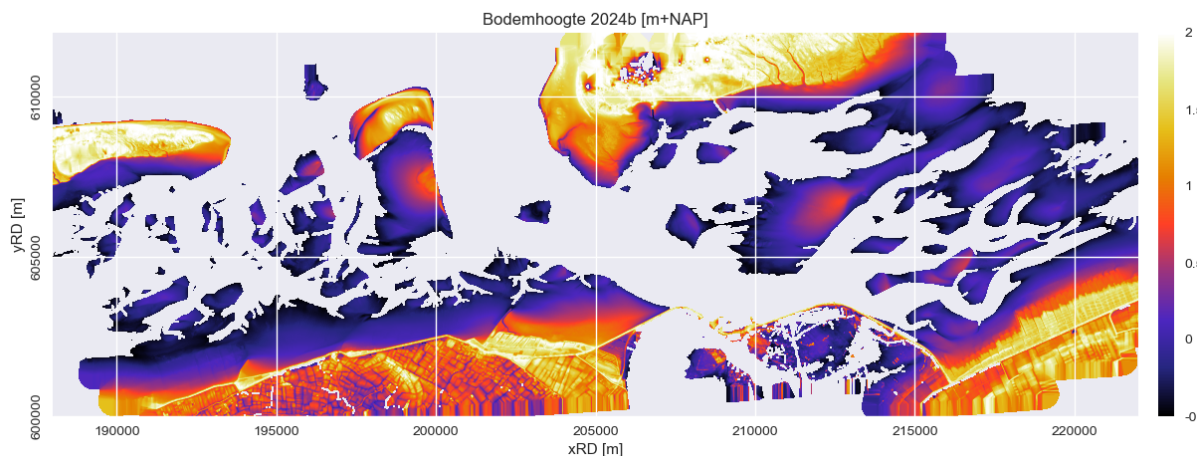


Figuur 9. Kaart van het Friesche Zeegat met belangrijkste namen van de geulen en platen (Oost et al. 2020).

## Oppervlaktemetingen wadplaten in kombergingen en deelgebieden

LiDAR (Laser Imaging Detection And Ranging) is een techniek waarbij met een laserscanner vanuit een vliegtuig de hoogtes van de wadplaten worden ingemeten tijdens laagwater. Hierbij worden meerdere hoogtemetingen per vierkante meter verricht. Dit leidt tot een vlakdekkende hoogtekaart voor het gebied. Sinds 2010 zijn er 22 hoogtekaarten gemaakt. Twee daarvan zijn afgekeurd omdat duidelijk te zien was dat een deel van de wadplaten nog onder water stond. Dat brengt het totaal op 20 bruikbare metingen. Vanaf 2021 is de LiDAR meetfrequentie terug gebracht naar één keer per jaar conform het geactualiseerde Monitoringsprogramma 2020-2026 (NAM, 2021).

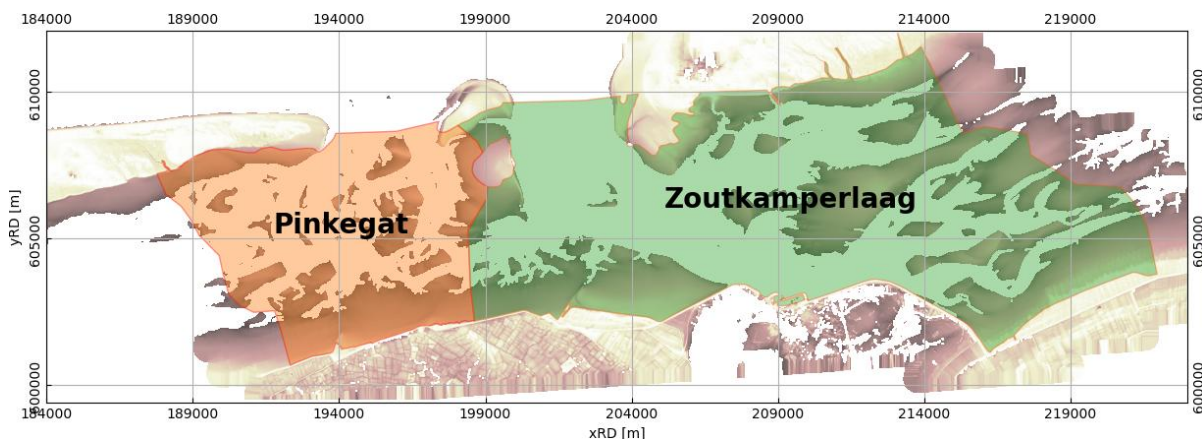
Figuur 10 toont de opname (5 september 2025, Field) waarbij een relatieve correctie is doorgevoerd om systematische afwijkingen te corrigeren. Dit betreft een relatieve correctie ten opzichte van één referentie opname, die voor alle opnamen is berekend en doorgevoerd. Dit is voor het eerst gedaan in de analyse van 2020. In de huidige rapportage is dezelfde voorjaarsmeting 2019a als referentie aangehouden; zie ook Bijlage B van Gawehn (2025).



Figuur 10. Hoogtekaart van de ingewonnen data in september 2024, na toepassing van correctievlak.

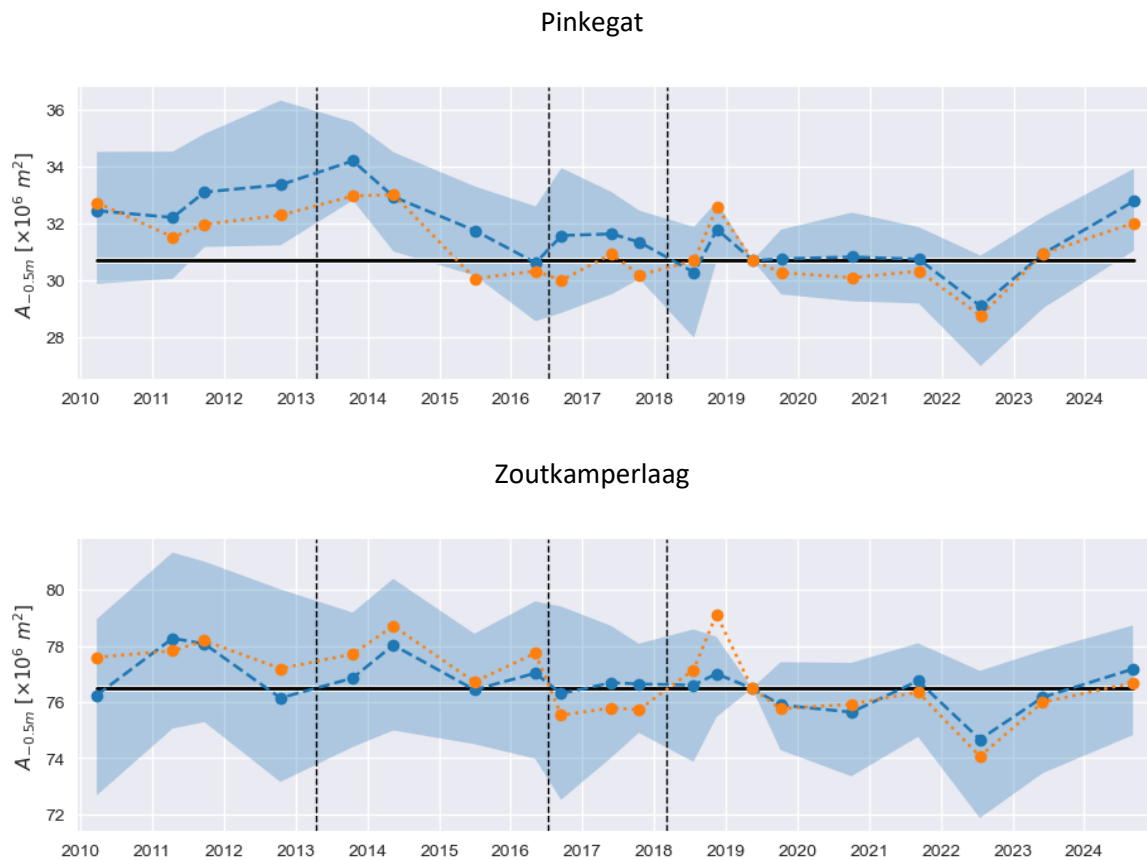
## Ontwikkeling van areaal en hoogteligging wadplaten

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



Figuur 11. Analysepolygonen voor areaalontwikkeling op kombergingsschaal. Deze polygonen zijn hetzelfde als in voorgaande jaren.

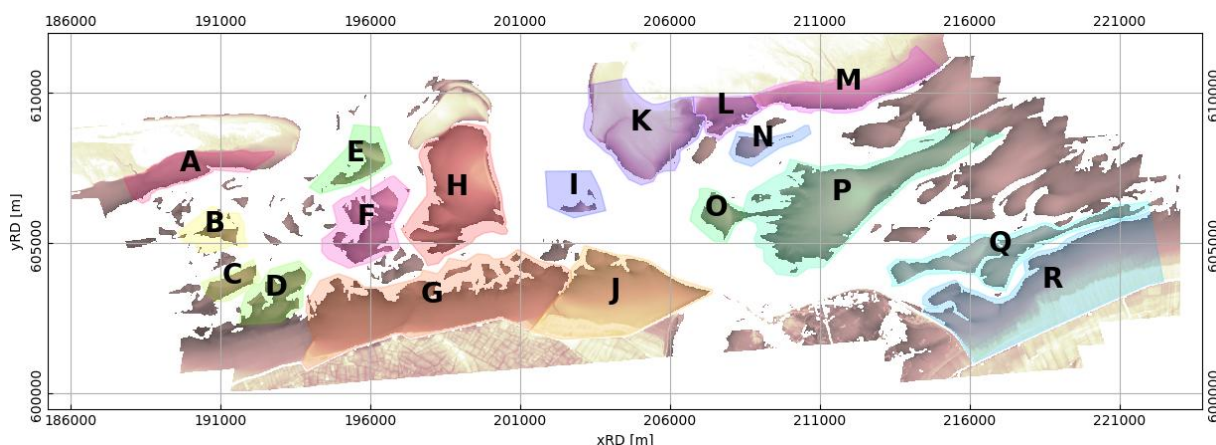
De veranderingen in plaatareaal worden zowel voor de kombergingen als voor de individuele platen geanalyseerd vanuit de LiDAR opnamen. Figuur 12 toont voor de twee kombergingen de integrale tijdsreeksen van plaatareaal boven NAP -0,5 m, geplot zowel voor de originele als de gecorrigeerde dataset.



Figuur 12. Tijdsreeksen van plaatareaal boven NAP -0.5m voor de kombergingsgebieden Pinkegat (boven) en Zoutkamperlaag (onder). De oranje reeks (---●---) toont de originele data en de blauwe reeks (---●---) de gecorrigeerde dataset. De blauwe onzekerheidsbanden tonen de onzekerheidsmarge. De horizontale zwarte lijn (—) is de referentie waarbij het plaatareaal niet verandert. De verticale streepjeslijnen geven de wisseling van type laserscanner weer.

Het gerapporteerde plaatareaal van de Zoutkamperlaag is constanter dan in het Pinkegat. Vanaf 2016 is het waargenomen areaal in het Pinkegat vrij stabiel. Daarbij laten de recente LiDAR opnames van 2023 en 2024 een toename van plaatareaal zien van zowel het Pinkegat als de Zoutkamperlaag. Volgens de LiDAR meting van 2024 is het plaatareaal in het Pinkegat zelfs weer zo groot als in het begin van de meetreeks in 2010. Of dit een tijdelijke fluctuatie is of een structurele trend, zal blijken naar mate de meetreeks langer is geworden. Wanneer de LiDAR metingen tussen 2010-2024 worden geplaatst in de context van lange termijn ontwikkelingen in de Vaklodingen tussen 1987-2024, dan zijn de geobserveerde plaatveranderingen in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag insignificant.

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



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

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

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

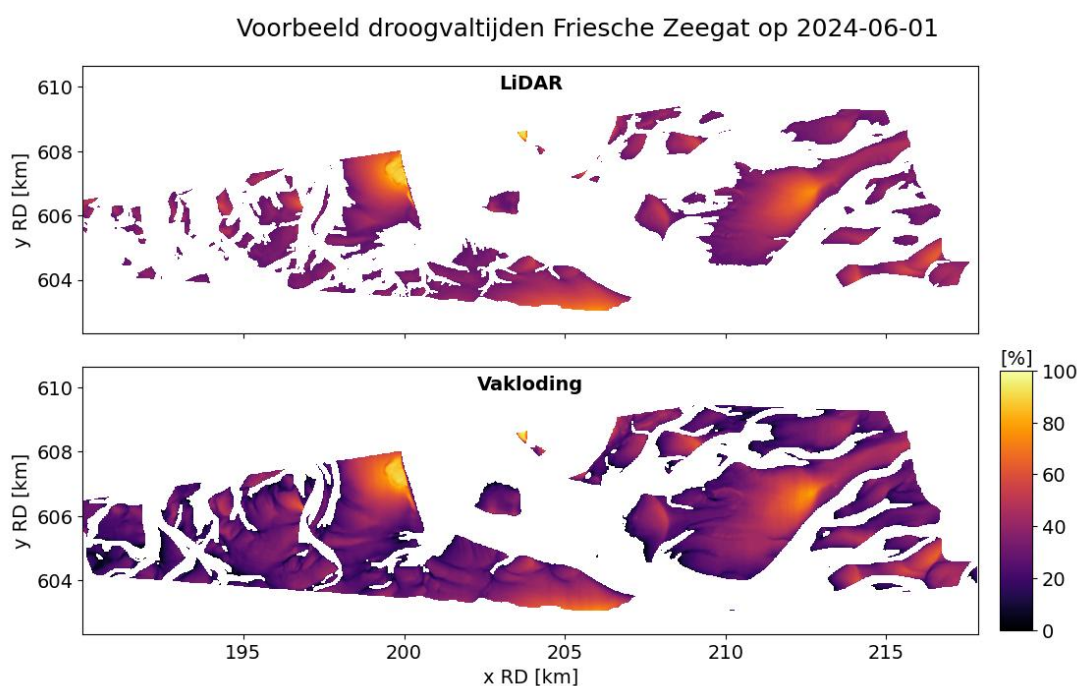
In eerdere rapportages werden al significante relaties gevonden tussen veranderingen in plaatareaal en sterke westelijke wind. In het 2025 rapport van Gawehn is de kennisontwikkeling met betrekking tot de invloed van hydrologische en meteorologische condities op het plaatgedrag voortgezet. Stormachtige condities uit westelijke windrichting leiden tot een afname in plaatareaal in het gehele kombergingsgebied. Westelijke wind drijft de waterstand op, waardoor golven een groter plaatareaal kunnen bereiken en eroderen. De wadplaten van het Pinkegat liggen iets lager dan in de Zoutkamperlaag, waardoor het effect relatief sterker is.

