

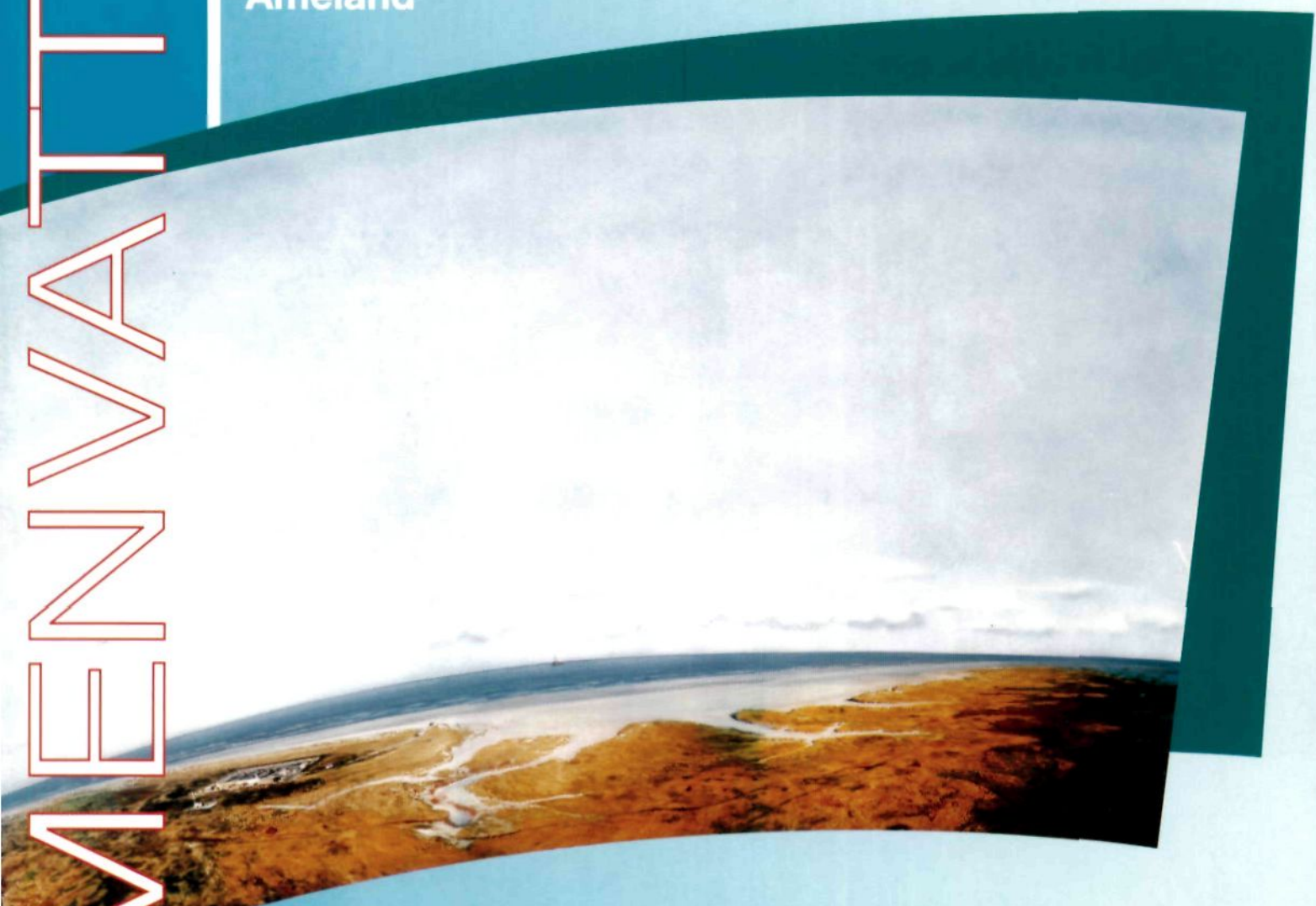
Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost

eerste evaluatie na 8 jaar gaswinning

januari 1995

Begeleidingscommissie
monitoring bodemdaling
Ameland

SAMENVATTING



Opgesteld door:
Waterloopkundig laboratorium
DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek



P 652- 51

(2e ex)



Foto omslag - J. de Vlas
Foto's binnenwerk - J. van de Kam

Dit is een uitgave van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.,
Schepersmaat 2, Postbus 28000, 9400 HH Assen, Telefoon 05920-69111.

