

**Audit Bodemdalingscommissie Ameland 1986 – 2016**  
**in het bijzonder de periode 2011 – 2016**



December 2017

Inhoudsopgave	Blz.
1. Inleiding	3
2. Acties Begeleidingscommissie naar aanleiding van audit 2011	4
3. Conclusies over de afzonderlijke thema's	
1. Bodemdaling	5
2. Zeespiegelstijging scenario's	7
3. Morfologie Ameland	8
4. Wadplaten en wadvogels	10
5. Duinen en duinvalleien	12
6. Kwelders	14
7. Maatschappelijke aspecten	16
4. Algemene conclusies en aanbevelingen	17

## 1. Inleiding

Op verzoek van de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland organiseerde de Waddenacademie een audit, die zich richtte op de resultaten van het bodemdalingsonderzoek op Ameland over de afgelopen 30 jaar en in het bijzonder over de periode 2011 tot 2016. Eerdere audits zijn uitgevoerd in 1994, 2001, 2005 en 2011. De audits in 2001 en 2005 zijn georganiseerd door de Rijksuniversiteit Groningen, die in 2011 door de Waddenacademie.

Ten behoeve van de audit stelde de Waddenacademie een auditcommissie in die als volgt was samengesteld:

dr. Allert Bijleveld, onderzoeker NIOZ;  
dr. Tjisse van der Heide, universitair docent aquatische ecologie RU;  
dr. Hessel Speelman, portefeuillehouder Geowetenschap Waddenacademie, voorzitter;  
dr.ir. Katja Philippart, portefeuillehouder Ecologie Waddenacademie;  
prof.dr.ir. Pier Vellinga, portefeuillehouder Klimaat en Water Waddenacademie

Klaas Deen, secretaris van de Waddenacademie, trad op als secretaris van de auditcommissie.

Op vrijdag 14 juli 2017 werden op Ameland enkele leden van de auditcommissie geïnformeerd over het bodemdalingsonderzoek gerelateerd aan de aardgaswinning in de regio Ameland –Oost door de voorzitter van de Begeleidingscommissie, dr. Jaap de Vlas. Hierbij werd tevens de NAM-locatie op Ameland- Oost bezocht.

Voorafgaand aan het openbare symposium op 14 september 2017 in De Piraat op Ameland ontving de auditcommissie het onderzoeksrapport 'Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland 1986- 2016', plus de onderliggende publicaties.

Tijdens het openbare symposium lichtten de onderzoekers hun bevindingen toe, waarbij er voor de auditors en de ruim vijftig aanwezige bezoekers ruimschoots gelegenheid was om met de onderzoekers in discussie te gaan. Bij het symposium waren Allert Bijleveld en Tjisse van der Heide niet aanwezig.

Het nu voorliggende rapport bevat de conclusies en aanbevelingen die de auditcommissie heeft getrokken op basis van de rondleiding, het onderzoeksrapport en de daarmee samenhangende publicaties en het openbare symposium. De conclusies en aanbevelingen zijn bestemd voor de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland.

De Begeleidingscommissie heeft de kosten van de uitvoering van de audit voor haar rekening genomen. De portefeuillehouders van de Waddenacademie hebben geen financiële vergoeding voor hun werkzaamheden ontvangen, Bijleveld en Van der Heide ontvingen rechtstreeks van de Waddenacademie een vergoeding.

De Waddenacademie heeft het rapport van de auditcommissie integraal overgenomen. De Waddenacademie wil de Begeleidingscommissie, de onderzoekers en de auditcommissie bedanken voor de constructieve wijze waarop de audit heeft plaatsgevonden. Een bijzonder woord van dank is op zijn plaats voor dr. Jaap de Vlas, die als voorzitter 30 jaar de onvermoeibare motor was van de Begeleidingscommissie en die met het symposium de voorzittershamer heeft neergelegd.

## 2. Acties Begeleidingscommissie naar aanleiding van audit 2011

In 2011 verzorgde de Waddenacademie voor de eerste maal een audit van de Bodemdalingscommissie. De auditcommissie bestond toen uit:  
Prof.dr. Peter Herman, bestuurslid Ecologie Waddenacademie;  
prof.dr. Pavel Kabat, bestuurslid Klimaat en Water Waddenacademie;  
Prof.dr. Jelte Rozema, hoogleraar systeemecologie Vrije Universiteit;  
Dr. Hessel Spielman, bestuurslid Geowetenschap Waddenacademie, voorzitter  
Prof.dr. J. Tinbergen, hoogleraar dierecologie Rijksuniversiteit Groningen.

Naast waardering en lof kwam de vorige auditcommissie met de volgende algemene aanbevelingen:

1. Kom tot integratie en synthese. Dit kan in de vorm van een aparte publicatie of een speciaal nummer van bijvoorbeeld 'De levende natuur'.
2. Ontsluit via de website [www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl) alle data en informatie die over Ameland-Oost beschikbaar is.
3. Kom tot een geïntegreerde monitoring en rapportage van de effecten van de bodemdaling op Ameland-Oost en vanuit de kustzone van Friesland en Groningen.
4. Onderzoek de mogelijkheden om de voorzitter van de Begeleidingscommissie te laten bijstaan door een wetenschappelijke adviescommissie met expertise voor de verschillende lijnen van onderzoek binnen de gebieden Kwelder, Duinvalleien en Vogels.
5. Bespreek voor de periode 2012 – 2016 met de programmaleiders van de verschillende Waddenprogramma's die op dit moment lopen de mogelijkheden om te komen tot meer onderlinge kruisbestuiving inzake het verzamelen, verwerven, kwaliteitsborgen en archiveren, interpreteren, analyseren en verstrekken van alle data en informatie (abiotisch, biotisch en sociaaleconomisch) inzake het waddengebied.