De Auditcommissie heeft in het advies over het rapportagejaar 2023 aangegeven duidelijker aan te geven wat de betekenis is van de uitkomsten van de metingen aan het plaatareaal voor de vastgelegde instandhoudingsdoelen voor het oppervlak bij eb droogvallend wad (slik- en zandplaten, H1140 A getijdengebied). Het gaat hierbij om de vertaling van het gemeten plaatareaal naar de gehanteerde grenzen voor het instandhoudingsdoel. Daarbij is de bovengrens de gemiddelde hoogwaterlijn, en de benedengrens de laagwaterlijn die gebaseerd is op L.A.T. (Lowest Astronomical Tide).

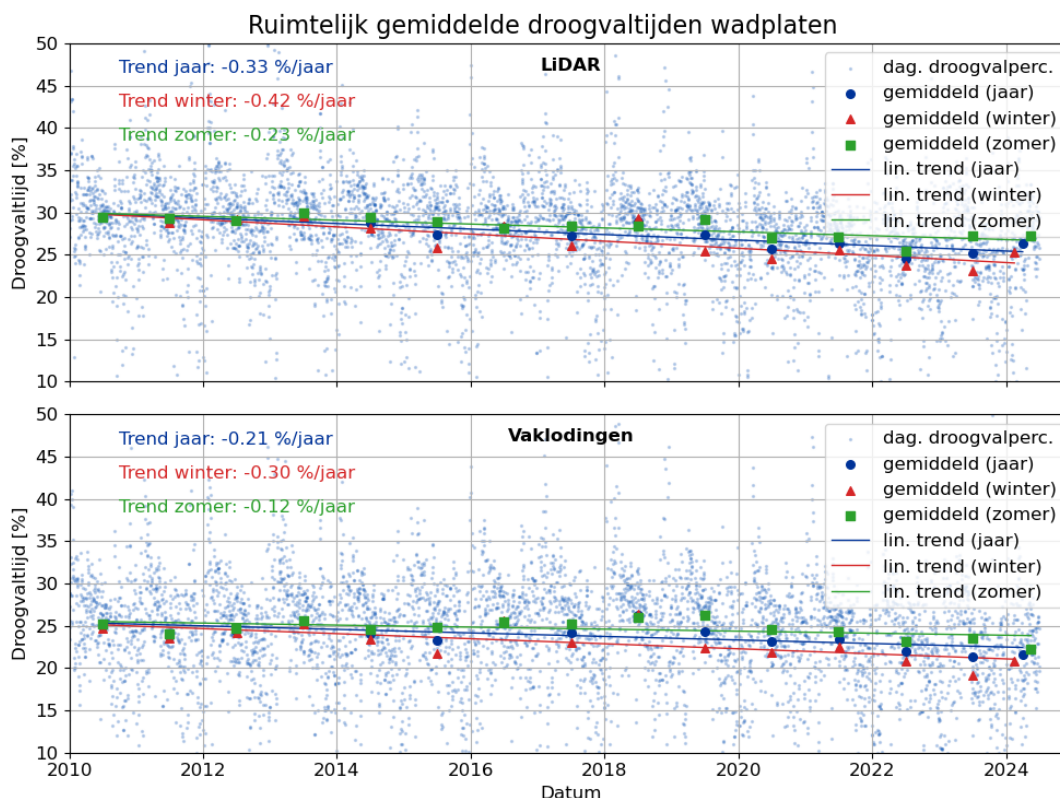
In het Monitoringsprogramma 2020-2026 (NAM, 2021) is aangegeven dat de meetbare afgeleide van het habitat H1140 A de oppervlakte is van het droogvallende wad boven -50 cm NAP.

De rapportage van de monitoring van het wadplaatareaal van het Friesche Zeegat met LiDAR over de periode 2010-2024 (Gawehn, 2025) geeft de volgende inzichten:

- Op basis van de LiDAR data zijn hypsometrische curves (wateroppervlak versus NAP hoogte) gemaakt vanaf hoogte -50 cm NAP. Deze tonen geen bijzonderheden bij hogere NAP hoogtes.
- Er is tevens een analyse gemaakt op basis van de vaklodingen (vanaf 1989 inclusief de meest recente meting in 2024). De ontwikkeling van droogvallend plaatareaal op hoogte -50 cm NAP komt binnen de nauwkeurigheidsmarges overeen tussen LiDAR en vaklodingen.
- De vaklodingen bevatten ook de hoogtes onder -50 cm NAP. Deze zijn gebruikt in de droogvalduur analyse (zie Figuur 14). Het ruimtelijk bereik van de vaklodingen daarbij is groter. De ontwikkeling in de tijd van het ruimtelijke gemiddelde van het percentage droogvaltijd over het gehele komberginsgebied is echter binnen nauwkeurigheidsmarges in overeenstemming tussen LiDAR en vaklodingen, zie Figuur 15.



Figuur 14: Voorbeeld van dagelijkse droogvaltijden per pixel berekent voor LiDAR (boven) en voor Vakloding (onder) [Fig. 6-6 in Gawehn, 2025]. De droogvaltijden zijn bepaald als percentage per dag per roosterpunt (10x10 m voor LiDAR, 20x20 m voor vaklodingen). De vaklodingen hebben een groter bereik dan de LiDAR metingen (alleen hoogtes van -50 cm NAP en hoger worden meegenomen).



Figuur 15: Droogvaltijden berekend op basis van ruimtelijk geïnterpoleerde waterstanden voor bodemgegevens uit LiDAR (boven) en Vaklodgingen (onder) [Fig. 6-7 in Gawehn, 2025]. Een constante bodem geeft een soortgelijk beeld [Fig. 6-8 in Gawehn, 2025].

In navolging van de waarneming vorig jaar dat de droogvalduur van de wadplaten lijkt af te nemen (S. Duijns et al. (2024)) heeft de Auditcommissie geadviseerd om na te gaan in hoeverre de ontwikkeling in bodemligging of de gemeten waterstanden dan wel de combinatie van deze twee aspecten van invloed is, op de droogvalduur in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag.

Uit nadere analyse (Gawehn, 2025) blijkt dat de waargenomen afname in droogvaltijd gedurende de monitoringsperiode 2010-2024 (Figuur 15) wordt veroorzaakt door lange termijn (decennia) en middellange termijn (jaren) krachten die de waterstand veranderen. Deze veranderingen zijn niet uniek, maar periodiek en zijn in het verleden al eens waargenomen.

Lange termijn veranderingen worden bepaald door zeespiegelstijging en de astronomische 18,6 jaar cyclus. Middellange termijn veranderingen worden bepaald door de meteorologische oost-west windcomponent. Over korte perioden (4 tot 6 jaar) zorgen stochastische patronen tot waarneembare waterstandsverschillen met droogvaltijdverschillen.

In de periode 2010-2018 leidde de combinatie van lange en middellange termijn veranderingen tot relatief constante en zelfs licht toenemende droogvaltijden, waarna in de periode 2018 een afname in de droogvaltijd plaatsvond van bijna 5% (lineair + astronomisch: 1,9% en meteorologisch: 3.0%).

De droogvaltijden in het Friesche Zeegat worden bepaald door veranderingen in waterstand en niet door veranderingen in bodemligging. Het heeft dan ook geen consequenties voor het LiDAR monitoringsprogramma dat tot doel heeft om het plaatareaal in het Friesche Zeegat te monitoren.

Naast de LiDAR-opnames vinden er ook andere metingen plaats die informatie verschaffen over de hoogteontwikkeling van de wadplaten. Zo vinden er bij de GNSS-clusters in het gebied waterpassingen plaats (sediment grids) en worden bovenop enkele grote wadplaten sedimentatiemetingen uitgevoerd door middel van 'spijkermetingen' (Lodewijks et al., 2025). Bij deze metingen wordt de sedimentatie gemeten ten opzichte van grondankers die 60-90 cm onder het wadoppervlak zijn geplaatst. Figuur 16 toont de meetpunten voor de spijkermetingen in het gehele onderzoeksgebied; de luchtfoto betreft een update uit 2023.

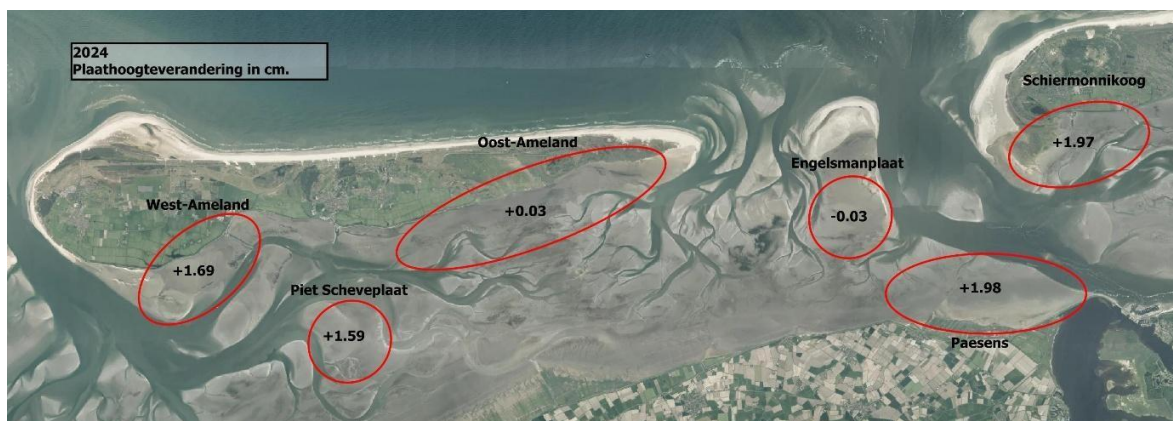


Figuur 16. Een overzicht van alle onderzoeksgebieden met de spijkermetingpunten op een luchtfoto (2023) ingetekend.

Naast de spijkermetingen op de Peasens wadplaat worden ook sedimentatiemetingen uitgevoerd op de kwelder door Artemisa. Dit betreft de 'SEB-metingen' (Sedimentatie Erosie Balk, SEB), waarbij de bodemhoogte gemeten wordt met een liniaal ten opzichte van een waterpas balk op een gefixeerde hoogte. De spijkermetingen en de SEB-metingen laten bij Paesens dezelfde opslibbingstrend zien met zeer vergelijkbare waarden (Lodewijks et al., 2025).

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

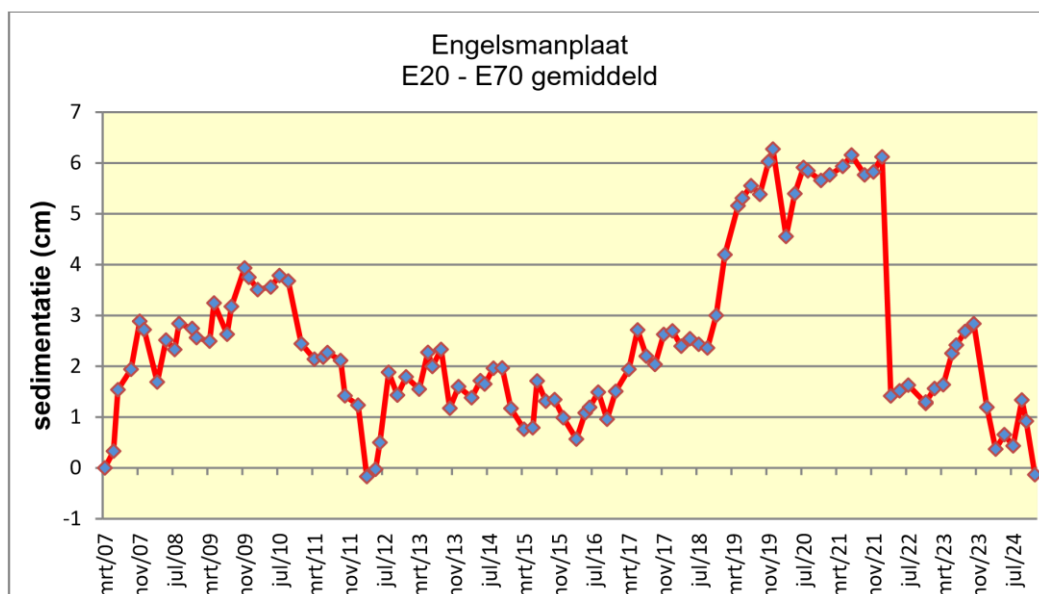
Figuur 17 toont de meetreeksen in het jaar 2024. Vergeleken met de voorgaande meting heeft er netto voor alle gebieden meer sedimentatie plaatsgevonden, waar voor Schiermonnikoog vorig jaar nog sprake was lichte erosie is er nu een sterke sedimentatie vastgesteld. Op Engelsmansplaat is sprake van lichte erosie.