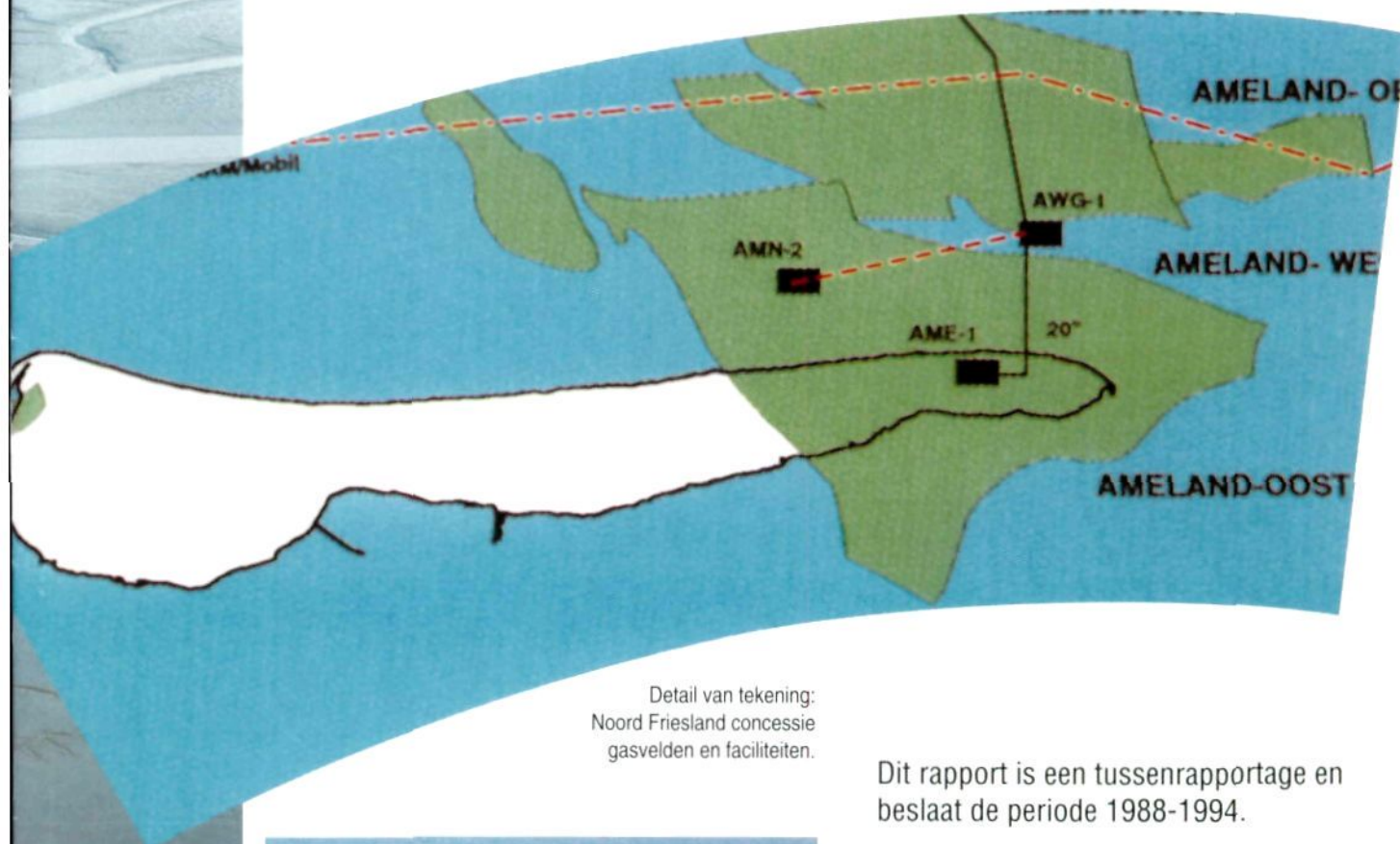
Inleiding.

In januari 1986 begon de produktie van aardgas uit het gasveld Ameland-Oost. Eveneens in 1986 is in opdracht van de Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V. (NAM), een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning op en rond Ameland-Oost. Dit onderzoek is uitgevoerd door het Waterloopkundig Laboratorium (WL) en het (voormalig) Rijksinstituut voor Natuurbeheer

(RIN, nu IBN).

Het onderzoek gaf aan dat er effecten zouden kunnen optreden op, onder meer, kustontwikkeling, Waddenzee, vegetaties in duinen en op kwelders.

Om deze mogelijke effecten te kunnen waarnemen, besloot de NAM een langjarig monitoringsprogramma op te zetten. Dit programma is gestart in 1988 en loopt tot het jaar 2000.



Detail van tekening:
Noord Friesland concessie
gasvelden en faciliteiten.

Dit rapport is een tussenrapportage en beslaat de periode 1988-1994.

1.1. Het onderzoek en begeleidingscommissie.

Voor het monitoringsonderzoek zijn onderzocht:

- waterstanden
- neerslag- en verdamping
- grondwater
- Noordzeekust
- Friesche zeegat en De Hon
- Waddenzee
- kwelders
- duingebieden en polders



- stormvloedgeulen
- vogels
- kweldervegetatie
- duinvegetatie
- gewasopbrengst

Verdeling van de werkzaamheden.

Algehele leiding: Waterloopkundig Laboratorium (WL) in samenwerking met het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN)

Gegevens: It Fryske Gea

Waterhuishouding: WL

Ecologie: IBN

Vogelstand: Natuur, Milieu, Landschap & Faunabeheer (NBLF) en IBN.