Het doet de huidige auditcommissie genoeg om vastgesteld te hebben dat er serieus naar de algemene aanbevelingen van de vorige auditcommissie is gekeken. De eerste twee aanbevelingen zijn ook overgenomen en uitgevoerd. Bij de andere aanbevelingen is afdoende beredeneerd waarom ze niet zijn overgenomen (al betekent dat niet dat de auditcommissie het er in alle gevallen mee eens is!). Ook aan de specifieke aanbevelingen van de vorige auditcommissie is naar het oordeel van de huidige auditcommissie serieus aandacht besteed.

## 3: Conclusies over de afzonderlijke thema's

### 3.1. Bodemdaling

Bij het thema Bodemdaling heeft de auditcommissie de volgende rapporten betrokken:

- Het rapport 'Bodemdaling' (Harry Piening, Wim van der Veen, Dirk Doornhof; September 2017). Dit rapport beschrijft de gaswinning op Oost-Ameland (gasvelden en locaties, geologie en productie), de gerealiseerde geodetische metingen en de toegepaste methodieken (waterpassen, GPS), de herziene bodemdalingsprognoses (incl. de aanpassingen in de modellering van de ondergrond die daarbij zijn toegepast) en de waargenomen bodemtrillingen.
- Het rapport 'Bodemdaling en opslibbing gereconstrueerd op Neerlands Reid (Jaap de Vlas; Juni 2017). Dit rapport reconstrueert de maaiveldveranderingen van dit kweldergebied in Oost-Ameland voor de periode 1986 tot 2016.
- Het samenvattend rapport 'Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost (Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, September 2017), waarin ten aanzien van de feitelijke bodemdaling een beschrijving is opgenomen van hoe deze ontstaat, de voorspellingen ervan, de metingen en de geactualiseerde voorspelling ervan en de waargenomen bodemtrillingen.

De bodemdaling op en nabij het oostelijk deel van Ameland wordt gemeten van vlak voordat de aardgaswinning van start is gegaan (1986) tot heden. In de loop van deze periode zijn de bodemdalingsmeetprogramma's frequent geëvalueerd en meermalen uitgebreid. Tijdens de periode die deze audit betreft (2011-2016) is dat ook het geval geweest. Sedert de in 2011 uitgevoerde audit is een onderzoekprogramma gerealiseerd betreffende het tijdsafhankelijke gedrag van diepe bodemdaling. Een onderdeel daarvan waren de technieken waarmee de bodemhoogte wordt gemeten. De nauwkeurigheid van deze metingen en de zekerheid waarmee bodemdaling door gaswinning van andere oorzaken van bodemdaling kan worden onderscheiden bepaalt hoe nauwkeurig de bodemdalingskom en de ontwikkeling daarvan bekend is. De kwaliteit van de metingen van de bodemhoogte bepaalt tevens in hoeverre geconcludeerd kan worden of de aanpassingen in de modellering van de ondergrond (zie hieronder) voor herziene bodemdalingsprognoses werkelijke verbeteringen betreffen.

De auditcommissie is van mening dat de gedurende de auditperiode toegepaste meetfrequenties en de verder ontwikkelde meetmethoden resulteren in voldoende en accurate data inzake de bodemdaling op en nabij het oostelijk deel van Ameland.

In de winningsvergunningen inzake productie van aardgas uit de aardgasvelden op Ameland Oost werd en wordt vastgelegd dat er geodetische meetprogramma's worden gerealiseerd.

De auditcommissie gaat ervan uit dat daarbij in de komende jaren – net als in de afgelopen jaren – aandacht is voor enerzijds continuering van de reeds decennia bekende meetreeksen met bestaande technieken en anderzijds toepassing van verder ontwikkelde geodetische methodieken.

Het is zeer waarschijnlijk dat de bodemdaling niet gelijktijdig met het afsluiten van de productie van de aardgasvoorkomens op Ameland Oost (thans voorzien in 2035) zal stoppen. De auditcommissie gaat er daarom vanuit dat de geodetische meetprogramma's worden gecontinueerd ook na het afsluiten van de productie en dat audits worden uitgevoerd totdat de door de aardgaswinning veroorzaakte bodemdaling uitdooft.

Naast de hierboven beschreven genoemde geodetische metingen wordt op het wad ook gemeten met de zogenaamde spijkermetingen (zie ook paragraaf 3.3: Morfologie Ameland).

De geodetische meetprogramma's vormen (een deel van) de input voor modellen waarmee bodemdalingsprognoses worden gemaakt. Zoals hierboven vermeld is er gedurende de auditperiode een onderzoekprogramma gerealiseerd betreffende het tijdsafhankelijke gedrag van diepe bodemdaling ('Long term subsidence-Phase I; 2013 t/m 2015). De onderzoekresultaten hiervan – onder meer ten aanzien van de onzekerheden bij het maken van bodemdalingsprognoses – zijn toegepast op de modellering van de Ameland - gasproductie ('Long term subsidence-Phase II; 2016-2017). De onzekerheidsruimte van de voor de bepaling van de bodemdalingsprognoses toegepaste modellen dient op een objectieve manier in kaart te worden gebracht, waarbij de herziene bodemdalingsprognoses worden vergeleken met de eerder gemaakte prognoses.

De recent uitgevoerde reconstructie van de maaiveldveranderingen van het kweldergebied Neerlands Reid als gevolg van bodemdaling en opslibbing, heeft nieuwe kennis opgeleverd over de ontwikkeling van het kweldergebied sedert het begin van de gaswinning in Oost Ameland in 1986. De door gaswinning ontstane bodemdaling wordt gedeeltelijk gecompenseerd door opslibbing, maar er is een netto-bodemdaling op een deel van de kwelder. Innovatief is de methode om snel en op veel plaatsen kleidiktes te meten met een mini-sondeerapparaat.