Figuur 17. Gemiddelde van alle sedimentatie metingen per onderzoeksgebied in het jaar 2024. Hiervoor is de gemiddelde hoogteligging in december 2024 met december 2023 vergeleken. Getallen in cm.

In voorgaande rapportages is al vastgesteld dat het sedimentatieproces op Engelsmansplaat – ; zie Figuur 18 - sterk beïnvloed wordt door *events* zoals stormen. In de meetreeks van 2022 was zo'n *event* goed waar te nemen. Op Engelsmansplaat werd een forse erosie gemeten van 4,6 cm.

Deze erosie was vooral veroorzaakt in de periode van 16 t/m 20 februari 2022. In 5 dagen tijd kwamen 3 stormen over het gebied (bron: website KNMI). Een dergelijke 'drieling'-storm in een vrijwel aaneengesloten periode komt eens in de honderd jaar voor. Bovendien was storm 'Eunice' op vrijdag 18 februari 2022 langdurig en hoort deze bij de drie sterkste stormen van de afgelopen 50 jaar.

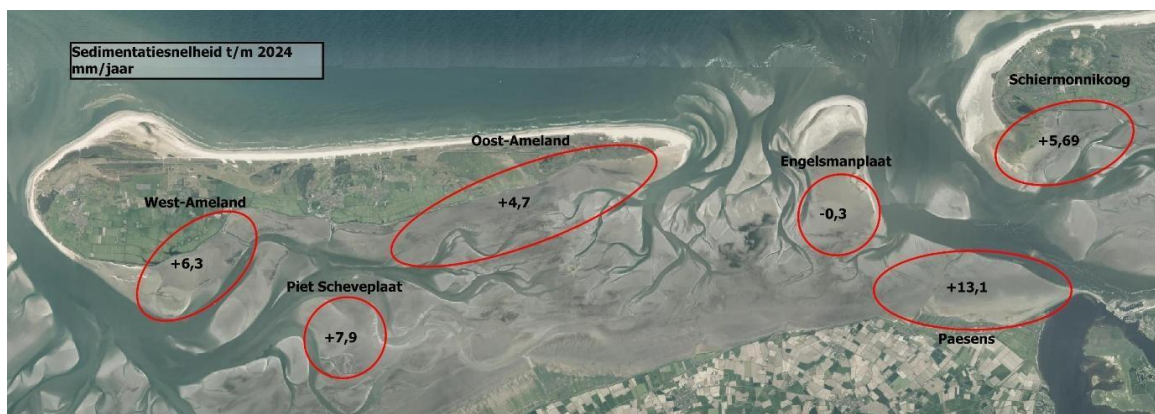


Figuur 18. Gemiddelde verschilmeting van de meetstations in het onderzoeksgebied Engelsmanplaat.

Ook in 2023 en 2024 is weer de invloed van de seizoensstormen goed te zien; bijvoorbeeld aan de knik in de grafiek die werd veroorzaakt door een zware storm die op 28 oktober 2023 plaatsvond.

Het effect van stormen werd ook op de andere meetlocaties waargenomen, wat ook bijzondere inzichten genereert. Afhankelijk van de omstandigheden zoals windrichting kan de bij ene storm erosie plaatsvinden, terwijl door een opvolgende storm juist sedimentatie plaatsvindt op dezelfde plaats. Zie voor meer toelichting Hoofdstuk 5 uit Lodewijks et al. (2025)

Over de gehele meetreeks – die varieert van 10 tot 23 jaar – wordt voor alle deelgebieden, behalve Engelsmansplaat, een sedimenttoename gemeten zie Figuur 19.



Figuur 19. Sedimentatiesnelheid per onderzoeksgebied in mm/jaar. De reeksen waarop het gemiddelde is gebaseerd variëren in lengte van 10 tot 23 jaar. De data is bijgewerkt t/m 2024.

De spijkermetingen zijn ook vergeleken met zowel de LiDAR dataset voor de wadplaten (Gawehn, 2025) als met de SEB-metingen op de kwelder van de Peazemerlannen (Van Duin, 2025). Vergelijkingen laten dezelfde opslibbingstrend zien met vergelijkbare waarden (hoofdstuk 4, Lodewijks et al. (2025) en hoofdstuk 4, Van Duin en Krol (2025)).

De sedimentontwikkeling van Engelsmansplaat dat op de rand van het beïnvloedingsgebied van de diepe bodemdaling ligt, wordt zoals bovenstaand al besproken sterk bepaald door events zoals stormen, die resulteren in sterke momentane eroderende omstandigheden.

Voor de deelgebieden onder invloed van diepe bodemdaling, wordt bij het oostelijk deel van Ameland gezien dat er sprake is van een netto-bodemdaling (verdieping) in een beperkt gebied ten zuiden van het Oerd en De Hon, zie Figuur 20.



Figuur 20. Beeld van het wad ten zuiden van het Oerd en de Hon tijdens laagwater waarop het stroomgebied vanaf het Pinkegat over de wadplaat naar de Oerdblinkert (linksmidden op de foto nog net zichtbaar) en Oerdsloot (achter camerastandpunt) ingetekend is. Binnen de arcering bevindt zich het gebied waar een netto verlaging heeft plaatsgevonden.

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

Recent is aan deze specifieke situatie ook aandacht besteed in de 6-jaarlijkse rapportage '*Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost – evaluatie na 36 jaar gaswinning*'. In navolging hierop wordt een onderzoek uitgevoerd door Deltares; bestaande uit het opstellen van een conceptueel model voor het specifieke kwelderrandgedrag, gebaseerd op literatuurstudie en aanvullende data-analyse. Medio 2025 worden de onderzoeksresultaten verwacht; deze zullen worden meegenomen in de eerst volgende MLV rapportage in 2026.

### Interpretatie trends en deelconclusie

- De 2024 LiDAR-opname past wederom goed in de meetreeks. Het gerapporteerde plaatareaal van de Zoutkamperlaag is constanter gebleven door de tijd heen dan het plaatareaal van het Pinkegat. Voor het Pinkegat suggereert de meetreeks een geringe afname van het plaatareaal over de tijd, maar deze afname is klein en valt binnen de onzekerheidsmarge. Vanaf 2016 is het waargenomen areaal in het Pinkegat vrij stabiel. Daarmee laten de LiDAR data geen effecten van bodemdaling op het plaatareaal zien.
- Voor deelgebieden binnen de kombergingsgebieden zijn evenals in voorgaande jaren veranderingen in morfologie waar te nemen. Deze veranderingen in plaathoogte zijn eerder het gevolg van de natuurlijke dynamiek van geulen en platen en de daarbij behorende sedimenttransporten, dan dat ze op een sterke relatie met de diepe bodemdaling duiden. De morfologische dynamiek, en daardoor plaatareaal en -hoogte, wordt vooral gestuurd door een combinatie van hydrodynamische condities, zoals bijvoorbeeld getij, en meteorologische condities. Stormachtige condities uit westelijke windrichting leiden tot een afname in plaatareaal in het gehele kombergingsgebied. Westelijke wind drijft ook de waterstand op, waardoor golven een groter plaatareaal kunnen bereiken en eroderen. De wadplaten van het Pinkegat liggen iets lager dan in de Zoutkamperlaag, waardoor het effect relatief sterker is.
- Uit de 'lokale' spijkermetingen komt een beeld naar voren van netto sedimentatie op de platen in het monitoringsgebied.
- De droogvaltijden in het Pinkegat en de Zouterkamperlaag laten over de lange termijn een cyclische variatie zien. Deze wordt onder andere bepaald door de astronomische 18,6 jaar cyclus. De veranderingen worden bepaald door veranderingen in waterstand en niet door veranderingen in bodemligging. Het heeft dan ook geen consequenties voor het LiDAR monitoringsprogramma dat tot doel heeft om het plaatareaal in het Pinkegat en de Zouterkamperlaag te monitoren.

## TE HANTEREN BESLISSCHEMA

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

## TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

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

**Antwoord:** Hoewel er geen trend in afname van het plaatareaal wordt vastgesteld, wordt wel een afname in droogvalduur over de laatste jaren waargenomen. → 2



**Vraag 2/3:** *Trend anders dan in referentiegebieden? / Trend een bekende oorzaak?*

**Antwoord:** Het antwoord hierop is respectievelijk Nee en Ja. De droogvaltijden in het Friesche Zeegat, als ook in de gehele Waddenzee worden bepaald door veranderingen in waterstand (o.a. beïnvloedt door de getijdencyclus) en niet door veranderingen in bodemligging → 5



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

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

- Voor Pinkegat en Zoutkamperlaag is in 2024 het totale bestand bodemdieren in toegenomen, en lijkt weer in de buurt te liggen van het niveau tijdens de beginperiode van de metingen.
- Wanneer naar het schelpenbestand wordt gekeken, dan is de beschikbaarheid van de Kokkel afgenomen. Schelpensoorten als de Mossel en Strandgaper laten recent een stijging zien.
- Het bestand kreeftachtigen fluctueert sterk, er is geen duidelijke trend. Daarom kan niet worden uitgesloten dat dit het gevolg is van sampling variance (Taal et al 2020).
- Het wormenbestand is, minus een minder jaar in 2023 , hoog waarbij de Wadpier en Draadworm het grootste aandeel hebben in de biomassa.

Op basis van de ontwikkeling van het kokkelbestand wordt verwezen naar → 8



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

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



→ **10 OORDEEL:**

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

## Vogelsoorten en kwaliteit droogvallende wadplaten

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

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

Voor Pinkegat en Zoutkamperlaag is in 2024 het totale bestand bodemdieren in toegenomen, en lijkt weer in de buurt te liggen van het niveau tijdens de beginperiode van de metingen. Ongeveer 20% van de biomassa bestaat uit Kokkels. Vanaf 2018 was er bij meerdere soorten een afname waarneembaar, waaronder een afname in het Kokkelbestand. Die afname van het Kokkelbestand is zichtbaar in de hele Waddenzee (Troost *et al.* 2022), en komt deels door het uitblijven van nieuwe broedval en periodieke grote sterfte door hittegolven. Schelpensoorten als de Mossel en Strandgaper laten juist een (sterke) stijging zien. Het wormenbestand is, minus een minder jaar in 2023, hoog waarbij de Wadpier en Draadworm het grootste aandeel hebben in de biomassa.

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

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

| SOORT                                                                                                        | TRENDS                                                                                                                                                                                                                                         | DRAAGKRACHT GEBIED                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bergeend</b></p>   | <p>De trend voor het aantal Bergeenden in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag is stabiel tot licht stijgend; met name de laatste jaren nemen de aantallen toe.</p> <p>Deze gebiedstrend is in lijn met de rest van de Nederlandse Waddenzee.</p> | <p>Het totale voedselaanbod voor de Bergeend laat geen negatieve trend zien.</p>                                                                                                                                                                                            |
|  <p><b>Pijlstaart</b></p> | <p>Het aantal Pijlstaarten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag neemt wederom toe. Deze trend is ook positiever dan in andere delen van de Nederlandse Waddenzee.</p>                                                                          | <p>De proxy aanwezigheid voedsel vertoont een dalende trend, waarbij de vraag is in hoeverre het dieet goed in beeld is. Pijlstaarten foerageren namelijk niet alleen op het wad, maar ook buiten de wadplaten op zoek naar o.a. bladdelen en zaden van kwelderplanten.</p> |