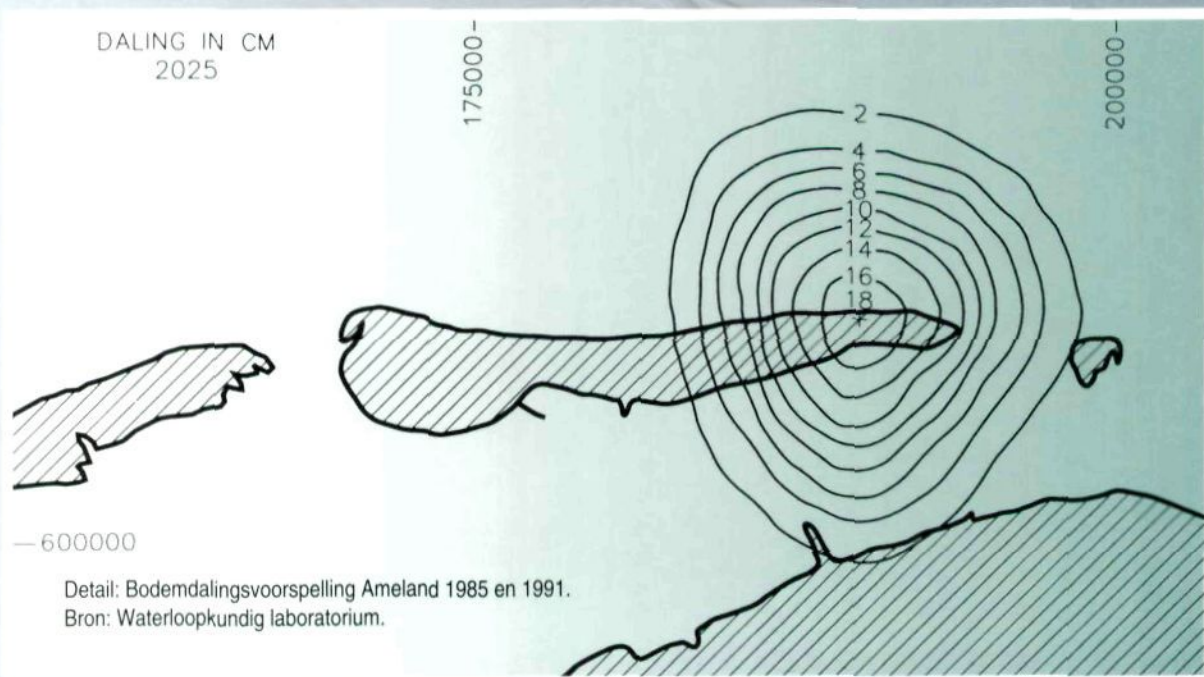
Resultaten van het onderzoek worden gerapporteerd aan een begeleidingscommissie. De commissie bestaat uit: NBLF - Friesland (voorzitter)
Rijkswaterstaat Directie Noord Nederland (mede namens Provinciale Waterstaat Friesland)
Gemeente Ameland
It Fryske Gea
NAM (secretariaat)

1.2 Het gasveld Ameland & de bodemdaling.

Het gasveld Ameland bevindt zich onder en rond de oostpunt van Ameland. De gashoudende zandsteenlaag zit op een diepte van

circa 3 kilometer. De geografische omvang van het veld is circa 250 vierkante kilometer. De oorspronkelijk aanwezige reserve wordt geschat op circa 60 miljard kubieke meter aardgas. Het gasveld Ameland is daarmee het op twee na (1=Slochteren, 2=Annerveen) grootste gasveld van het vasteland van Nederland, inclusief de kustwateren. De productie is gestart in januari 1986. De oorspronkelijke druk in het gasveld was 557 bar. Momenteel is de druk rond de 165 bar. Dit betekent dat een aanzienlijke drukdaling in de afgelopen acht jaren heeft plaatsgevonden. Omdat de mate van bodemdaling direct gerelateerd is aan drukdaling, is derhalve op dit moment (1994) circa 75 procent van de totaal verwachte bodemdaling gerealiseerd.

De vorm van de bodemdaling is vergelijkbaar met een platte schotel. Aan de randen is de daling nul, waarna geleidelijk - en volledig gelijkmatig - de waarde oploopt tot de hoogste waarde in het hart van de schotel. De oorspronkelijke prognose voor de eindwaarde bedroeg 26 centimeter in het hart van de Amelanders schotel. Op basis van ervaringen in Groningen ('Slochteren') en op basis van meetgegevens is de prognose voor Ameland in 1991 bijgesteld tot circa 18 centimeter. Verwacht wordt dat de uiteindelijke bodemdaling niet of nauwelijks zal afwijken van de nu geldende prognose.