De auditcommissie is van mening dat de gedurende de auditperiode 2011-2016 gedane investeringen in nieuwe onderzoekprogramma's hebben geresulteerd in substantiële verbeteringen in het inzicht in de oorzaken van de diepe bodemdaling als gevolg van de productie van aardgas op Oost Ameland. De monitoring van de feitelijke bodemdaling van Oost Ameland en de modellering gericht op het bepalen van zo juist mogelijke bodemdalingsprognoses is wetenschappelijk zeer geavanceerd en zonder meer 'state-of-the-art'. Dit betekent echter niet dat zonder meer kan worden aangenomen dat de werkelijke bodemdalingen (in bijvoorbeeld 2035) gelijk zullen zijn aan de in 2017 voor de toestand in 2035 berekende waarden. De auditcommissie gaat ervan uit dat in de periode totdat de volgende audit plaats vindt, gepoogd zal worden de bodemdalingsprognoses verder te optimaliseren. De auditcommissie complimenteert de betrokken onderzoekers van bedrijven, kennisinstituten en universiteiten met de wetenschappelijke publicaties die – in zekere zin als 'spin-off' – van de studies ter bepaling van de Ameland bodemdalingsprognoses, zijn gerealiseerd.

In verband met de gaswinning op Oost Ameland is seismische registratieapparatuur geïnstalleerd. Door drukdaling in gasvoerende lagen kan onderlinge beweging tussen verschillende gesteentelagen optreden. Deze beweging kan resulteren in bodemtrillingen. Sedert het begin van de productie in 1986 zijn (in 2005 en 2013) twee lichte aardbevingen geregistreerd (magnitude 1,8 op schaal van Richter; er zijn geen meldingen van mensen die deze aardbevingen hebben gevoeld).

De auditcommissie is van mening dat de continuering van seismische registraties een goede voorzorg is en dat ook bij toekomstige audits dit onderwerp wordt geadresseerd.

## 3.2. Zeespiegelstijging

Bij het thema Zeespiegelstijging heeft de auditcommissie de volgende rapporten betrokken:

- Het hoofdstuk 'Waterstanden' in het samenvattende rapport 'Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost (Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland, September 2017), waarin wordt ingegaan op toekomstige zeespiegelstijging, op de scenario's daarvoor, als ook de processen die de hoogte van de zeewaterniveaus nabij Ameland Oost bepalen en de (frequentie van) de hoogste zeespiegelstanden. Tevens wordt ingegaan op de gevolgen van zeespiegelstijging op het grondwater en op de inundatie van duinvalleien in Oost Ameland. In het samenvattende rapport is tevens aangegeven welke waterstandsmetingen zijn verricht, hoe die moeten worden geïnterpreteerd en welke scenario's voor zeespiegelstijging zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de toekomstige ontwikkelingen.

De auditcommissie is van mening dat inzake de toekomstscenario's voor zeespiegelstijging goed onderbouwde scenario's zijn gebruikt. In het rapport wordt geconcludeerd dat "de huidige voorspellingen voor het einde van de eeuw variëren tussen 60 cm per eeuw en 140 cm per eeuw. Het zou echter nog sneller en verder kunnen gaan". Dit is aanzienlijk meer dan de TNO 2016 scenario's die ook in het rapport worden genoemd, welke uitkomen op 40 cm zeespiegelstijging in 2100. Gezien de wetenschappelijke stand van zaken op dit gebied ondersteunt de auditcommissie in deze de keuze van de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling.

Zoals in het rapport wordt genoemd is het opmerkelijk dat de stijging van de zeespiegel in de Waddenzee de afgelopen 20 jaar vrij constant is gebleven in vergelijking met de periode daarvoor. Dat is opmerkelijk omdat er wereldwijd gemiddeld in de afgelopen 20 jaar een duidelijke versnelling is waargenomen van ongeveer 1,5 mm per jaar naar ruim 3 mm per jaar. Het is bekend dat verschillende geologische wetmatigheden en atmosferische cycli een rol spelen in de lokale uitwerking van de mondiale zeespiegelstijging. Echter, de precieze omvang van de verschillende bijdragen voor de Noordzee en Waddenzee zijn niet precies bekend. Naast de in het rapport genoemde 18,6 jarige cyclus spelen waarschijnlijk ook andere atmosferische cycli een rol. De auditcommissie wil erop attenderen dat de kennis op dit gebied sterk in ontwikkeling is en dat op grond daarvan niet kan worden uitgesloten dat de komende 20 jaar een inhaaleffect optreedt in de snelheid van stijging van de Noordzee. Voor de volgende ronde van metingen en interpretatie is het van belang de kennisontwikkeling op dit terrein zo goed mogelijk in kaart te brengen.

Het samenvattende rapport van de Begeleidingscommissie beschrijft op welke wijze de relatieve stijging van de zeespiegel (zeespiegelstijging plus bodemdaling) doorwerkt in de overstromingsfrequentie van de kwelder en de grondwaterstand op de kwelder en de binnenduinrand. De auditcommissie is van mening dat dit een uitstekend stukje werk is. Door de metingen en de interpretatie ervan wordt helder verklaard wat we met onze ogen waarnemen: minder frequente overstroming (door de relatief snel opslibbende kwelderrand) en tegelijkertijd een hogere zoetwater grondwaterstand (door de stijging van de zeespiegel ten opzichte van maaiveld) op de kwelder en de duinvallei met vernatting als gevolg. Deze inzichten zijn van groot belang voor het beschrijven en kwantificeren van het effect van de bodemdaling op de vegetatie en op het broedsucces. Deze inzichten maken het ook mogelijk projecties te maken voor de toekomstige ontwikkelingen.