| SOORT                                                                                                        | TRENDS                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DRAAGKRACHT GEBIED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Scholekster</p>         | <p>Het aantal Scholeksters dat in de Waddenzee overwintert neemt al sinds 1990 af. Deze trend is ook te zien in het Pinkegat en in de Zoutkamperlaag.</p>                                                                                                                                   | <p>Kokkels zijn de belangrijkste voedselbron voor Scholeksters.</p> <p>Sinds 2011 is er geen grote broedval meer geweest. Daarnaast is er verhoogde sterfte aan Kokkels door de warme zomers; hierdoor blijft het aanbod Kokkels laag. Aantallen in Mossels en Strandgapers nemen recentelijk in aantallen toe, maar lijken de afname van Kokkels (nog) niet te compenseren.</p> |
|  <p>Kluut</p>               | <p>Het aantal Kluten in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag toont de laatste jaren een toenemende trend, waarmee de trend positiever is dan in de rest van het Waddengebied.</p>                                                                                                              | <p>Het specifieke voedselaanbod voor Kluten lijkt in Pinkegat en Zoutkamperlaag voorhanden te zijn.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  <p>Zilverplevier</p>      | <p>Het aantal Zilverplevieren in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag is de laatste twintig jaar langzaam toegenomen en de trend kan nu ook als licht stijgend worden beoordeeld. Dit is vergelijkbaar met de rest van de Waddenzee en positiever dan de trend in Duitsland en Denemarken.</p> | <p>Gewezen wordt op 'lokale' oorzaken voor de ontwikkeling. De Zilverplevier is een uitgesproken wormeneter. De Zeeduizendpoot is prominent aanwezig en laat na een dip in 2023, in 2024 weer een sterke toename zien.</p>                                                                                                                                                       |
|  <p>Bontbekplevier</p>    | <p>Het aantal Bontbekplevieren in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag neemt nog steeds toe.</p> <p>Dit geldt ook voor het gehele Waddengebied, al lijkt in Pinkegat en Zoutkamperlaag deze trend net iets sterker.</p>                                                               | <p>Net als voor de Zilverplevieren, geldt dat de oogstbare hoeveelheid voedsel voor Bontbekplevieren, met name wormen, in de loop der tijd is toegenomen. Na een dip in 2023, laat 2024 weer een sterke toename in wormen zien.</p>                                                                                                                                              |
|  <p>Kanoetstrandloper</p> | <p>Kanoeten laten voor de lange termijn in de kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag een lichte stijgende trend zien. Voor de korte termijn wordt deze als stabiel beoordeeld.</p>                                                                                                         | <p>Schelpdieren als Kokkels en Nonnetjes vormen het belangrijkste voedselaanbod. Het aanbod aan Nonnetjes is sinds 2014 redelijk stabiel, maar het aanbod Kokkels en Strandgapers laten een sterke daling zien.</p> <p>Recentelijk nemen de aantallen in Mossels en Strandgapers toe, maar lijken de afname van Kokkels (nog) niet te compenseren.</p>                           |

| SOORT                                                                                                               | TRENDS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DRAAGKRACHT GEBIED                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Drieteenstrandloper</b></p> | <p>Het aantal Drieteenstrandlopers in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag laat op de lange termijn een stijgende trend zien. Op de kortere termijn is deze stabiel.</p>                                                                                                                                                                                                           | <p>Er bestaan diverse hypothesen voor de toename. Was de Drieteenstrandloper voorheen vooral een vogel van het Noordzeestrand, tegenwoordig wordt de soort meer en meer op het (zandige) wad waargenomen.</p>                                                                                                              |
|  <p><b>Bonte Strandloper</b></p>   | <p>In de kombergingen van het Pinkegat en de Zoutkamperlaag is sprake van stabiele aantallen Bonte Strandlopers, zowel op de korte als de lange termijn. Dit wijkt af van de andere delen van de Nederlandse Waddenzee, waar sprake is van een lichte toename. In de Duits-Deense Waddenzee was sprake van een duidelijke afname, maar tonen de laatste jaren een stijging.</p> | <p>De stabiele trend kan mogelijk verklaard worden met het feit dat het beschikbare voedsel over de langere termijn ook stabiel is gebleven.</p> <p>Een andere verklaring voor de sterke toename in het Nederlandse Wad is een verschuiving van het Duits-Deense deel richting het westen.</p>                             |
|  <p><b>Rosse Grutto</b></p>       | <p>In de periode 1995-2008 is het aantal Rosse Grutto's in zowel het Pinkegat als de Zoutkamperlaag afgenomen, maar op de korte termijn wordt de trend recent als licht stijgend beoordeeld.</p> <p>In de rest van de Nederlandse Waddenzee is de trend stabiel.</p>                                                                                                            | <p>Het voedselaanbod voor de Rosse Grutto's vertoont een stabiele trend en lijkt goed vertegenwoordigd.</p>                                                                                                                                                                                                                |
|  <p><b>Wulp</b></p>              | <p>Het aantal Wulpen in het gebied Pinkegat-Zoutkamperlaag neemt licht af. Dit is gelijk aan de trend in de rest van de Nederlandse Waddenzee.</p>                                                                                                                                                                                                                              | <p>Voor de Wulp zijn er geen signalen dat het voedselaanbod in dit gebied verslechtert. Wat wel kan spelen is dat, naast het wad tijdens het laag water, weilanden een belangrijk voedselgebied vormen voor de Wulp.</p> <p>Daarnaast is de Wulp de schuwste wadvogel en kunnen lokale activiteiten verstorend werken.</p> |
|  <p><b>Tureluur</b></p>          | <p>In de periode 2008-2024 is het aantal Tureluurs in het gebied Pinkegat-Zoutkamperlaag licht afgenomen. Vanaf 2014 vindt stabilisatie plaats.</p> <p>Voor de rest van de Nederlandse Waddenzee is het beeld stabiel.</p>                                                                                                                                                      | <p>Er lijken voor de Tureluur andere factoren dan voedsel in het geding te zijn. De afname van de Noord-Europese populatie kan een rol spelen in de aantallen voor het gehele Waddengebied.</p>                                                                                                                            |

| SOORT                                                                                               | TRENDS                                                                                                                              | DRAAGKRACHT GEBIED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Steenloper</p> | <p>Sinds 2015 vertoont de Steenloper een stijgende trend.</p> <p>Dit is gelijk aan de trend in de gehele Nederlandse Waddenzee.</p> | <p>De afgelopen jaren vertoonde het (vermoedde) voedselaanbod een daling. Opmerkelijk is dat de aantallen Steenlopers bleven stijgen. Recent is er significante toename in het (vermoedde) voedselaanbod.</p> <p>Eerder is ook al opgemerkt dat het specifieke dieet van de Steenloper ook niet heel goed bekend is, wat ook een verklaring voor de vermoedelijke discrepantie kan zijn.</p> |

Evenals in 2023 geldt voor 2024 dat voor twee van de dertien onderzochte vogelsoorten een negatieve trend wordt waargenomen. De twee vogelsoorten zijn de Scholekster en de Wulp

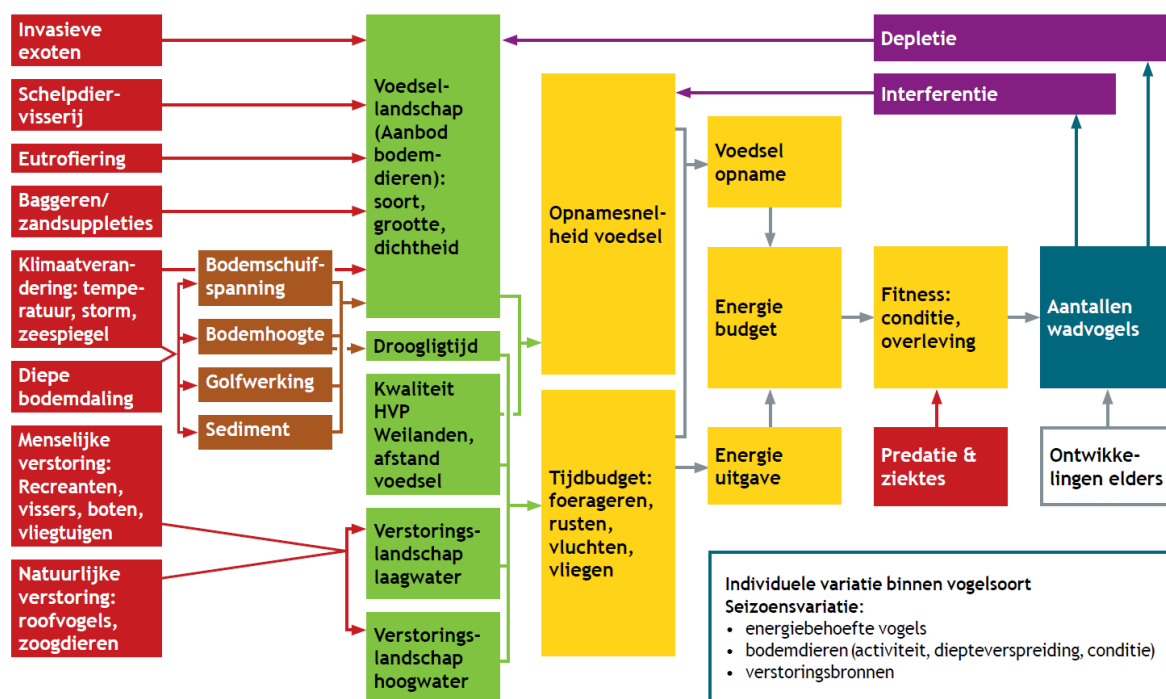
- Voor de Scholekster geldt dat hun (negatieve) aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag niet verschilt met die in de rest van de Waddenzee. Er lijken meerdere factoren van invloed te zijn op de algemene achteruitgang van de Scholekster. Overbevising van de mosselbanken in de jaren '80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

### Signaleringsmonitoring

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

In Ens et al. (2021) werd een voorstel gedaan om de effectketen op dit vlak sterk uit te breiden en te verdiepen, waarmee de onderzoekers verwachten dat de voorgestelde aanpak ook tot een groter

aantal gevalideerde proxies voor draagkracht zal leiden. Figuur 21 toont de schematische weergave van de uitgebreide effectenketen.



Figuur 21. Schematische weergave effectenketen Die beschrijft hoe verschillende factoren, waaronder bodemdaling door gaswinning, doorwerken op de vogelaantallen in het leefgebied van een getijdepopulatie.

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

Met de introductie van de toepassing van *Structural Equation Modelling* (SEM) in de 2021 rapportage (Duijns et al. 2022) is hiermee voor een aantal vogelsoorten een eerste verdiepende stap gezet om tot een andere benadering voor draagkracht te komen. Het doel van de SEM analyse is om de aantallen vogels op de hoogwatervluchtplaatsen statistisch te relateren aan het beschikbare voedsel op de nabijgelegen wadplaten. Een belangrijk verschil is dat in de SEM gegevens over de vogelaantallen direct worden geïntegreerd in deze 'proxy', terwijl ze in Wadmap geheel onafhankelijk van de vogelaantallen worden bepaald. Het model is in de afgelopen jaren verder uitgebreid met betrekking tot verschillende temporele biomassa-parameters en alle beoogde vogelsoorten.

#### Waarnemingen

- Voor Bergeend, Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier, Drieteenstrandloper, Bonte Strandloper, Rosse Grutto, Wulp en Tureluur luidt de conclusie dat er geen negatieve meetbare veranderingen in draagkracht zijn gevonden;
- Voor Pijlstaart, Scholekster, Kanoet en Steenloper vertoont de Wadmap-proxy voor aanwezigheid geschikt voedsel een negatieve trend;

- Voor Scholekster vertonen de Wadmap-proxies voor aanwezigheid en beschikbaarheid geschikt voedsel een negatieve trend;
- De SEM proxy laat een negatieve zien voor Scholekster, Drieteenstrandloper en Steenloper;
- In de Wadmap analyse laten de Scholekster en Steenloper ook een negatieve trend zien in een aantal proxies voor draagkracht, maar niet de Drieteenstrandloper.

#### *Beschouwing*

- Van de soorten met een afwijkende trend in een Wadmap danwel de SEM-proxy vertoont alleen de Scholekster een negatieve aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Van deze soort is bekend, dat dat voor de gehele populatie geldt in de Nederlandse en trilaterale Waddenzee (zie ook Tabel 9);
- Kanoet – met een negatieve Wadmap-proxy voor voedselaanwezigheid - vertoont een licht stijgende (lange termijn) stabiele (korte termijn) trend in aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Met name laten Strandgaper en Kokkel als beoogd voedsel sinds 2014 een afname zien. Recent nemen Strandgaper, als ook Mossel in aantallen toe (zie ook Tabel 9);
- Pijlstaart en Steenloper vertonen ondanks een negatieve trend in de Wadmap-proxy voedselaanwezigheid – voor de Steenloper geldt dat ook voor de SEM-proxy - een stijgende trend in aantalsontwikkeling. Voor beide soorten is het vermoeden dat het voedseldieet nog niet goed bekend is (zie ook Tabel 9);
- Drieteenstrandloper met een negatieve SEM-proxy in twee monitoringsmaanden, maar niet in één van de Wadmap-proxies mbt voedsel factoren - vertoont een licht stijgende (lange termijn) danwel stabiele (korte termijn) trend in aantalsontwikkeling in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag. Een duidelijke verklaring voor de negatieve SEM proxy – in het licht van stabiele Wadmap-proxies een aantalsontwikkeling Drieteenstrandloper - is nog niet aan te geven.

De Wadmap-proxy methode laat zien dat – zoals eerder geconcludeerd door de onderzoekers – niet voor alle vogelsoorten het voedsel-dieet (samenstelling en hoeveelheid) even goed in beeld is. Op dit moment geldt dat slechts voor twee van de dertien onderzochte soorten.

De SEM analyse laat ook nog steeds zien, dat het de voedselbeschikbaarheid nog niet bij alle soorten de aantallen vogels in de verschillende deelgebieden even goed kan verklaren. Dit geldt met name bij soorten met een breed spectrum aan voedsel (prooien) en soorten die in grote groepen foerageren.

Op basis van vier jaar ontwikkeling van de SEM analyse worden een aantal kennishiaten inzichtelijker en wordt de focus voor doorontwikkeling scherper. Hierbij ligt de aandacht met name op de voedselcondities en dieetsamenstellingen, welke ook de WadMap analysemethode ten goede zouden komen. Een van de aanbevelingen in het 2024 rapport van SOVON betreft het weglaten van drie tot vier vogelsoorten voor de komende monitoringsperiode.