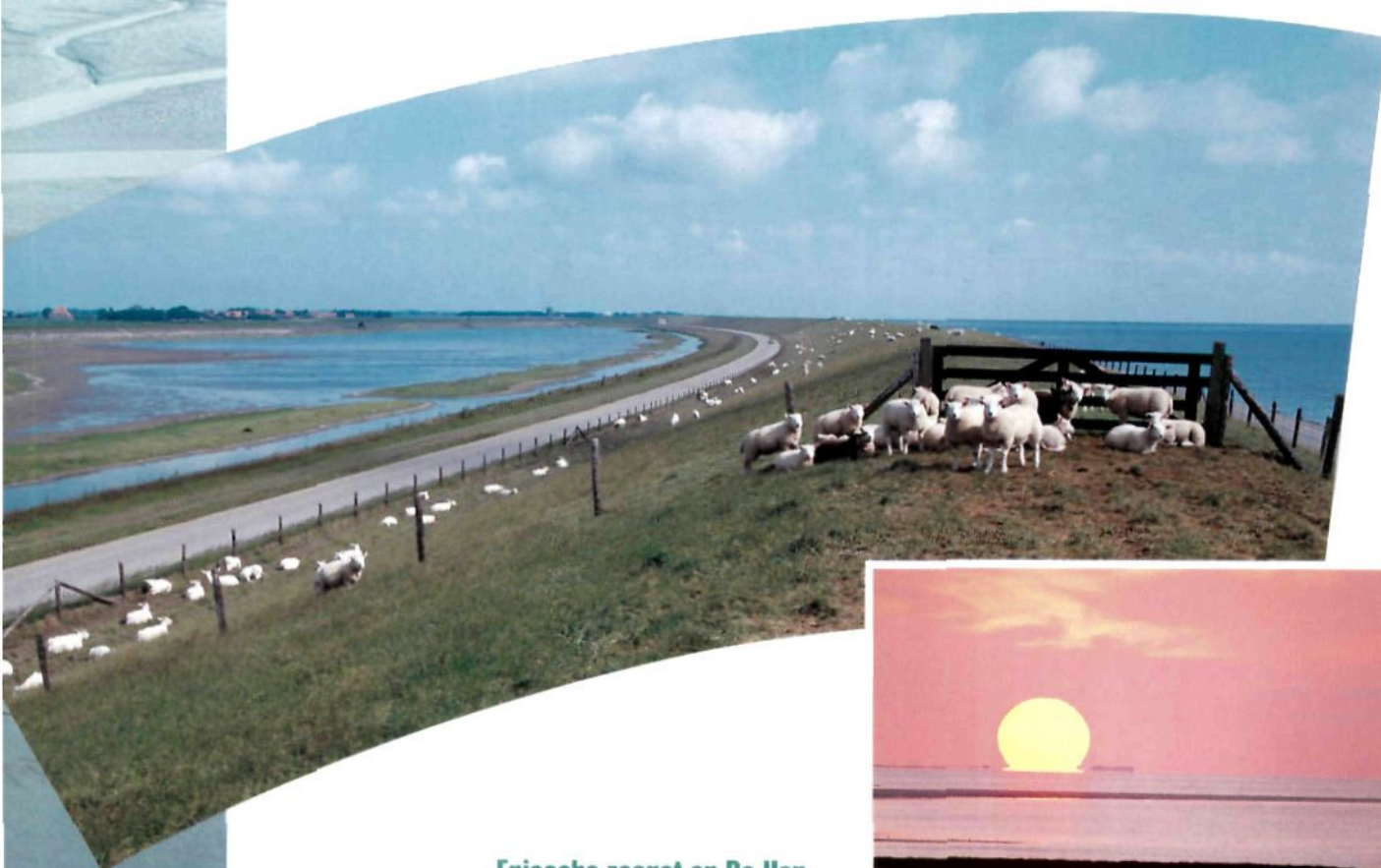




Conclusies.

Noordzeekust en zeegat.

Op dit moment is een invloed niet te herkennen.



Friesche zeegat en De Hon.

Idem als Noordzeekust.



Waddenzee.

Geen herkenbare effecten.
Geen aantoonbare veranderingen.





Kwelders.

Bodemdaling is met metingen aantoonbaar. Door opslibbing geen grote effecten. In het algemeen vindt een lichte afvlakking plaats.



Duingebieden.

Effecten op zeereep en jonge duinen volledig ondergeschikt aan natuurlijke dynamiek. Permanente verlaging (in principe) van het oude duingebied.



Stormvloedgeulen.

Geen reële effecten.



Vogels.

Geconstateerde observaties staan los van bodemdaling. Verschillen in aantal vallen binnen natuurlijke variaties.



Kwelder en duinvegetatie.

Grote veranderingen hebben niet plaatsgevonden.

Beschrijving van de belangrijkste conclusies.

Grondwater:

De waterstandsgegevens van het getijstation Nes, met name de gegevens van hoogwater, zijn representatief voor de waterstanden bij de kwelders Nieuwlandsrijd en De Hon.

Neerslag- en verdampingscijfers zijn belangrijk voor de interpretatie van veranderingen in de vegetatie.

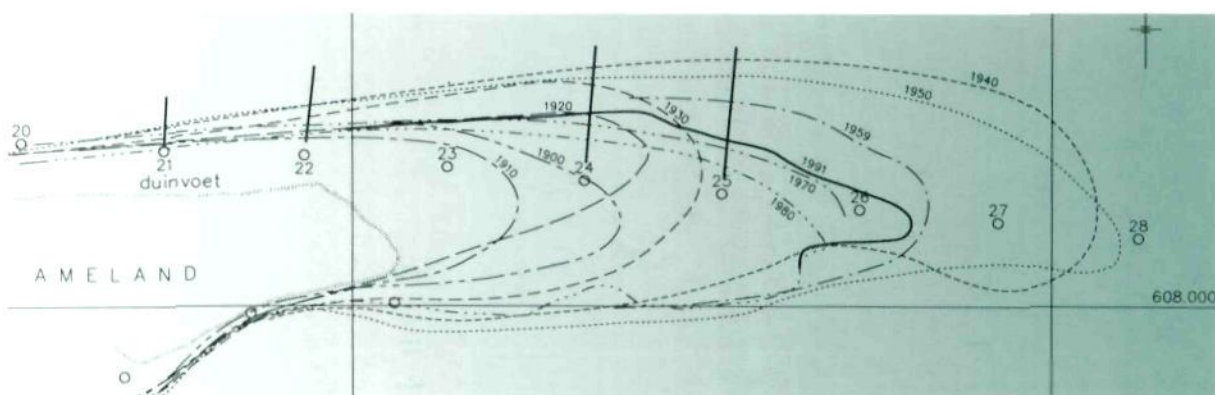
Er is inmiddels veel informatie en inzicht verkregen in het gedrag van het grondwaterpeil op Oost-Ameland.