### 3.3. Morfologie Ameland

Bij het thema Morfologie Ameland heeft de auditcommissie de volgende rapporten betrokken:

- Het rapport 'Morfologie Ameland' (Zheng Bing Wang, Johan Krol; September 2017), waarin een beschrijving is opgenomen van de grootschalige morfologische veranderingen in het Oostelijk Waddengebied, de morfologie van de Noordzeekust van Ameland en in het Friesche Zeegat en de Hon. Vervolgens wordt ingegaan op de kombergingsgebieden in de Waddenzee die beïnvloed worden door de bodemdaling als gevolg van de aardgaswinning op Oost Ameland, op wadplaats sedimentatie en op de ontwikkeling van de Engelsmanplaat en de zeereep op Oost Ameland.
- Het samenvattend rapport 'Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland Oost (Begeleidingscommissie 'Monitoring Bodemdaling Ameland'; September 2017) waarin ten aanzien van de morfologie van Ameland beschrijvingen zijn opgenomen van Ameland, de Noordzeekustlijn, de Engelsmanplaat, de zandsuppleties, de variaties in lengte van Ameland, de zandplaten in de Waddenzee nabij de gaswinning en de ontwikkeling van de kwelders en van de stormvloedgeulen ('wash overs') van Oost Ameland.

De morfologische ontwikkeling van alle componenten van het Waddensysteem die beïnvloed (kunnen) worden door de met de gaswinning op Oost Ameland samenhangende bodemdaling, wordt sedert het begin (1986) van de gaswinning tot heden gemonitord en geanalyseerd. In de loop van deze periode zijn de waarnemingsprogramma's en modelleeractiviteiten geëvalueerd en uitgebreid. Tijdens de periode die deze audit betreft (2011-2016) is dat ook het geval geweest. Sedert de in 2011 uitgevoerde audit zijn diverse additionele onderzoeken geïnitieerd en zijn bestaande monitoringsprogramma's gecontinueerd. Een in 2017 uitgevoerd onderzoek had betrekking op de morfologische effecten van bodemdaling in relatie tot de gebruiksruimte die per kombergingsgebied beschikbaar is voor gasproductie. In het kader hiervan is ook het zogenaamde 'Hand aan de kraan' principe in beschouwing genomen. Ook zijn diverse promotieonderzoeken uitgevoerd en in uitvoering die relevant zijn voor een optimaal begrip van de morfologische processen in het Waddengebied.

Inmiddels worden 16 jaar sedimentatie- en erosiemetingen (zogenaamde spijkermetingen) uitgevoerd van het wadplaatgebied langs de zuidelijke kust van Oost Ameland. De metingen geven een waardevolle indicatie van de lokale dynamiek van sedimentatie en erosie en het effect van de bodemdaling als gevolg van de aardgaswinning op Oost Ameland. De aangroei van de wadplaten door sedimentatie compenseert gemiddeld genomen vrijwel overal de door gaswinning veroorzaakte daling van de bodem; uitzondering is een beperkt gebied vlak lang de zuidkust bij Oost Ameland, waar de opslibbing minimaal en de bodemdaling maximaal is. Deze compensatie is mede het gevolg van een royaal zandsuppletie regime in deze jaren en van een in deze periode voor dit gebied dominante sedimentatie tendens. De natuurlijke dynamiek kan in een andere periode ook leiden tot een situatie waarbij niet of nauwelijks sprake is van compensatie. In de onderhavige situatie geldt dat de natuurlijke dynamiek in combinatie met de regelmatige sediment suppleties ertoe leiden dat het wadplaten areaal goed instant blijft, ondanks de bodemdaling door gaswinning. De resultaten van het monitoring programma en de interpretatie ervan ondersteunen deze conclusie. De auditcommissie kan zich daar goed in vinden.

Samenvattend kan worden gesteld dat de conclusies inzake de verschillende aspecten van de morfologische ontwikkelingen in het 'Amelandse' Waddengebied die in de in opdracht van de Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland gemaakte rapportages zijn vastgelegd door de auditcommissie integraal worden onderschreven.



De auditcommissie is van mening dat de gedurende de auditperiode uitgevoerde observaties en de frequentie ervan, als ook de geactualiseerde modelleringen, resulteren in voldoende en accurate data, informatie en kennis inzake de morfologische ontwikkelingen in het 'Amelandse' Waddengebied.

De auditcommissie is tevens van mening dat de gedurende de auditperiode 2011-2016 gedane investeringen in nieuwe onderzoekprojecten hebben geresulteerd in een verder verbeterd inzicht in de morfologische processen van het Waddensysteem. Het geomorfologische en morfodynamische onderzoek is – naar internationale standaarden – wetenschappelijk zeer geavanceerd. Dit betekent echter niet dat zonder meer kan worden aangenomen dat de modelberekeningen van toekomstige ontwikkelingen volledig correct zullen zijn. De auditcommissie gaat ervan uit dat de geomorfologische en morfodynamische monitoring en het onderzoek van het Waddengebied in de periode totdat de volgende audit plaats vindt, wordt gecontinueerd en – wat betreft – modellering en mogelijke veranderingen in de samenstelling van de toplaag van het sediment, wordt geïntensiveerd.

Tot slot: de metingen die zijn uitgevoerd in het kader van dit monitoring programma leveren een schat aan informatie die zeer bruikbaar is voor het inschatten van de toekomstige effecten van versnelde zeespiegelstijging. Het verdient daarom aanbeveling om in het vervolg expliciet rekening te houden met deze bijzondere spin-off.