## TE HANTEREN BESLISSCHEMA

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

## TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

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

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



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

Antwoord: Sinds 1990 neemt het aantal Scholeksters in de gehele Nederlandse Waddenzee af. Voor de Wulp wordt wel een afwijking in ontwikkeling gevonden → 3



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

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



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

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



**→ 8 OORDEEL:**

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

## Deelconclusie

Op basis van de resultaten uit Duijns et al. (2025) de data-interpretatie kan geconcludeerd worden, dat er geen aanwijzingen zijn voor een effect van bodemdaling door gaswinning op de beschermde vogelsoorten of op de voedselbeschikbaarheid van de wadplaten als foerageergebied voor de Natura-2000 doelsoorten.

## Kweldermonitoring Peazemerlannen



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

In totaal is het begroeide gebied ca. 200 hectare groot. Deze ‘vastelandskwelder’ staat onder invloed van diepe bodemdaling door de gasproductie uit de gasvelden Moddergat en Nes. De gemiddelde diepe bodemdaling in dit gebied over de periode 2007-2024 bedraagt ca. 3,5 mm/jaar.

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

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

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

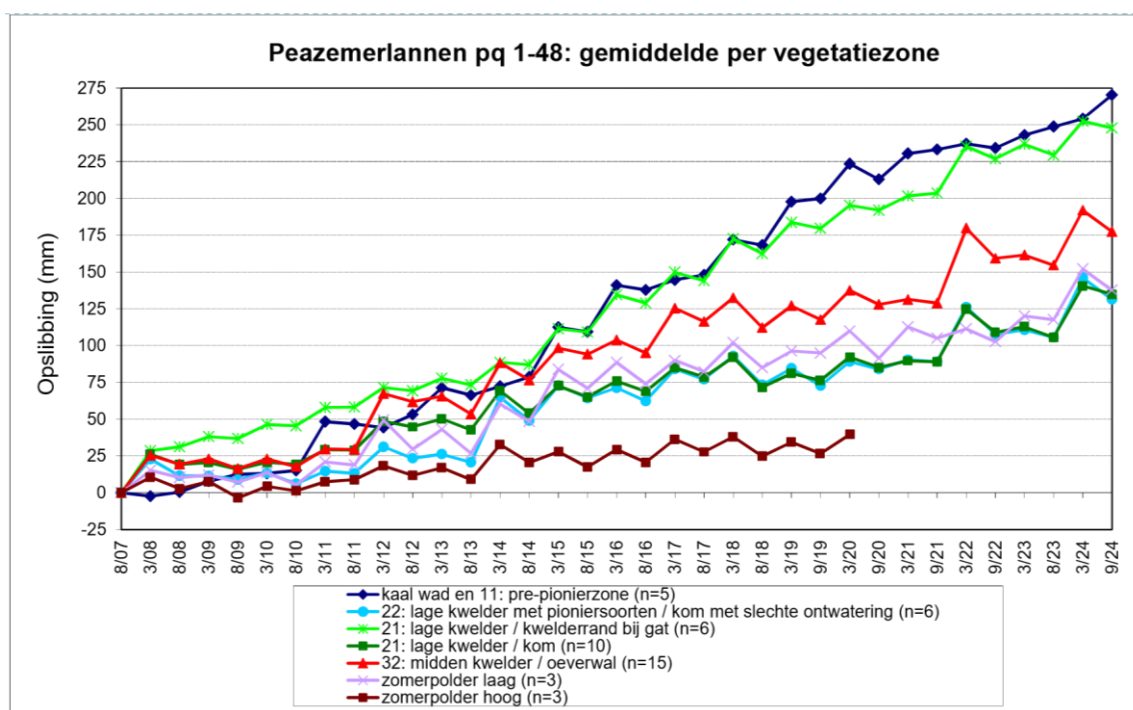
1. Wat is de verandering van maaiveldhoogte (bodemdaling + opslibbing) en hoe verhoudt deze zich tot de streefwaarde (bodemdaling + zeespiegelstijging) en grenswaarde (10-15 cm onder de ondergrens van een vegetatiezone) voor maaiveld daling voor de vegetatiesamenstelling?
2. Wat zijn de veranderingen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

De onderzoeksresultaten zijn beschreven in: W. Van Duin en J. Krol (2025) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en referentiegebieden: Jaarrapport 2024 [Artemisia-rapport 2025-01].

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

## Opslibbing

In de periode 2007 – 2024 is bij alle vaste meetpunten (pq's) gemiddeld een toename van de maaiveldhoogte opgetreden (Figuur 22). De gemiddelde jaarlijkse netto opslibbing in de pionierszone en de verschillende vegetatiezones van de kwelder lag tussen 8-11 mm/jaar. In de zomerpolder is gemiddeld een opslibbing gemeten van 8 mm/jaar in de lage delen aan de oostkant. Op het kale wad en in de pre-pionierszone is een gemiddelde toename in maaiveldhoogte gemeten van 16 mm/jaar. De opslibbingstrend vertoont een hoge mate van consistentie en liniariteit.



Figuur 22. Gemiddelde cumulatieve netto-opslibbing (mm) per vegetatiezone (met SALT97 code) in de kwelder en deelgebied in de zomerpolder op basis van SEB-metingen in de Peazemerlannen van 2007-2022. Data betreffende de zomerpolder-hoog vanaf 9/20 ontbreken wegens het afmaaien van de SEB-palen.

In dezelfde periode bedroeg de gemiddelde bodemdaling 3,5 mm/jaar en was de gemiddelde hoogwaterstijging 3,7 mm/jaar (trend Lauwersoog 2007-2024). Er zijn 14 van de 48 meetpunten die gemiddeld een lagere opslibbing hebben dan 7,2 mm/jaar. Daarnaast zijn er nog drie meetpunten met een gemiddelde opslibbing daar net boven.

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

Wat bij een aantal pq's met een beperkte opslibbing ook nog een rol gespeeld kan hebben, is dat in de afgelopen jaren specifiek schapenbeweiding heeft plaatsgevonden, veroorzaakt door uitbraak of onjuist uitrasteren, in een deel van of de gehele westelijke kwelder. Dit heeft bij enkele pq's tot vertrapping en daarmee inklink geleid. Verder waren 2018, 2019 en 2020 erg droge jaren, wat inklink door uitdroging veroorzaakt kan hebben. Daarnaast zijn er weinig sediment aanvoerende hoge tijen geweest in 2018 en 2019. Wanneer er in een jaar wel stormtijden voorkomen met hoge waterstanden, zoals bij de drie opeenvolgende februari-stormen in 2022 gebeurde, dan kan dat de gemiddelde opslibbing ineens sterk laten toenemen.

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

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

### Ontwikkeling kweldervegetatie en pionierszone

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

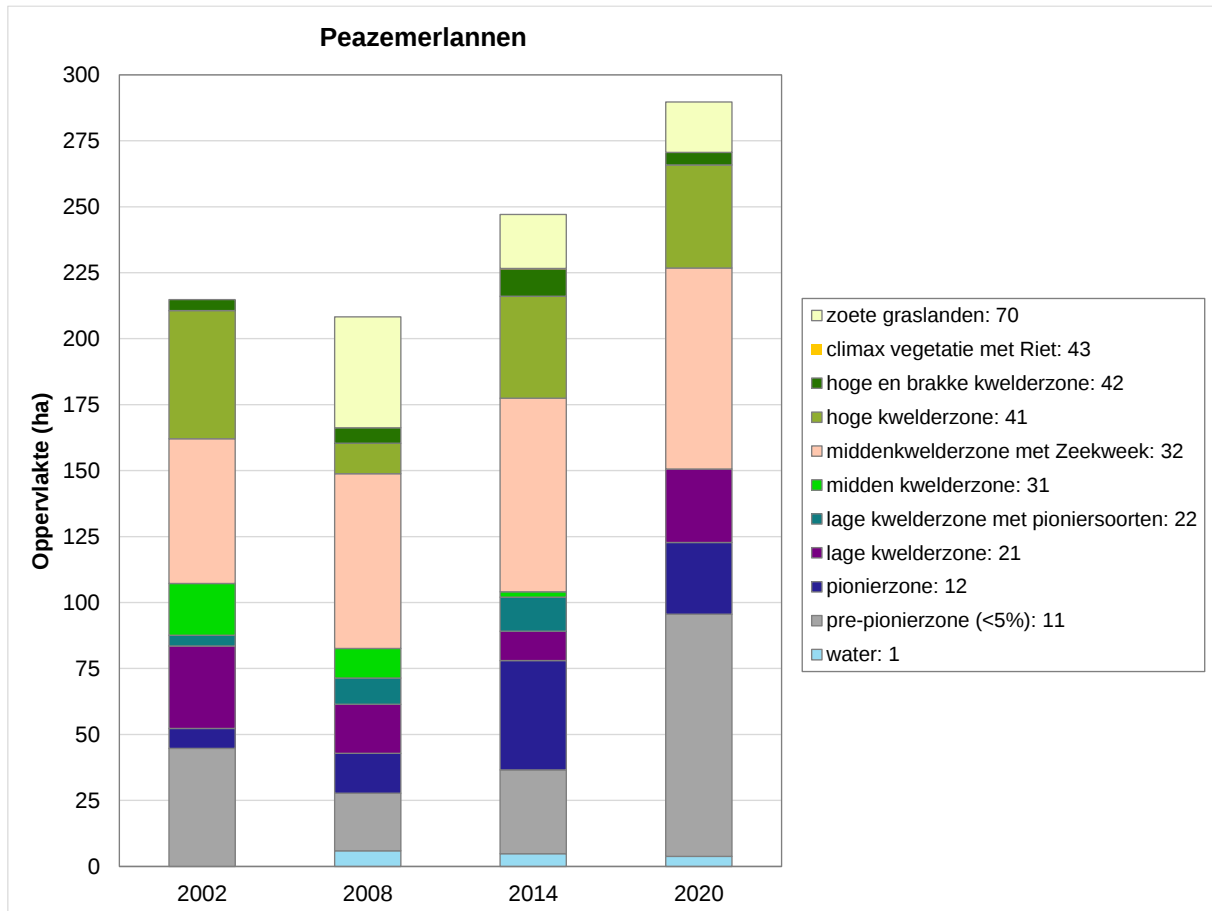
Dit laat zien dat er tot nu toe, zelfs bij een negatieve opslibbingsbalans op een aantal meetpunten - al dan niet als gevolg van bodemdaling - geen kritische grens is overschreden met gevolgen voor de vegetatie. Gezien de huidige snelheid van bodemdaling past dat ook bij de verwachting. Daarnaast liggen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

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

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

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

De trend die op basis van de vegetatiekaarten kan worden waargenomen is er een van natuurlijke successie/veroudering en uitbreiding van het areaal, met name (pre-) pionierzone, die ook na de start van de gaswinning is doorgegaan. In het 2023 rapport (Van Duin, 2024) is ook de laatste VEGWAD kartering uit 2020 meegenomen. Naast dat de typeringen in de laatste kartering zijn aangepast ten opzichte van die in de voorgaande karteringen, is de extra toename van de pre-pionierzone opvallend; het gaat deels wel 'ten koste' van de classificatie pionierzone; zie Figuur 23.



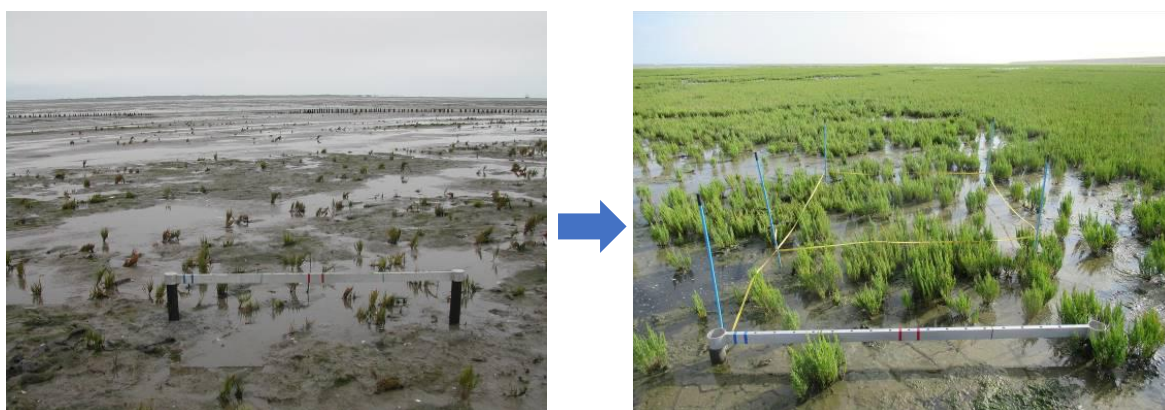
Figuur 23. Ontwikkeling vegetatiezones in de Peazemerlannen van 2002-2020. Berekend uit de VEGWAD-vegetatiekarteringen van RWS. NB: In 2020 zijn zone 22 en 31 niet apart onderscheiden.

Waarnemingen tijdens de veldbezoeken in het kader van de monitoring laten ook overduidelijk zien, dat de uitbreiding van de (pre-) pionierzone ook na 2014 is doorgegaan en dat naast Zeekraal ook vaker Engels Slijkgras wordt aangetroffen, zie Figuur 24.

PQ 38



PQ 45



Figuur 24. Ontwikkeling (pre-)pionierzone met voornamelijk Zeekraal en (sporadisch) Engels slijkgras bij PQ 38 boven en PQ 45 onder. Links situatie in 2007 en rechts die in augustus/september 2024.

### Beweiding en beheer Peazemerlannen

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

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

Figuur 25 toont de globale herinrichting van de Peazemerlannen; waarbij de hoofdindeling is: westelijk recreatief, midden beweiding en oostelijk natuurontwikkeling.