1 meter. De grondwaterspiegel op Oost-Ameland is vrij vlak met flauwe gradiënten van hoger gelegen gebieden naar lagere gebieden. De daling en rijzing van de grondwaterspiegel over het jaar gebeurt overal in min of meer dezelfde mate (evenwijdige verschuiving). Een duidelijke invloed van de bodemdaling is niet herkenbaar.

3.1. Noordzeekust.

De jaarlijkse fluctuaties in de verschillende peilbuisen zijn vergelijkbaar en zijn vrij groot; afhankelijk van de jaarlijkse regenval varieert deze fluctuatie tussen circa 0,5 meter en circa

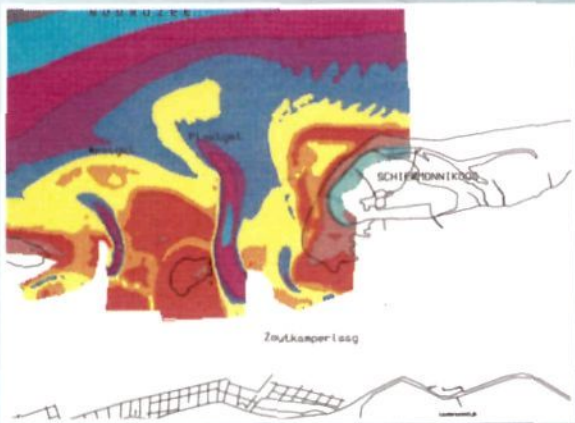
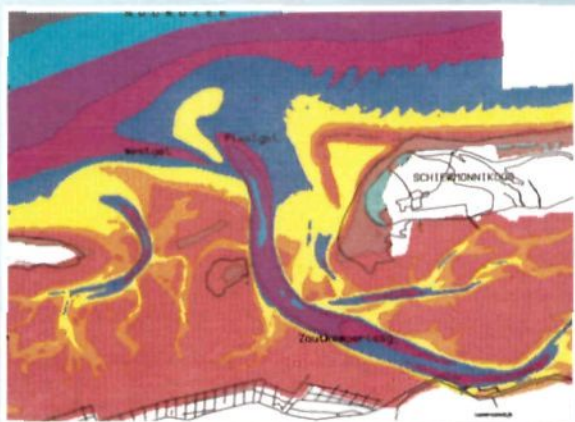
De sterke dynamiek in het morfologisch gedrag van de Noordzeekust van Ameland maakt het onmogelijk om de relatief geringe invloed van de bodemdaling door gaswinning te herkennen, zeker nu deze nog niet volledig ontwikkeld is.



Detail: Verplaatsing van hoogwaterlijn op oostelijk deel van Ameland.
Bron: Waterloopkundig Laboratorium.

3.2. Friesche Zeegat en De Hon.

De lengte van De Hon is sinds 1980 toegenomen, maar de aangroei blijkt momenteel te stagneren. Het stagneren van de aangroei naar het oosten lijkt het gevolg van natuurlijke geulmigratie van de Holwerderbalg en het Pinkegat door erosie in buitenbochten. In hoeverre dit proces, met name in de Holwerderbalg en in de secundaire geul in het zeegat, is versneld door de bodemdaling door gaswinning op Ameland is niet te bepalen. In WI/IBN (1987) is de mogelijkheid genoemd dat de extra zandhonger van de vloedkom van het Pinkegat voor een deel zal worden gecompenseerd door een vertraagde groei van De Hon. In de bodemdalingsvoorspelling van 1985 werd de totale reductie geschat op 500 meter en de vermindering in de aanwas op maximaal 10 meter/jaar. De gesignaleerde ontwikkelingen sluiten deze mogelijkheid niet uit.



Bodemliggingen in het Friesche Zeegat.

Situatie 1987 en 1991.

De kleuren variëren van +3 tot -20 m (N.A.P.)

Bron: Waterloopkundig Laboratorium

3.3. Waddenzee.

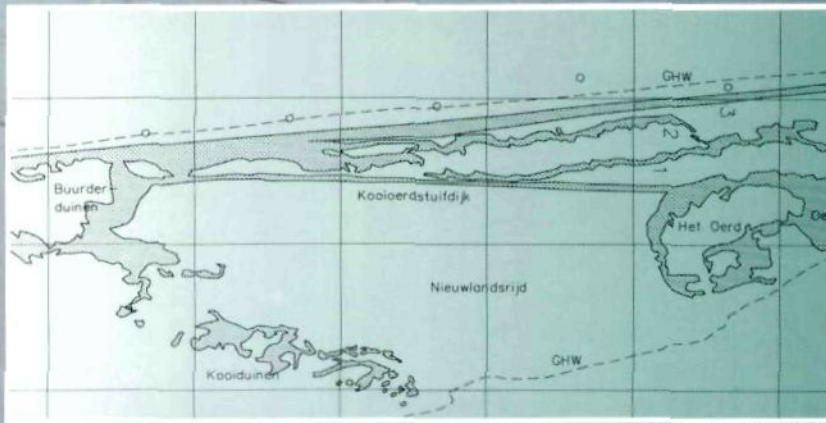
Ook in de Waddenzee maakt de sterke dynamiek in het waddensysteem het onmogelijk om, ook in de toekomst, relatief kleine veranderingen door bodemdaling lokaal te herkennen. Ook indien naar gemiddelde bodemveranderingen of volumeveranderingen van de vloedkom wordt gekeken, zijn de veranderingen niet aantoonbaar, omdat ze binnen de peilonnauwkeurigheid liggen.