### 3.4 Wadplaten en wadvogels

Bij het thema Wadplaten en wadvogels heeft de auditcommissie de volgende rapporten betrokken:

- Het rapport “Wadvogels op Ameland 1972-2016” (M. Kersten, C. Rappoldt, C.W.M. van Scharenburg; September 2017) waarin onder meer voor 14 soorten wadvogels de aantalsontwikkeling sinds 1972 wordt beschreven, en ook een vergelijking gemaakt tussen de huidige aantallen (2011-2016) en de aantallen voor het begin van de aardgaswinning (1972-1986). Hierbij worden West-Ameland, Oost-Schiermonnikoog en de Boschplaat (Terschelling) beschouwd als referentiegebieden voor Oost-Ameland. Tevens wordt met behulp van een model (Wadmap) de geschiktheid van wadplaten als foerageergebied voor wadvogels tijdens laagwater beschreven, aan de hand van verschillende proxies.
- Het rapport “Broedvogels op de kwelder” (Johan Krol, Christian Kampichler, Bruno Ens, Jelle Postma; September 2017) waarin respectievelijk de uitkomsten van de onderzoeken naar de mogelijke effecten van bodemdaling en overstromingsrisico op broedkolonies op de Hon en Neerlands Reid en op verspreid-broedende vogels op de kwelder worden beschreven. Naast een beschrijving van de meetgegevens van broedende lepelaars, is voor de inschatting van het overstromingsrisico vooral gebruik gemaakt van modelberekeningen op basis van gemeten nesthoogtes in de lepelaar, kokmeeuw en visdief kolonies. Voor soorten waarvoor geen nesthoogte is gemeten, is het overstromingsrisico gebaseerd op de hoogte van “territoriumstippen”.
- Het samenvattend rapport “Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland Oost” (Begeleidingscommissie ‘Monitoring Bodemdaling Ameland; September 2017) waarin in het hoofdstuk “4. Wadplaten en wadvogels” een onderdeel is opgenomen over “4.3 Vogels van het wad”. De samenvatting met betrekking tot mogelijke effecten van bodemdaling op broedsucces is in het samenvattend rapport ondergebracht onder “6. Kwelders” als “6.8 Broedvogels en nestverlies”. Het onderdeel “6.8.1 Kolonievogels” beschrijft met name tot de langjarige ontwikkelingen in de lepelaars, het onderdeel “6.8.2 Verspreid broedende vogels” beschrijft de resultaten met betrekking tot overspoelingskansen.

Van alle thema’s is de auditcommissie het meest kritisch over dit thema. Vandaar dat er is gekozen om de beoordeling over dit thema iets uitvoeriger te beschrijven.

De auditcommissie vindt het rapport ‘Wadvogels op Ameland’ slecht leesbaar door de overvloed aan beschrijvingen van absolute aantalsveranderingen over de jaren (per tijdvak van 5 jaar, niet per jaar) en per seizoen, welke niet per se toegeschreven kunnen worden aan bodemdaling. Meer synthese en koppeling met bodemdaling is naar het oordeel van de auditcommissie nodig.

De absolute aantalsverdeling van wadvogels tussen Oost- en West-Ameland hoeft naar het oordeel van de auditcommissie niet interessant te zijn. Zoals de onderzoekers zelf ook aangeven is hoogwatersverspreiding vaak complex: veiligheid roosten is misschien belangrijker dan vliegkosten. De auditcommissie is van mening dat relatieve veranderingen over de tijd geanalyseerd dienen te worden en, aangezien veel soorten erg mobiel zijn, ook op een grotere ruimtelijke schaal. Is er een relatieve verschuiving van gebiedsgebruik rond Ameland (West en Oost samen) t.o.v. de oostelijke of Nederlandse Waddenzee?

Er is steeds meer literatuur dat (wad)vogels grote afstanden afleggen en dat vliegen waarschijnlijk niet zo kostbaar is als eerder gedacht. Het verdient aanbeveling dit onderwerp in de discussie over de resultaten van het trekvogelonderzoek aan de orde te stellen.

De afname van Eidereend, Scholekster en Steenloper wordt door de onderzoekers toebedeeld aan het verdwijnen van mosselbanken in de jaren negentig. Het blijft onduidelijk of het uitblijven van het herstel van de mosselbanken door de bodemdaling komt. Meer integratie met sediment, veranderende hydrodynamiek en bodemfauna zou in de optiek van de auditcommissie uitkomst kunnen bieden.

De benadering om met Wadmap de beschikbare bodemfauna (voedsel), droogvalduur te koppelen aan aantallen vogels is naar de mening van de auditcommissie veelbelovend. Helaas is er nu slechts, voor een beperkt aantal soorten, gekeken naar oogstbare biomassa (BM\_oogst). Om de eventuele effecten van bodemdaling te kunnen beoordelen is de auditcommissie van mening dat de (soort-specifieke) aannames van de Wadmap-berekeningen meer uitleg verdienen. Het is de auditcommissie bijvoorbeeld niet duidelijk hoe 'FR\_aanw' berekend gaat worden. Dit is belangrijk om in te kunnen schatten of de som van voorspelde opnamesnelheden relevant is als maat voor hoeveel vogels door het beschikbare voedsel onderhouden kunnen worden. Als vogels namelijk gelimiteerd zijn door een verteringsbeperking of handeltijd dan geeft de som van voorspelde opnamesnelheden geen enkele indicatie over de aantallen vogels die op de wadplaten terecht kunnen.

Nu ligt de nadruk op een vergelijking tussen biomassa en beschikbare biomassa (figuur 3.51-3.54) en de koppeling met de aantallen vogels oost-west op Ameland (hoofdstuk 3.4.3). Het lijkt informatiever om te kijken naar temporele effecten van de relevante proxies (zoals 'BM oogst droog', 'Oppervlak' en 'FR oogst droog') en direct te koppelen aan bodemdaling/sedimentatie. Bijvoorbeeld: Hoe verandert het oppervlak geschikt wad als gevolg van bodemdaling? Of hoe verandert het aantal potentiële vogeluren met de bodemdaling?