Figuur 25. De meetpunten en drie herinrichtingsonderdelen in de Peazemerlannen:

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

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

Om de beweiding te beperken tot de beoogde kwelder- en zomerpolderdelen zijn er goede blokkades in de vorm van hekken op de zomerkade geplaatst. Het blijft echter essentieel dat er duidelijke afspraken met de pachter over de beweiding worden gemaakt en dat daar op gehandhaafd wordt.

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

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

In overleg met de Auditcommissie, beheerder IFG, Artemisia en NAM is besloten de maaiveldontwikkeling in de te beweiden kwelder te gaan meten, in aanvulling op de bestaande monitoring. In 2024 zijn er twee metingen uitgevoerd (april en december). Gezien de beperkte beweiding tot nu toe in het desbetreffende gebied en de relatief korte monitoringsperiode, zijn over de gedane metingen nog geen conclusies te vermelden.

## TE HANTEREN BESLISSCHEMA

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

## TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

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

Antwoord: Voor de verschillende onderzochte kwelderhabitats is dit niet het geval; zie Figuur 23. Hieruit komt naar voren dat het areaal aan habitats toeneemt; dit geldt met name voor het habitattype pre-pionierszone → 5



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

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



→ **10 OORDEEL:**

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

### Deelconclusie

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

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

## Monitoring Lauwersmeergebied

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

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

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

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

### Trendmatige ontwikkeling Natura 2000 broedvogelsoorten

Door verschuivingen in de prioriteiten bij de effectmonitoring (eerdere adviezen van de Auditcommissie) en bij inventarisaties van terreinbeheerder Staatbosbeheer (SBB) vindt geen jaarlijkse monitoring van slaapplaatsen en van niet-broedvogels meer plaats in het gebied. De Natura 2000 gebiedsfunctie voor foeragerende vogels in het niet-broedseizoen en de functie van slaap- en rustgebied blijft daarmee buiten beschouwing.

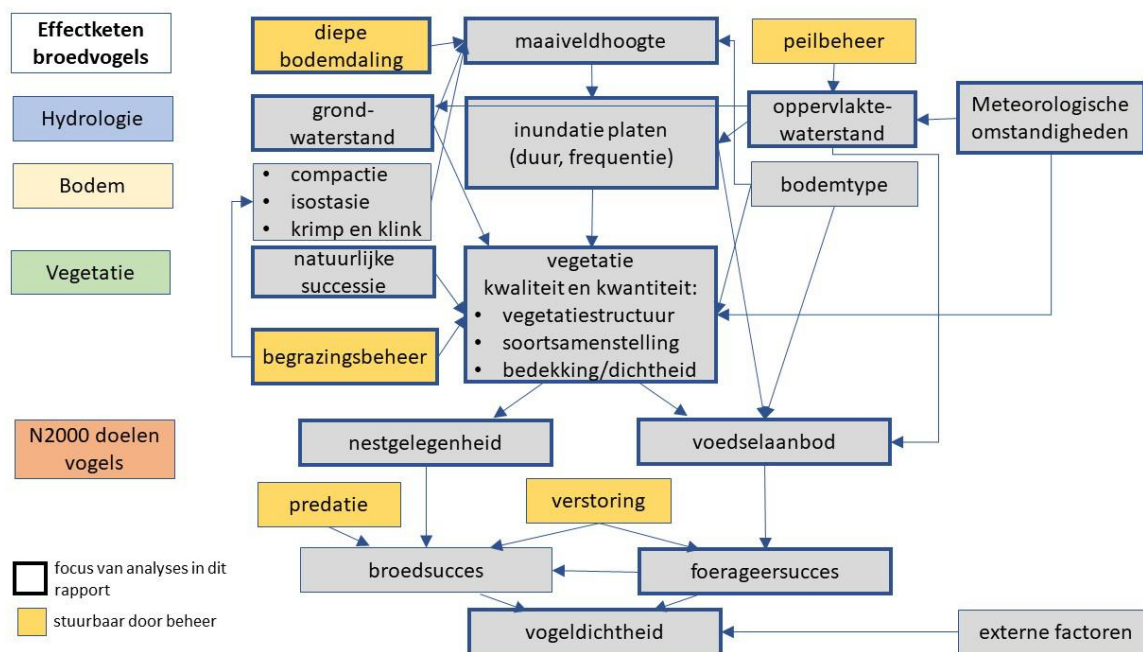
Kleefstra et al. (2025) hebben vastgesteld dat van de dertien Natura 2000-broedvogelsoorten in het Lauwersmeer, er vijf niet meer tot broeden komen in het Lauwersmeer. Van de overige acht soorten lagen bij Rietzanger, Snor en Blauwborst de gemiddelde aantallen over de afgelopen vijf jaar boven de instandhoudingsdoelstelling. Op basis van de periode 2020 – 2024 geldt dat aanvullend nu ook voor aantallen Roerdomp en Bruine Kiekendief. Tabel 10 toont de detailanalyse van de geselecteerde vogelsoorten.

Tabel 10. Vogelsoorten na selectie voor nadere detailanalyse

| SOORT                                                                                                             | TRENDS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | DRAAGKRACHT GEBIED                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Bruine Kiekendief</b></p> | <p>Er broedden in 2024 ca. 25 Bruine Kiekendieven. Hiermee wordt recent voldaan aan de Instandhoudingsdoelstelling.</p> <p>De korte termijn trend is positief; dit in tegenstelling tot de landelijk trend die onverminderd negatief blijft. Extra opmerkelijk is de trend in het Lauwersneergebied omdat 2024 in de boeken gaat als muizenarm jaar.</p> | <p>Om ongestoord te broeden heeft de Bruine Kiekendief uitgestrekt dicht en structuurrijk landriet nodig.</p> <p>De kwaliteit en areaal van het landriet lijkt wat aan het toenemen. Alle territoria bevonden zich in onbegraasd terrein; daarnaast bevond zich een cluster aan Bruine Kiekendieven op het eiland Schoolplein dat vrij is van predatoren, zoals de Vos.</p> |
|  <p><b>Blauwborst</b></p>        | <p>In 2024 lijkt dat afname van de Blauwborst sinds 2018 doorbroken, 154 territoria.</p> <p>De trend op de lange termijn in het gebied als landelijk blijven positief.</p>                                                                                                                                                                               | <p>De deelpopulatie Blauwborsten in het Lauwersmeergebied is afhankelijk van opkomend struweel, grenzend aan een meer open, gefragmenteerd rietlandschap.</p> <p>Het is echter nog steeds onduidelijk waarom Blauwborsten sinds 2018 zo'n terugval in het Lauwersmeer laten zien.</p>                                                                                       |
|  <p><b>Snor</b></p>            | <p>In 2024 bevestigt het aantal broedparen Snor de sterk positieve trend: 114 territoria.</p> <p>De trend in het Lauwersmeer nog steeds positiever dan op landelijk niveau.</p>                                                                                                                                                                          | <p>Broedende Snorren zijn in het Lauwersmeer afhankelijk van vochtig rietland.</p> <p>Het gros van territoria bevond zich op onbegraasd terrein. Ook profiteren Snorren van nieuwe exclusures (Zoutkamperplaat, Schildhoek) en lagere veedichtheden (Zoutkamperplaat).</p>                                                                                                  |
|  <p><b>Rietzanger</b></p>      | <p>De Rietzanger vertoont een stabiele, licht stijgende trend in het Lauwersmeergebied.</p> <p>Het aantal broedparen wordt geschat op 2157. Landelijk is op de korte termijn ook sprake van een (licht) stijgende trend.</p>                                                                                                                             | <p>Om te broeden zijn Rietzangers afhankelijk van droog tot vochtige rietvegetaties. Indien meer vochtige omstandigheden met beperking van grote grazers gecreëerd worden, kunnen de omstandigheden voor Rietzangers verbeterd worden.</p> <p>Het uitzetten van nieuwe exclusures door SBB zou op termijn tot een nog positievere trend kunnen leiden.</p>                  |

## Integrale analyse Lauwersmeergebied

In antwoord op het advies van de Auditcommissie, zijn in Kleefstra et al. (2021) de ecologische verbanden tussen hoogteligging, inundatie, vegetatieontwikkeling en ontwikkeling van de aantallen van geselecteerde Natura 2000-vogelsoorten in het licht van het begrazingsbeheer en de effecten van bodemdaling verder verdiept. Dit heeft in de 2021 rapportage geleid tot een verdere uitbreiding en concretisering van de effectketen-analyse en het synthese overzicht voor de broedvogels. In de afgelopen jaren is de effectketen verder doorontwikkeld; Figuur 26 toont de geoptimaliseerde effecten-ketenanalyse voor broedvogels (Kleefstra et al. (2025)).



Figuur 26. Beschrijving van de effectketen van bodemdaling door gaswinning op de Natura2000 doelen voor broedvogels. De richting van de pijl geeft de richting van het effect aan. In het schema is met dikke omliningslijnen tevens ook de focus van de analyses over monitoringjaar 2024 aangegeven.

### Bodemdaling in relatie tot maaiveldaling en inundatie

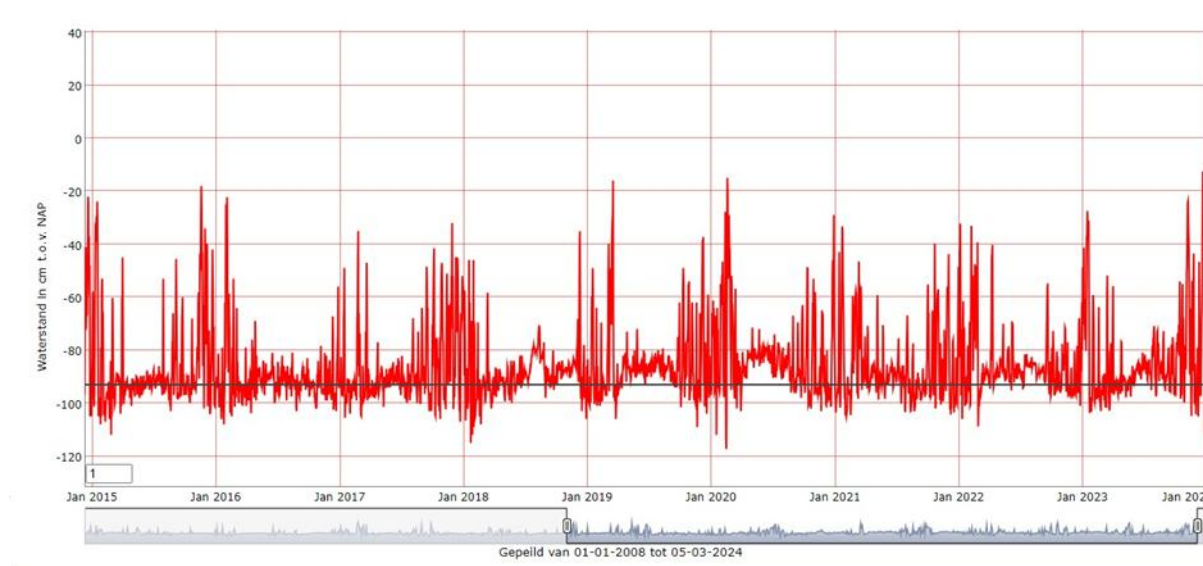
Uitgangspunt in de effectketen is de aanname dat diepe bodemdaling door gaswinning ook een daling van het maaiveld tot gevolg heeft. Bij verder gelijkblijvende omstandigheden (peilbeheer, neerslag en verdamping) leidt een maaiveldaling tot hogere grondwaterstanden ten opzichte van het maaiveld en tot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

Evenals in voorgaande jaren is het beeld dat bij het merendeel van de meetpunten sprake is van maaiveldaling. Daarentegen is bij bijna een derde van de locaties echter sprake van een stijging van het maaiveld. Over het algemeen is de maaiveldaling beduidend groter dan de gemodelleerde diepe bodemdaling; van een strikt lineaire trend is geen sprake.

Het ontwikkelde overstromingsmodel laat zien dat het waterpeil de sturende factor is voor het inundatieprofiel. Verhoging van de waterstand in het meer, als gevolg van neerslag en het niet kunnen spuien, leidt al snel tot toename van het overstroomde oppervlak. De mate waarin dit extra toeneemt als gevolg van bodemdaling is beperkt.

Figuur 27 toont het verloop van de waterstand van het Lauwersmeer in de periode 2015 – 2024. Het standaard peil ofwel het streefpeil is 93 cm onder NAP. De grafiek laat zien dat de waterstand vele

en zeer grote schommelingen kent, als ook sterke 'uitschieters' omhoog in de winterperiode. Deze worden bepaald door de weeromstandigheden en daarbij behorende waterafvoer van het achterliggend gebied via het Lauwersmeer naar de Waddenzee en hoe het water gebufferd wordt voordat het op de Waddenzee gespuid kan worden. De grafiek laat ook zien dat de maximale waterstanden en schommelingen – welke vele decimeters bedragen – de tot nu toe opgetreden diepe bodemdaling onder het Lauwersmeergebied ver overstijgt.



Figuur 27. Verloop van de waterstand van het Lauwersmeer bij de Cleveringsluizen (rode lijn). In grijs is het streefpeil van 93 cm – NAP weergegeven.