3.4. Kwelders.

Aleen op het land is de bodemdaling via waterpassingen duidelijk aantoonbaar. De nauwkeurigheidswaterpassingen geven een goed en nauwkeurig beeld van de bodemdaling door gaswinning. Plaatselijk treedt compensatie in de maaiveldhoogte op door erosie of sedimentatie.

In januari 1994 bedroeg de bodemdaling door gaswinning op Nieuwlandstrijd circa 8 centimeter aan de oostzijde van de kwelder aflopend tot 2 centimeter aan de westzijde. Dit is circa 35 procent van de oorspronkelijk (in 1985) voorspelde bodemdaling. De daling van het maaiveld is veelal minder door compensatie door opslibbing. Omdat de kwelder-rand van Nieuwlandstrijd is gefixeerd met een oeververdediging wordt de kwelder door de bodemdaling niet kleiner.

Op de natuurlijke kwelder op De Hon varieerde de bodemdaling door gaswinning



Detail: Ontwikkeling duingebied ten noorden van Kooierdstuifdijk.

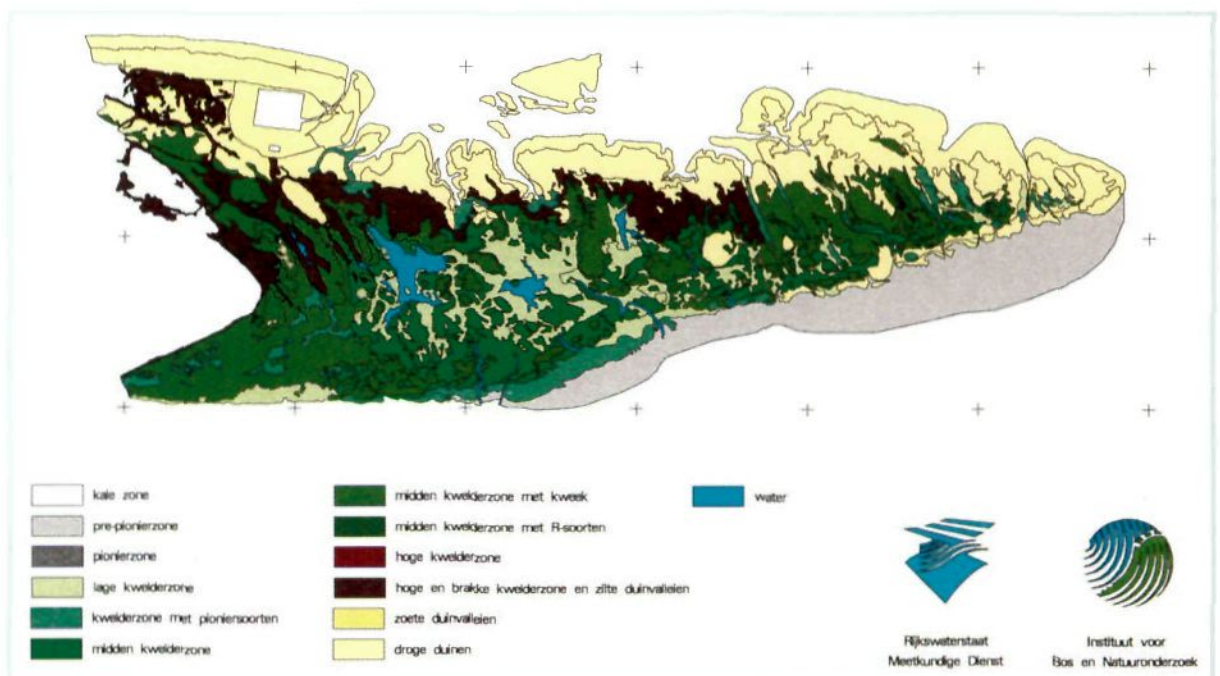
1, 2, 3: zeerepen die successievelijk zijn ontstaan na de aanleg van de Kooierdstuifdijk in de periode 1880-1890.

Bron: Waterloopkundig Laboratorium

in januari 1994 van ruim 12 centimeter bij de NAM-lokatie in het westen en tot circa 5 centimeter op de uiterste oostpunt. Ook hier is door opslibbing de daling van het maaiveld veel kleiner dan de bodemdaling door gaswinning. Aan de wadzijde is de GHW-lijn voornamelijk als gevolg van erosie naar het noorden opgeschoven. De kwelderrand is echter niet of nauwelijks verplaatst.

De opslibbing op de kwelders is afhankelijk van het kweldernivo en (waarschijnlijk) van

de afstand tot de Waddenzee of een kwelderkreek. Op de lage kwelders (lager dan NAP +1,25 meter) is de bodemdaling in het algemeen meer dan gecompenseerd door opslibbing. Op de hogere kwelder neemt de compensatie geleidelijk met het toenemende nivo en de grote afstand tot de Noordzee af tot 0 op een nivo van 2 meter boven NAP relatief dicht bij de kust of 1,7 meter boven NAP op grotere afstand van de zee. In het algemeen wordt de kwelder dus iets afgevlakt.