Het rapport 'Broedvogels op de kwelders' is in de optiek van de auditcommissie onduidelijk, omdat er veel aanpalende zaken behandeld worden. Bijvoorbeeld, waarom is het onderzoeksproject CHIRP (medegefinancierd door de NAM) een onderdeel van de Discussie? Bovendien zijn de uitkomsten vooral gestoeld op modelberekeningen, waarbij het door de onderzoekers als best geachte model ("methode Brinkman") slechts ten dele is toegepast. Verder zijn de uitkomsten van het model nog niet of nauwelijks gevalideerd, wat het lastig maakt om de resultaten op waarde te schatten. Het zou goed zijn om het daadwerkelijke broedsucces van verschillende soorten te meten als functie van daadwerkelijk bodemdaling, ook om de flexibiliteit van soorten (zoals scholekster) te kunnen beoordelen.

De auditcommissie vindt de mogelijke effecten op vogels in het samenvattend rapport onderbelicht zijn (beslaat ongeveer 5% van de pagina's met resultaten) en niet geheel consistent met de resultaten in de hoofdrapporten. In de eerste paragraaf (van het onderdeel vogels in de samenvatting) wordt bijvoorbeeld expliciet melding gemaakt van een totaalaantal tellingen en verandering in de frequentie van tellingen, waarvan genoemde getallen niet stroken met die in Tabel 3.1 op pagina 131 van het hoofdrapport.

Samenvattend kan worden gesteld dat de rapportages die de basis vormen voor dit thema een schat aan gegevens bevatten, maar nog een synthese van de resultaten m.b.t. de mogelijke effecten van bodemdaling missen. De auditcommissie is van mening dat het niet valt uit te sluiten dat een meer grondige analyse van de bestaande gegevens tot andere uitspraken rond de effecten van bodemdaling op wadvogels kan leiden.

### 3.5 Duinen en duinvalleien

Bij het thema Duinen en duinvalleien heeft de auditcommissie de volgende rapporten betrokken:

- Het rapport “Vegetatiedynamiek in duinen en duinvalleien op Oost-Ameland” (Loek Kuiters, Daisy de Vries, Dick Brus, Nanny Heidema, Rik Huiskes, Pieter Slim, Han Dobben, Johan Krol; September 2017) dat de veranderingen in de duinen en duinvalleien op Oost-Ameland sinds de start van de gaswinning in 1986 beschrijft aan de hand van meetreeksen van (1) inundatie van duinvalleien met zeewater (2001-2016), (2) vegetatieontwikkelingen in permanente proefvlakken in de duinen (1986-2013), (3) vlak-dekkende vegetatieontwikkelingen en omgevingsfactoren in de bodemdalingsschotel in de duinvalleien (2001-2016), en (4) aanwezigheid van bijzondere plantensoorten in natte duinvalleien nabij de productielocatie van de NAM in Oost-Ameland (2006-2016). Daarnaast bevat dit hoofdstuk intermezzo’s over (1) de reconstructie van de dynamiek van duindoornstruweel aan de hand van jaarringen en luchtfoto’s (door van Dool) en (2) een vergelijking van ontwikkelingen in natte duinvalleien op verschillende locaties op eilanden in het waddengebied met en zonder bodemdaling (door Ab Grootjans).
- Hoofdstuk “5. Duinen en duinvalleien” van het samenvattend rapport “Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland Oost” (Begeleidingscommissie ‘Monitoring Bodemdaling Ameland; September 2017) dat een overzicht van de vegetatieveranderingen in de zeereep, de droge duinen en de tussenliggende duinvalleien op Oost-Ameland sinds de start van de gaswinning in 1986 geeft.

Het deelrapport is naar het oordeel van de auditcommissie in het algemeen overzichtelijk, goed geschreven, en trekt heldere conclusies, alhoewel de toegevoegde waarde van de twee Intermezzo’s door beperkte integratie wat onduidelijk is. De belangrijkste conclusies in relatie tot de gaswinning zijn (1) dat er in de bodemdalingsschotel vernatting optreedt als gevolg van de gaswinning. Deze vernatting heeft geleid tot een toename van het areaal natte duinvalleien, met een hogere grondwaterstand en een langere winterinundatie, en (2) dat in de laagst gelegen duinvalleien bovendien de overstromingsduur door zeewater vanuit de Waddenzee is toegenomen.

Hoewel de belangrijkste conclusies dus voldoende helder zijn, zouden de afzonderlijke metingen – met name bodemdaling in relatie tot bodemchemie en vegetatieopnamen – in de optiek van de auditcommissie meer integratief geanalyseerd en beschreven kunnen worden. In welke mate kunnen trends in soortensamenstelling statistisch worden onderbouwd door vernatting en overstroming veroorzaakt door bodemdaling? Hoe verhoudt zich het effect van bodemdaling relatief tot andere effecten (o.a. plaggen, regenval)? Wat is de prognose van de onderzoekers met betrekking tot de verder ontwikkeling van het gebied? Ook zou de auditcommissie graag zien dat er één coherente set aan conclusies wordt getrokken op basis van de vier verschillende meetreeksen, in plaats van een conclusie per meetreeks. De conclusies gaan tenslotte om één het hetzelfde gebied.

De resultaten zouden beter in relatie de landschappelijke context van het systeem worden geïnterpreteerd en omschreven. In het rapport wordt het gebied als “zeer dynamisch” omschreven, wat natuurlijk een relatief begrip is. In feite wordt het functioneren van dit gebied in sterke mate bepaald door een aantal achter elkaar gelegen stuifdijken, en tussen deze stuifdijken bevinden zich de belangrijkste duinvalleien. Aangezien de stuifdijken sterk gefixeerd zijn en niet natuurlijk van aard, zou men dus kunnen stellen dat de dynamiek in het gebied relatief tot zijn landschappelijke context vrij beperkt is. Door deze stuifdijken liggen ook de duinvalleien relatief vast en is natuurlijke verjonging door erosie en overspoeling vanaf de Noordzee vrijwel uitgesloten. Overspoeling vindt

dan ook vooral plaats vanuit de Waddenzee. Overstuiving van de duinvalleien en het achterliggende kweldergebied is zeer beperkt tot afwezig.