De extra inundatie door maaiveld daling is afhankelijk van de waterstand in het Lauwersmeer. Bij vaak voorkomende waterstanden is deze beperkt tot smalle randen langs de platen. Neemt de waterstand toe, dan wordt het effect groter en ontstaan geïsoleerde eilanden. Door maaiveld daling ontstaan dergelijke eilanden iets eerder, maar als de waterstand verder stijgt is de maaiveld daling niet meer relevant. Ook zonder maaiveld daling zouden dan de eilanden zijn ontstaan.

### Bodemdaling in relatie tot grondwaterstand

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

## Bodemdaling in relatie tot vegetatieontwikkelingen

De verwachting was dat gaswinning via diepe bodemdaling leidt tot daling van het maaiveld en daarmee - bij gelijkblijvend peilbeheer en vergelijkbare weersituatie - tot nattere omstandigheden voor de vegetatie. Uit de pq-analyse en de hiervan afgeleide indicatie voor de (voorjaars)-grondwaterstand blijkt geen trend die wijst op vernatting. In tegendeel, de vegetatieontwikkelingen in de pq's wijzen regelmatig op een lichte mate van verdroging vooral op de zandige platen in het noorden. Wel is er met de data van 2024 erbij minder vaak een indicatie voor verdroging vastgesteld dan in de afgelopen jaren, wat een gevolg lijkt van een ander weerpatroon in voorjaar en zomer. Ook de verhoging van het meerpeil in de laatste zomers zou daarbij een rol kunnen spelen, maar uit de hydrologische analyse blijkt het meerpeil statistisch nauwelijks van invloed te zijn geweest op de grondwaterstanden. Een effect van diepe bodemdaling via maaiveld daling en vervolgens vernatting op de vegetatie is niet vastgesteld.

Vegetatie-structuur-veranderingen worden waarschijnlijk met name bepaald door successie, begrazingsbeheer en mogelijke veranderingen in het terreingebruik door de grazers. Interessante ontwikkelingen zijn al waar te nemen in een aantal gebieden waar Staatbosbeheer exclusies heeft aangebracht en/of de begrazingsdruk heeft veranderd zoals op de Schildhoek en de Zoutkamperplaat.

## Bodemdaling in relatie tot ontwikkeling muizen

In vergelijking met voorgaande jaren is in 2024 het aantal getelde muizen in het Lauwersmeergebied gedaald. Landelijk was er ook sprake van een daling en wordt gesproken van een slecht muizenjaar en daarmee een slecht jaar voor roofvogels. Uit de muizenanalyse volgt ook dat in de loop der jaren de verhouding Veldmuis versus Aardmuis steeds meer verschuift in het voordeel van de Aardmuis in het Lauwersmeergebied.

Uit de 2023 rapportage van Beemster et al. (2024) volgde dat extreem hoge maximale waterpeilen, welke tot een sterkere inundatie leiden (zie ook bovenstaande paragraaf. "Bodemdaling in relatie tot maaiveld daling en inundatie"), in de winter (november – februari) een verband lijken te hebben met het aantal foeragerende roofvogels in de daarop volgende zomerperiode. In de weer later volgende winterperiode is dit verband echter niet direct waarneembaar.

In de 2024 rapportage (Kleestra et al. (2025)) komt ook een duidelijk beeld naar voren van een aanvullend effect door het type vegetatie op het muizenbestand. Op de zuidelijke platen met rietopslag neemt bij maximale waterpeilen het muizenbestand significant af. Daarentegen dit op de noordelijke platen - met Kruipwilg begroeide platen - niet het geval is. Het verschil in resultaat tussen de noordelijke en zuidelijke platen bevestigt de verwachting dat woelmuizen in een kruipwilgbegroeiing inundaties beter overleven dan in een grazige / rietvegetatie.

Voor De Bruine Kiekendief lijkt het effect van maximale waterpeilen en tijdelijke afname in muizen gering daar deze vogelsoort ook foerageert op watervogels. Als broedvogel doet de Bruine Kiekendief het de laatste jaren goed in het Lauwersmeergebied en voldoet het aantal hiermee recent ook aan de beoogde instandhoudingsdoelstellingen.

## TE HANTEREN BESLISSCHEMA

De resultaten van Kleefstra et al. (2025), als ook de doorvertaling ervan in het synthese-overzicht worden conform de methodiek van deze integrale beoordeling ook het in beslisschema A (onderdeel vogels – N2000 soorten) toegepast.

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

## TOEPASSING VAN HET BESLISSCHEMA

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

Antwoord: Voor alle te monitoren vogelsoorten wordt recent voldaan aan de Instandhoudingsdoelstellingen → 8



→ 8 OORDEEL:

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

## Deelconclusie

Voor de rietbroedvogels is met name de invloed van het (begrazings)beheer een bepalende factor. Daarnaast zijn ook droogval en inundatie van platen bepalend voor de habitatkwaliteit van rietvelden voor rietbroedvogels en voor op muizen foeragerende roofvogels. Dit wordt waarschijnlijk in grote mate bepaald door de sterke fluctuaties in het waterpeil en extremen in waterpeilhoogte, veroorzaakt door de meteorologische omstandigheden en het waterpeilbeheer. Het is gebleken dat extreem hoge waterpeilen in het Lauwersmeer een tijdelijk invloed hebben op het muizenbestand en de aantallen foeragerende roofvogels. Voor De Bruine Kiekendief lijkt het effect echter gering daar deze vogelsoort ook foerageert op watervogels. Als broedvogel doet de Bruine Kiekendief het de laatste jaren goed in het Lauwersmeergebied. Mogelijk ook gestimuleerd door toename aan veilige broedomgevingen voor de Bruine Kiekendief als gevolg van aanpassing in beheer zoals de aanleg van exclosures en het verlagen van de begrazingsdruk.

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

## Eindconclusies

| Beleidsdoel                                                                                                                                                                                                                                                        | Conclusie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Meegroeivermogen Waddenzee:</b><br><br><i>‘Bodemdaling door gaswinning mag, in cumulatie met zeespiegelstijging het meegroeivermogen van de Waddenzee niet overschrijden of dreigen te overschrijden.’</i>                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conform het Meet- &amp; regelprotocol is aangetoond dat de berekende gemiddelde bodemdalingssnelheid in cumulatie met de beleidsscenario voor de vastgestelde relatieve zeespiegelstijging, het vastgestelde meegroeivermogen voor de beide kombergingen Pinkegat en Zoutkamperlaag niet overschrijdt of dreigt te overschrijden.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Waddenzee (wadplaten):</b><br><br><i>‘Behoud oppervlakte (en verbetering kwaliteit) slik- en zandplaten.’</i><br><br><i>‘Zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van waterbewegingen en de hiermee gepaard gaande geomorfologische en bodemkundige processen.’</i> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Het plaatgedrag in de deelgebieden binnen de beide kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag laten grote variaties zien. De geconstateerde veranderingen zijn eerder een gevolg van geul-plaat-dynamiek en meteorologische omstandigheden, dan dat ze op een verband met de diepe bodemdaling duiden.</li> <li>Op de schaal van het kombergingsgebied heffen deze variaties in oppervlak en hoogte elkaar op en is de conclusie dat zowel de ontwikkeling van het totale plaatareaal als de plaathoogte binnen de onzekerheidsmarge van de LiDAR-metingen vallen. Daarmee laten de LiDAR-data geen effecten van bodemdaling zien.</li> <li>Er is inzicht verkregen in de ontwikkeling van de droogvaltijden in het Friesche Zeegat. De droogvaltijden over de monitoringsperiode worden bepaald door veranderingen in waterstand en niet door veranderingen in bodemligging. Lange termijn veranderingen in waterstand worden bepaald door zeespiegelstijging en de astronomische 18,6 jaar cyclus. Middellange termijn veranderingen worden bepaald door de meteorologische oost-west windcomponent.</li> <li>Alle onderzoeksgebieden laten, op basis van de spijkermetingen, over langere meetperiode sedimentatie zien aan het oppervlak.</li> </ul> |
| <b>Waddenzee (wadplaten):</b><br><br><i>‘Behoud van omvang en kwaliteit foerageergebied voor broed-, trek- en overwinterende vogels.’</i>                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Er zijn geen aanwijzingen voor een effect van bodemdaling door gaswinning op de beschermde vogelsoorten of op de voedselbeschikbaarheid van de wadplaten als foerageergebied voor de Natura-2000 doelsoorten.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Kwelders Waddenzee:</b><br><br><i>‘Behoud van oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, buitendijks, inclusief zilte pioniervegetatie en de aanwezigheid van slijkgras.’</i>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>In de Peazemerlannen vindt - met uitzondering van de zomerpolder – voldoende opslibbing plaats om de bodemdaling en zeespiegelstijging te compenseren.</li> <li>Door de uitbreidende en dichterbegroeide rakende pionierzone en het opslibbende voorliggende wad van de Peazemerlannen komt een beeld naar voren van successie/veroudering.</li> <li>Er zijn geen aanwijzingen dat de bodemdaling tot nu toe nadelige effecten op de kweldervegetatie heeft gehad.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Lauwersmeergebied:</b><br><br><i>‘Behoud van omvang en kwaliteit van het leefgebied voor broed- of trekvogels.’</i>                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>De aantallen aan beschermde broedvogelsoorten lijken sterk gerelateerd aan ontwikkelingen binnen het Lauwersmeergebied. Deze ontwikkelingen zijn onder andere sterk fluctuerende waterstanden, hoge waterpeilen door meteorologische omstandigheden, vormen van beheer, begrazing en predatie. Geen van de bovengenoemde ontwikkelingen kan worden gerelateerd aan bodemdaling door gaswinning.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## Literatuur

- Beukema, J.J., Dekker, R. & Drent, J. (2017) Dynamics of a Limecola (*Macoma balthica*) population in a tidal flat area in the western Wadden Sea: effects of declining survival and recruitment. *Helgoland Marine Research*, 71, 12.
- Buiter R., Govers L. & Piersma T. (2016). Knooppunt Waddenzee. Bornmeer, Gorredijk.
- Duijns S., Troost K., Van Winden E., Rappoldt K., Nienhuis J., Schekkerman H., Folmer E.O. (2025) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - Rapportage t/m monitoringjaar 2024. SOVON-rapport 2025/32.
- Ens B.J. & Zwarts L. (1980). Wulpen op het wad van Moddergat. *Watervogels* 5:108-120.
- Ens B.J., Kleefstra R., van Winden E.A.J., Polwijk F., Vroom M., van der Zee E., Rippen A. & Sikkema M. (2017). Monitoring van verstoring en potentiële verstoringsbronnen van vogels en zeehonden in de Waddenzee - seizoen 2016. SOVON Vogelonderzoek Nederland / Altenburg & Wymenga, SOVON-rapport 2017/30; A&W-rapport 2349 Nijmegen / Veenwouden, 1-83.
- Ens B.J., Troost K., Van Winden E., Schekkerman H., Rappoldt K., van Kessel J., Nienhuis J. (2021) Monitoring van het voor vogels oogstbare voedselaanbod in de kombergingen van het Pinkegat en Zoutkamperlaag - Rapportage t/m monitoringjaar 2020. SOVON-rapport 2021/35
- Field (2025) Waddenzee LiDAR acquisition for 2024. Field-report 43000.
- Gawehn, M. (2025) Monitoring wadplaatareaal Friesche Zeegat met LiDAR (2010-2024)
- Hoeksema H.J., Mulder H.P.J., Rommel M.C., de Ronde J.G., de Vlas J. (1998) Bodemdalingstudie Waddenzee 20 04. RIKZ
- Kersten M., Brenninkmeijer A. & de Jong J. (2014). De hvp op de Feugelpôle. Effect van verstoring op het aantal vogels. A&W, A&W-rapport 2033, Feanwâlden, 69.
- Kersten M., Brenninkmeijer A., Krol J., Kijk in de Vegte A. & de Jong J.T. (2016). De HVP op de Feugelpolle in 2016. Effect van werkzaamheden aan de waddijk op het aantal vogels tijdens hoogwater. Ecosense, Ecosense rapport 3, Groningen, 79.
- Kleefstra R., Beemster N., Bijkerk W., Bekkema M., Bil W., de Boer P., Buijs R., Van Manen W., Hoekstra R., Venderbos R., Stahl J. (2025) Analyse van de effecten van bodemdaling op hydrologie, vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2024. SOVON-rapport 2025/39 | A&W-rapport 24-165.
- Kuiters, A.T. & Wegman R.M.A. (2020) Veranderingen in morfologie kwelderrand en kwelderdrainage op Oost-Ameland in relatie tot bodemdaling. (2020). Wageningen Environmental Research.
- Lodewijks J.G., Saathof L., Krol J. (2025) Sedimentatiemetingen van droogvallend wad in de Waddenzee onder Ameland, 2024
- Lugt M. van der, Cleveringa, J., Wang, Z.B (2020) Integrale analyse morfologische effecten van bodemdaling door gaswinning Ameland-Oost. Deltares [Arcadis – partner]
- NAM (2006) MER Aardgaswinning Waddenzeegebied vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. Nederlandse Aardolie Maatschappij BV
- NAM (2019) Monitoring van de effecten van bodemdaling door gaswinning in het Wadden- en Lauwersmeergebied, evaluatie monitoring 2013-2019. EP201907205142

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

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

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

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

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

NAM (2025) Gaswinning vanaf de locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen; Resultaten uitvoering Meet- en regelcyclus 2023. EP202402225793.