Zoneringen De Hon 1993.
Bron: Waterloopkundig Laboratorium

3.5. Duingebieden en polders.

De zeereep en de jonge duintjes op De Hon zijn relatief zeer dynamisch en de effecten van bodemdaling zijn hier volledig ondergeschikt aan de natuurlijke dynamiek.

Het vegetatieonderzoek in de duinen is voornamelijk uitgevoerd in de oudere, inactieve duinen met een sterke begroeiing. Hier vindt nauwelijks zandtransport plaats, zodat de bodemdaling door gaswinning hier vrijwel overeen zal komen met de daling van het maaiveld. De bodemdaling zal in principe dus leiden tot een permanente verlaging van het duinlandschap.

In de polder Buurdergrie vindt geen sedimenttransport plaats. Het maaiveld van *de weilanden zal dus permanent met de bodemdaling door gaswinning worden verlaagd*. In januari 1994 was de bodemdaling daar minder dan 2 centimeter.

3.6. Stormvloedgeulen.

Uit de beschikbare gegevens en de fotopanorama's vanaf drie lokaties op De Hon kan geen reëel gevaar voor een doorbraak van de zee door bodemdaling worden afgeleid. Slechts op één plaats werd enige, niet verontwaardigende ontwikkeling gezien als gevolg van stroming over De Hon tijdens een zware storm.



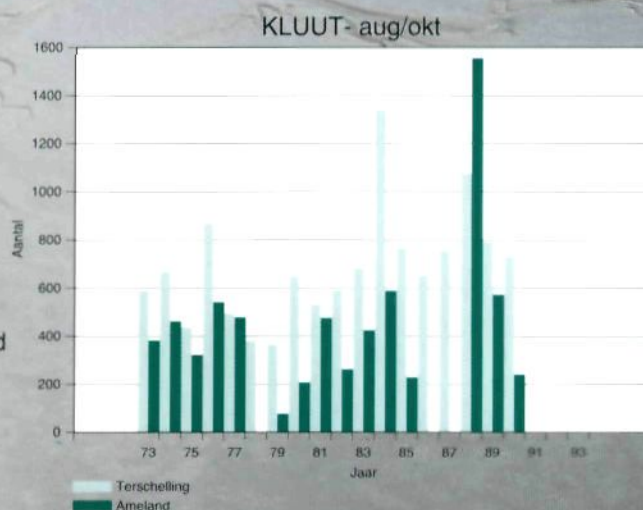
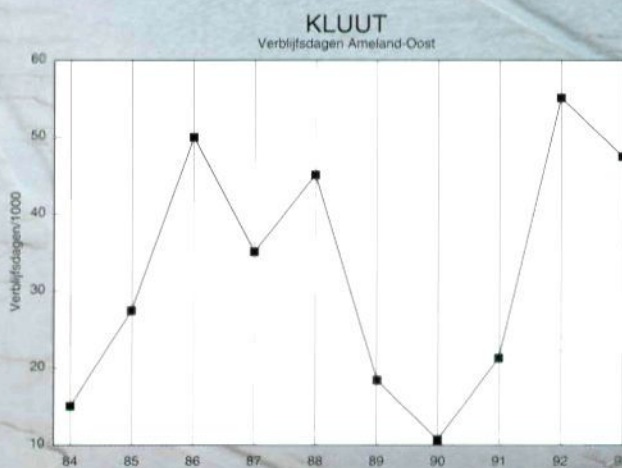
3.7. Vogels.

De mogelijke effecten van bodemdaling op Oost-Ameland op de vogelstand is geëvalueerd nadat andere invloeden dan bodemdaling zo veel mogelijk uit de telgegevens zijn geëlimineerd. Daartoe zijn de ontwikkelingen in de vogelaantallen eerst vergeleken met de ontwikkelingen in andere gebieden, waar de bodem niet daalt. Vervolgens is nagegaan welke andere omstandigheden op het Amelander Wad zijn veranderd en in hoeverre eventuele veranderingen in de vogelstand daardoor zijn veroorzaakt. Uiteindelijk bleven dan de aantalsveranderingen over die eventueel aan bodemdaling kunnen worden toegeschreven.

De aantalontwikkelingen van de vogelsoorten op Oost-Ameland komt grotendeels overeen met meer algemene trends en kan in verreweg de meeste gevallen verklaard worden aan de hand van ontwikkelingen die los staan van bodemdaling. Hetzelfde kan gezegd worden van ontwikkelingen in de bodemfauna. De grootste veranderingen zijn voldoende te verklaren aan de hand van gegevens over broedval van schelpdieren en de effecten van schelpdiervisserij.

Voor wat betreft de vogels blijkt verder dat er ook verschillen zijn tussen de vergelijkingsgebieden onderling, ook wanneer daar geen sprake is van bodemdaling (in dit geval bijvoorbeeld tussen Terschelling en de gehele Nederlandse Waddenzee). Daarom moet gekonkludeerd worden dat er verschillen in aantalontwikkelingen van vogels tussen Oost-Ameland in vergelijking met andere gebieden binnen de variaties vallen die van nature mogelijk zijn.