Een belangrijk hiaat waaraan mogelijk (ten dele) nog in het huidige rapport nog aandacht geschonken zou kunnen worden zijn prognoses met betrekking tot het toekomstig functioneren van het gebied. Is het bijvoorbeeld te verwachten dat duinvalleien die nu in de zomer nog droogvallen, mogelijk straks jaarrond geïnundeerd kunnen blijven? Hoe groot is het risico van verzilting door hogere grondwaterstanden en/of meer frequente of langdurige overstromingen en wat zijn daarvan de gevolgen?

De belangrijkste vraag is wellicht hoe dit gebied in de toekomst, ook na de gaswinning, zou moeten worden beheerd, (mede) in relatie tot de plaatsgevonden bodemdaling. Zouden grote(re) delen van de stuifdijk moeten worden gedynamiseerd om verstuing op landschapsschaal mogelijk te maken? En zouden er misschien delen van de stuifdijk(en) verwijderd moeten worden om washovers vanaf de Noordzeezijde mogelijk te maken? Zouden dergelijke ingrepen kunnen leiden tot een meer natuurlijke dynamiek van het systeem, waarin duinen en duinvalleien zich kunnen (her)vormen, en verjongen door erosie-en-herstel dynamiek? Deze vragen zijn mogelijk niet alleen van belang voor Oost-Ameland, maar spelen bovendien momenteel ook voor de Boschplaat, waar beheerders voor vergelijkbare uitdagingen staan.

Het desbetreffende hoofdstuk in het samenvattend rapport geeft een helder beeld van de ontwikkelingen in de deelonderzoeken, maar mist (net als het hoofd rapport) de integratieslag tussen de deelonderzoeken en een heldere duiding van de effecten van bodemdaling ten opzichte van andere factoren die de waargenomen veranderingen zouden kunnen verklaren.

De auditcommissie is van mening dat de conclusies en discussies over de afzonderlijke meetreeksen in het algemeen helder zijn, maar als geheel nog een integratieslag van de verschillende resultaten en een meer aangescherpte (statistische) afweging van de effecten van bodemdaling in relatie tot andere ontwikkelingen in het gebied (zoals de mogelijke invloed van historisch en toekomstig beheer van de duinvalleien en de stuifdijken) missen.

### 3.6 Kwelders

Bij het thema Kwelders Ameland heeft de Auditcommissie de volgende rapporten betrokken:

- Het rapport “Ontwikkeling kwelder Ameland-Oost” (Elschot en 15 coauteurs; September 2017) dat de ontwikkelingen in de abiotiek en biotiek op de kwelders beschrijft, waaronder de ontwikkelingen in een aantal externe factoren waaronder overstromingsfrequentie en klifvorming (§4.3), een beschrijving van langjarige begrazingsdruk door schapen, runderen, paarden en ganzen (§4.4), langjarige veranderingen in neerslag en verdamping (§4.5), langjarige veranderingen in grondwaterniveau (§4.6), langjarige opslibbing en maaiveldhoogteontwikkeling (§4.7), langjarige ontwikkeling kweldervegetaties (§4.8), vergelijking in opslibbing en vegetatie kwelders in Ameland met Schiermonnikoog (§4.9), reconstructie van bodemdaling en opslibbing Neerlands Reid met behulp van een maaiveldhoogtemodel (§4.10), vlakdekkende veranderingen in kweldervegetatie (1993-2016) in relatie tot uitkomsten maaiveldhoogtemodel (§4.11) en een prognose van de ontwikkeling van de kweldervegetatie tot 2025 en 2050 (§4.12).
- Hoofdstuk “6. Kwelders” van het samenvattend rapport “Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland Oost” (Begeleidingscommissie ‘Monitoring Bodemdaling Ameland; September 2017) dat voor elk deelonderzoek een korte beschrijving van de waargenomen ontwikkelingen rond verschillende aspecten van de kwelder geeft.

In de inleiding van het hoofdrapport wordt gesteld dat “In de voorliggende evaluatie worden de resultaten van de kweldermonitoring van de afgelopen 30 jaar beschreven.” Hierbij wordt de mogelijke relatie met gaswinning van de waargenomen ontwikkelingen niet genoemd. In de beschrijving van de hypothese ontbreekt een duidelijke lijst met hypothesen e/o vragen. Ook lopen zaken als vraagstelling (“wat zijn de effecten van bodemdaling”) en doelstelling (“monitoren van veranderingen in kweldervegetatie”) door elkaar.

De beschrijving van het grondwaterniveau is een literatuuroverzicht over het functioneren van een kwelder, waarbij blijkt dat de achterliggende gegevens die er zijn (Ten Haaf & Buijs 2008, Rus & Bakker 2012) niet beschikbaar waren voor deze rapportage. De conclusies met betrekking tot de veranderingen in de vegetatie zijn in de optiek van de auditcommissie vaag en niet gebaseerd op gerichte analyses. Zo zou de waargenomen veroudering ook het normale proces kunnen zijn en is de geobserveerde regressie in het gaswinningsgebied mogelijk alarmerend. Echter, omdat dit niet wordt gekoppeld aan verandering in hoogtes valt er zo niks over te zeggen.

In de vergelijking tussen de ontwikkelingen op onbeweide kwelders op Ameland en het referentiegebied Schiermonnikoog wordt niet aangegeven of de vergeleken gebieden in meer aspecten dan bodemdaling alleen verschillen, en of Schiermonnikoog dus daadwerkelijk als referentiegebied gehanteerd kan worden. Het onderdeel “prognose vegetatieontwikkeling” is een belangrijk hoofdstuk, maar het ontbreekt nog aan een duidelijke vraagstelling en bijbehorende conclusies. Ook de tabellen in het onderdeel zijn onduidelijk, zelfs voor ingevoerden.