NAM (2024) Gaswinning Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen - Publiekssamenvatting en Integrale Beoordeling. EP202404234295

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

Van Duin W., Krol J. (2025) Kweldermonitoring in de Peazemerlannen en het referentiegebied en referentiegebieden: Jaarrapport 2024. *Artemisia*-rapport 2025-01

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

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

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

## BIJLAGE 1 - Ontwikkeling Integraal Beslisschema

### Inleiding

In haar advies over de 2023 MLV-rapportage merkt de Auditcommissie op dat in het hoofdrapport - lees: de Integrale Beoordeling - een integraal beslisschema nog ontbreekt, dat de afzonderlijke beslisschema's voor alle onderwerpen (abiotisch en biotisch) bij elkaar brengt. Zie ook: MER advies 3853 - <https://www.commissiener.nl/adviezen/3853>

De Auditcommissie geeft in haar advies aan dat met een integraal schema verbanden gelegd kunnen worden voor het hele systeem. Het huidige schema loopt welliswaar de biotische parameters langs, maar de abiotische variabelen worden hierin niet (direct) geïntegreerd.

De Auditcommissie beveelt aan om een schema op te stellen waarin alle monitoringsonderdelen opgenomen zijn. Onderstaande ketenbenadering zou daarbij gevolgd kunnen worden:

1. Is er diepe bodemdaling?
2. Is dat aan het oppervlak morfologisch meetbaar (in termen van oppervlak, droogvalduur, waterpeilen, slibgehalten en korrelgroottes)?
3. Leiden eventuele morfologische veranderingen tot verandering van abiotische instandhoudingsdoelen in termen van oppervlak bij eb droogvallende slik- en zandplaten in de Waddenzee en oppervlaktewater in het Lauwersmeer?
4. Zijn morfologische variaties meetbaar in biotische instandhoudingsdoelen voor habitats en bodemfauna?
5. Integreer vervolgens alle voorgaande variabelen in draagkracht voor vogels; voortkomend uit de WadMap-proxies en SEM analyse;
6. Vertaal de conclusies naar de abiotische en biotische instandhoudingsdoelen, zoals oppervlak droogvallende platen bij eb, omvang en kwaliteit van habitattypen voor kwelders.

De Auditcommissie veronderstelt dat als de eerste vier onderdelen van de keten geen effect laten zien en de integratie ook geen aanwijzing geeft dat sprake is van effecten, de eindconclusie sterker is dan bij een beoordeling van de afzonderlijke onderdelen.

Op basis van het advies en de voorgestelde stappen wordt in de volgende paragraaf als '*pilot*' het Integraal Beslisschema doorlopen.

## Doorloop – Integraal Beslisschema

### **Stap 1:** Is er sprake is van diepe bodemdaling?

#### Beantwoording:

Sinds 2027 is er in het Pinkegat en Zoutkamperlaag sprake van diepe bodemdaling door de MLV gaswinning; waarbij Oost-Ameland extra verdiept is door de Ameland-gaswinning (sinds 1986) en de Peazemerlannen en het Lauwersmeer ook onder invloed staan van de gaswinning uit de Anjum gasvelden (sinds 1987).

### **Stap 2:** Is de bodemdaling morfologisch meetbaar in termen van van oppervlakte / areaal, droogvalduur, waterpeilen, slibgehaltenes, korrelgroottes? *Subvragen: Welke waarnemingen worden gedaan, wijken deze af van de rest van de Waddenzee (of ander referentiegebied) en wat zijn mogelijke verklaringen?*

#### Beantwoording:

Het areaal aan wadplaten in het Pinkegat en Zoutkamperlaag is constant. Op clusterniveau van wadplaten in beide kombergingen is er sprake van netto opslibbing. Engelsplaat blijft achter; deze plaat midden in het Friesche zeegat staat onder invloed van weersomstandigheden (stormen). Het plaatgedrag – met name Pinkegat – laat wel grote variaties zien. De geconstateerde veranderingen zijn eerder een gevolg van geul-plaat-dynamiek en meteorologische omstandigheden, dan dat ze op een verband met de diepe bodemdaling duiden.

Momenteel is er sprake van een afname in droogvalduur van de wadplaten. Dit wordt ook waargenomen in de gehele Waddenzee. De waargenomen afname in onderdeel van de cyclische variatie van de droogvalduur die wordt bepaald door cyclische veranderingen in waterstand, onder andere bepaald door de astronomische 18,6 jaar cyclus.

Onderzoek uit 2023 (De la Barra et al.) suggereert een verandering (verkleining) in korrelgrootte in het bodemdalingsgebied door sedimentatie van fijner zand. Beschouwing van Deltares & Arcadis hierop liet zien dat er geen causaal verband aangetoond wordt tussen de bodemdaling en de rest van de waddenzee. Dit geldt zowel voor de bodemsamenstelling als macrozoobenthos.

Op de Peazemerlannen is er nog steeds sprake van een uitbreidende pionierzone en (sterke) opslibbing van het voorliggend wad. De Peazemerlannen wijken hiermee in positieve zin af van referentiegebieden langs de Friese en Groningse kust.

Inundatie in het Lauwersmeergebied is zeer sterk afhankelijk van de waterstand in het Lauwersmeer. De hoge waterpeilen in het Lauwersmeer - als gevolg van weersomstandigheden en de wijze van waterpeilbeheer - overtreffen met meerdere decimeters de relatief geringe bodemdaling van 2 tot 6 centimeter onder het Lauwersmeergebied.

#### Concluderend:

Op morfologisch niveau is bodemdaling als gevolg aardgaswinning op het Wad, de Peazemerlannen en Lauwersmeergebied niet meetbaar. Er worden enkele veranderingen waargenomen, waarvoor duidelijke relaties met andere oorzaken worden aangewezen.

**Stap 3:**        **Leiden eventuele morfologische veranderingen tot verandering van abiotische instandhoudingsdoelen in termen van oppervlak bij eb droogvallende slik- en zandplaten in de Waddenzee, kwelderhabitats en oppervlaktewater in het Lauwersmeer?**

**Beantwoording:**

De paragraaf “Ontwikkeling van areaal en hoogteligging wadplaten” toont dat de oppervlakte van het droogvallend plaatareaal op kombergingsniveau geen significante veranderingen laat zien voor de LiDAR data (wat eveneens geldt voor de RWS-vaklodgingen). Daarbij is de meetbare afgeleide van het habitat-type H1140 A de oppervlakte is van het droogvallende wad boven -50 cm NAP.

Figuur 23 laat zien dat het kwelderoppervlak van de Peazemerlannen aan het toenemen is. Dit is toe te schrijven aan toename in het kwelderhabitat pre-pionierzone. De overige kwelderhabitats laten gezamenlijk ook een lichte toename zien en wat onderlinge verschuivingen, waardoor bijvoorbeeld op de hoge kwelderzone een meer gevarieerde mix aan het vegetatiezones is ontstaan.

Het Lauwersmeergebied is een vogelrichtlijngebied en kent geen beschermde habitats. De instandhoudingsdoelen zijn gericht op de draagkracht van dit gebied voor bepaalde vogelsoorten. Bij een vast waterpeil is er weinig verandering aan oppervlak aan ‘ecologische’ habitats in het Lauwersmeer. Bepalende factor voor oppervlakten is het sterk fluctuerende waterpeil.

**Concluderend:**

Er zijn geen veranderingen ten aanzien van de abiotische instandhoudingsdoelstellingen vastgesteld.

**Stap 4:**        **Zijn morfologische variaties waarneembaar in biotische instandhoudingsdoelstellingen voor habitats en bodemfauna? *Subvragen: Welke waarnemingen worden gedaan, wijken deze af van de rest van de Waddenzee (of ander referentiegebied) en wat zijn mogelijke verklaringen?***

**Beantwoording:**

Er wordt qua totale biomassa geen verschil gezien tussen het bodemdalingengebied en de rest van de Waddenzee. Op soorten niveau lijkt er een toename te zijn in het wormenbestand en een afname in het schelpenbestand. Het aandeel Mossels en Strandgapers neemt in 2024 juist weer toe, maar het aandeel Kokkels blijft achter. De sterke afname is mede het gevolg van een grote sterfte van droogvallende Kokkels tijdens hittegolven in de nazomers van 2018 en 2019.

Op de kwelder van de Peazemerlannen vindt opslibbing plaats en is voor de vegetatie-ontwikkeling nog immer sprake van natuurlijke successie en veroudering. Ook het voorliggende wad slibt op waardoor de pionierzone zich verder uitbreidt en dichter begroeid raakt. Hier wordt naast Zeekraal ook steeds vaker Engels Slijkgras waargenomen.

In het Lauwersmeer is wat toename aan aaneengesloten rietlanden waar te nemen. Dit is het gevolg van veranderingen in beheer zoals verminderde begrazing op bepaalde delen en het uitzetten/vergroten van exclusies. De woelmuizenpopulatie – een belangrijke voedselbron voor roofvogels – is weer wat afgenomen, wat overeenkomt met de landelijke trend voor 2024. Variaties in muizenaantallen over de jaren heen worden veroorzaakt door de maximum waterpeilen in het Lauwersmeer. De invloed van bodemdaling hierop is verwaarloosbaar.

**Concluderend:**

Er zijn geen negatieve relaties gevonden tussen morfologische variaties en biotische instandhoudingsdoelstellingen. Op de Peazemerlannen is sprake van een positieve ontwikkeling.

**Stap 5:**        **Zijn er veranderingen in draagkracht van vogels (op basis van de WadMap-roxy en SEM analyses)? En hoe verhouden zich deze tot de ontwikkeling van de soorten?**

*Subvragen: Welke waarnemingen worden gedaan, wijken deze af van de rest van de Waddenzee (of ander referentiegebied) en wat zijn mogelijke verklaringen?*

**Beantwoording:**

Voor Pinkegat en Zoutkamperlaag is in 2024 het totale bestand bodemdieren toegenomen en lijkt weer in de buurt te liggen van het niveau tijdens de beginperiode van de metingen. Ongeveer 20% van de biomassa bestaat uit Kokkels. Vanaf 2018 was er bij meerdere soorten een afname waarneembaar, waaronder een afname in het Kokkelbestand. Die afname van het Kokkelbestand is zichtbaar in de hele Waddenzee (Troost *et al.* 2022), en komt deels door het uitblijven van nieuwe broedval en periodieke grote sterfte door hittegolven. Schelpensoorten als de Mossel en Strandgaper laten juist een (sterke) stijging zien. Het wormenbestand is, minus een minder jaar in 2023, hoog waarbij de Wadpier en Draadworm het grootste aandeel hebben in de biomassa.

Van de 13 beoordeelde vogelsoorten zijn voor 4 vogelsoorten negatieve WadMap proxies gevonden en voor 2 vogelsoorten een negatieve SEM-proxy. De Scholekster die in beide categorieën negatief scoort, laat daarbij ook een negatieve trend in aantalsontwikkeling zien in het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Deze trend is gelijk aan de gehele Nederlandse Waddenzee en wordt met name in verband gebracht met Kokkel-bestand in de afgelopen decennia. Rond 1990 was er sprake van zeer grootschalige kokkelvisserij op de wadplaten. Na het verbod op mechanische kokkelvisserij in 2005, is er in 2011 nog een keer een broedval geweest, maar deze heeft zich niet meer herhaald en de laatste jaren zijn Kokkels getroffen door sterfte door hitte in enkele zomers.

Voor de andere afwijkingen zijn er geen directe relaties af te leiden met aantalsontwikkelingen in het Pinkegat en Zoutkamperlaag. Deze zijn stabiel, dan wel (licht) stijgend. Met betrekking tot de WadMap-proxy wordt de verklaring het meest gezocht in het vermoeden dat de kennis in het dieet voor deze soorten nog niet goed, dan wel niet volledig in beeld is en bij de SEM-analyse is er nog een discrepantie in het verklaren van de voedselbeschikbaarheid.

Kijkend naar de aantalsontwikkelingen in het Pinkegat en de Zoutkamperlaag, dan wordt voor twee (Scholekster en Wulp) van de 13 onderzochte soorten een negatieve ontwikkeling waargenomen. Voor de eerder beproefde Scholekster wordt deze trend ook in de rest van de Waddenzee waargenomen en lijkt deze het meest gerelateerd aan de waddenbreed achterblijvende kokkelbestand. Voor de Wulp lijkt er geen indicatie te zijn voor een verslechterd aanbod en wordt de verklaring gezocht in de factor verstoring. Deze is met name in het gebied aanwezig door activiteiten in het kader van dijkversterkingsprogramma's.

**Stap 6:**        **Vertaal de conclusies naar de abiotische en biotische instandhoudingsdoelen, zoals oppervlak droogvallende platen bij eb, omvang en kwaliteit van habitattypen voor kwelders.**

**Eindconclusie:**

Uit de waarnemingen en conclusies komt een beeld naar voren dat er geen negatieve effecten zijn van bodemdaling door gaswinning op de abiotische en biotische instandhoudingsdoelstellingen in de Waddenzee, op de kwelder van de Peazemerlannen en in het Lauwersmeergebied. Waargenomen veranderingen in abiotische en biotische factoren kunnen in de meeste gevallen worden geduid. Op het gebied van dieetsamenstelling en voedselbeschikbaarheid voor op de wadplaten foeragerende vogels is er nog een leemte in kennis.

## Colofon

Auteur: NAM B.V.  
Datum: mei 2025  
Documentnummer: EP202504251761  
Fotografie: SOVON / NAM

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Schepersmaat 2, 9405 TA Assen

[www.nam.nl](http://www.nam.nl)