Het laatste hoofdstuk (evaluatie en discussie m.b.t. de onderzoeksvragen) is duidelijker dan de onderliggende deelrapporten, maar mist nog steeds grotendeels de mogelijke relatie van de ontwikkelingen met bodemdaling (ook ontbreekt in de beheeradviezen ook een advies met betrekking tot gasonttrekking).

Samenvattend is de auditcommissie van oordeel dat beide rapportages een aantal ontwikkelingen in deelaspecten van kwelders beschrijven, waarvan de vraagstelling niet altijd expliciet wordt gemaakt en de resultaten rommelig zijn gepresenteerd. Verder worden de resultaten van de deelonderzoeken

niet met elkaar in relatie gebracht en ontbreekt in de meeste deelonderzoeken de relatie met bodemdaling en andere mogelijk verklarende factoren van de waargenomen veranderingen.

De auditcommissie is tenslotte van mening dat niet of nauwelijks een verband tussen de verschillende kwelderonderzoeken is gelegd, noch dat uitspraken worden gedaan over in hoeverre de waargenomen veranderingen gerelateerd kunnen worden aan de lokale bodemdaling als gevolg van de gaswinning.

### 3.7 Maatschappelijk gebruik

Bij het thema Maatschappelijk gebruik heeft de auditcommissie het volgende rapport betrokken:

- Het rapport Maatschappelijke Aspecten, opgesteld door Johan Krol, Joop Marquenie en Pieter A. Slim, dat een beschrijving geeft van de initiatieven die in de periode 2011-2017 zijn genomen rondom het monitoringsprogramma met als doel een breder maatschappelijk bereik te krijgen. Dit naar aanleiding van de review van de periode daarvoor waarin werd gepleit voor het betrekken van een bredere groep mensen en instituten in het vergaren en interpreteren van de data dan alleen de monitoring professionals en de directe gebruikers van de resultaten.

De auditcommissie is verheugd met dit deelrapport, waarin een uitgebreide serie van activiteiten wordt gepresenteerd, gericht op het betrekken van belangstellenden en belanghebbenden bij de metingen en de interpretatie ervan. Het verdient een groot compliment dat, voor een groot deel op basis van vrijwillige bijdragen, een groot aantal studenten en opleidingsinstituten nationaal en internationaal betrokken is geweest bij de metingen en vooral ook aanvullende metingen. Dit maatschappelijk aspecten programma speelt een belangrijke rol in duiding en in de disseminatie van kennis op het gebied van de effecten bodemdaling door gaswinning in een ecologisch zeer waardevol gebied. Ook de rol die Natuurcentrum Ameland op zich heeft genomen in de monitoring en interpretatie heeft duidelijk meerwaarde voor het gehele programma.

In de publieke review in oktober 2017 op het eiland Ameland werd door de vertegenwoordigers van de bevolking, bestuur, ondernemers aangedrongen zekere structurering van de interactie tussen het gehele monitoringsprogramma en de genoemde belanghebbenden. De auditcommissie beveelt daarom aan om naast de activiteiten die zijn beschreven in dit hoofdstuk (participatie van studenten en onderwijsinstellingen nationaal en internationaal) in de volgende ronde (2017-2022) aandacht te besteden aan de wens de bewoners van het eiland en hun vertegenwoordigers om te worden meegenomen in het proces van de ontwikkeling van het monitoringprogramma, interpretatie en rapportage.



## 4: Algemene conclusies en aanbevelingen

### *Algemene conclusies:*

Was de auditcommissie in 2012 al onder de indruk van wat 25 jaar onderzoek naar bodemdaling op en rond Ameland-Oost heeft opgeleverd, nu is dat nog meer het geval. Er ligt een werkelijke schat aan gegevens over zeer uiteenlopende onderwerpen als gemeten bodemdaling, plantengroei en vogelaantallen.

De NAM verdient een compliment voor het feit dat ze al dertig jaar lang de kosten van het de monitoring van effecten van bodemdaling op Ameland-Oost voor haar rekening neemt, zonder ooit de indruk te hebben willen geven op de stoel van de onderzoekers of van de begeleidingscommissie te willen zitten. De NAM heeft zich steeds gehouden aan het uitgangspunt dat het de verantwoordelijkheid van de begeleidingscommissie is om ervoor te

### *Aanbevelingen:*

De vorige auditcommissie schreef zich niet aan de indruk te kunnen onttrekken (en dat vanuit het standpunt van de onderzoekers ook heel goed te begrijpen) dat de onderzoeksvragen deels maar zijdelings betrekking hebben op de primaire vraag naar de effecten van de bodemdaling. De huidige auditcommissie sluit zich aan bij deze constatering.

Aanbevolen wordt dat de Begeleidingscommissie er scherper op toeziet dat de onderzoekers zich beperken tot onderzoek dat relevant is voor de bodemdaling. Ook dient de Begeleidingscommissie er scherper op toe te zien dat het onderzoek op alle thema's 'state of the art' is.

De vorige auditcommissie beval aan om te komen tot een geïntegreerde monitoring en rapportage van de effecten van de bodemdaling op Ameland-Oost en vanuit de kustzone van Friesland en Groningen. De huidige auditcommissie wil deze aanbeveling graag nog een keer onder de aandacht van de Begeleidingscommissie brengen, ook al weet het dat er verschillende juridische regimes ten grondslag liggen aan de monitoring en rapportages.

Het is de auditcommissie opgevallen dat in de ecologische rapporten niet wordt ingegaan op mogelijke veranderingen in de samenstelling van het sediment in de loop van de tijd. Deze veranderingen zijn belangrijk voor de bodemfauna en dus voor de hogere trofische niveaus. Aanbevolen wordt daarom om de monitoring van mogelijke veranderingen in de samenstelling van het sediment te intensiveren.

Ten slotte wordt aanbevolen om ook na het stoppen van de gaswinningen de metingen nog een aantal jaren te continueren vanwege de mogelijke na ijl-effecten.