Hiernaast ziet u een figuur met het aantal vogeldagen dat door de Kluut op Ameland-Oost (Het Nieuwlandsrijd en De Hon samen) is doorgebracht en een staafdiagram van de maximale aantallen Kluten in augustus/oktober op Terschelling en Ameland in de jaren 1973-93 op basis van integrale en lokale tellingen in de Nederlandse Waddenzee (gegevens IWRB database, IBN-Texel).



3.8. Kweldervegetatie.

De factoren, die bepalend zijn voor het type vegetatie op een kwelder, zijn de hoogte-
ligging van het maaiveld, ontwatering van de
bodem en het zoutgehalte van het bodem-
vocht. Het zoutgehalte wordt bepaald door de
regenval en het aantal overvloedingen per
jaar of groeiseizoen. Meer regen geeft
verzoeting en meer overvloedingen verzilting.
Het aantal overvloedingen is gerelateerd aan
de hoogteligging van het maaiveld en (min of
meer) het nivo van GHW.

De hoogte van het maaiveld van de kwelders
heeft als gevolg van de bodemdaling een
achterstand opgelopen. Dit geldt niet voor de
laagste zones van de kwelder en de delen die
het dichtst bij de Waddenzee of de kreken zijn
gelegen, omdat daar de meeste opslibbing
plaatsvindt. Het achterblijven van de opslib-
bing bij de bodemdaling heeft nauwelijks
gevolgen voor de kweldervegetatie in 51
proefvakken (pq's) gehad, omdat 1)
tegelijkertijd de jaargemiddelde hoogwaters
zijn gezakt en 2) de bodemdaling meestal
onvoldoende was om een kritische
ondergrens van kwelderzones te bereiken.

Met behulp van vereenvoudigde vegetatie-
kaarten kon in één oogopslag duidelijk
worden gemaakt of er grote veranderingen
op de kwelders hebben plaatsgevonden.

Dergelijke grote veranderingen zijn er niet
geweest. De meeste veranderingen worden
verklaard door verschillen in de interpretatie
van de vegetatie in 1988 en 1993.
Bodemdaling heeft in de vegetatieverande-
ringen geen grote rol gespeeld, hooguit voor
enkele hectares met regressie (= verandering
van de vegetatie van hogere naar lagere
zones) op het midden van De Hon.
Mogelijk zou zonder bodemdaling meer
successie (= verandering van de vegetatie
van lagere naar hogere kwelderzones) zijn
opgetreden.

Door de gehanteerde vereenvoudiging van de
vegetatiekaarten gaat een deel van de

informatie verloren. Deze detailinformatie is
wel in de analyse van de pq's te vinden.
Indien de veranderingen in de pq's daartoe
aanleiding zouden geven is te overwegen in
de volgende rapportage een gedetailleerde
kaartvergelijking te maken. Daarbij zou dan
ook de verbeterde interpretatie van de kaart
uit 1988 moeten worden betrokken.

Het hangt van de combinatie van de verdere
bodemdaling en de toekomstige jaargemid-
delde hoogwaters af of en hoe de kwelder-
vegetatie in de nabij toekomst op de
maaiveldveranderingen zal reageren.
Het monitoringprogramma voorziet in de
noodzaak de resultaten te volgen.



3.9. Duinvegetatie.

In de duinen zijn eveneens op de kwelders vegetatieopnamen gemaakt en wel in 54 pq's in 1986 en in 64 pq's in 1989 en 1992. In totaal werden 185 soorten gevonden. Sterke veranderingen in aantallen vondsten zijn niet opgetreden. Soorten die in één of twee jaren niet gevonden zijn, waren in de andere jaren meestal in slechts één of twee pq's aanwezig. In de gevallen waarin dit verschil groter is (tot 5 of 6 vondsten in slechts één jaar) betreft het meestal eenjarigen. De enige uitzondering wordt gevormd door de meerjarige *Atriplex portulacoides* (Gewone zoutmelde), die uitsluitend in 1992 in zes pq's is aangetroffen.

Grote discrepanties tussen de verandering in aantal vondsten per soort en de verandering in gemiddelde abundantie (hoeveelheid), die kunnen wijzen op grote verschillen tussen de jaren in wijze van schatten, werden niet gevonden. De veranderingen in gemiddelde bedekking blijkt in het algemeen slechts klein geweest te zijn. Voor 34 soorten bedroeg de relatieve verandering in gemiddelde bedekking meer dan circa 15%.

Het is niet mogelijk de gevonden verandering in de vegetatie op eenduidige wijze aan òfwel bodemdaling òfwel verandering in zeespiegelregime toe te schrijven. Voor de vegetatie blijkt een vrij kleine verandering tussen 1986 en 1989, en een grote verandering tussen 1988 en 1992. De verandering in overvloedingsfrequentie vertoont hetzelfde beeld: een geringe afname tussen 1986 en 1989, en een vrij sterke toename tussen 1989 en 1992. Dit patroon wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het feit dat de veranderingen in overvloedingsfrequentie en hoogteligging tussen 1986 en 1992 elkaar min of meer compenseren (beide daling), terwijl zij tussen 1989 en 1992 elkaar juist versterken (meer overvloedingen gepaard gaande met bodemdaling). Het is daarom niet uit te sluiten dat veranderingen in de vegetatie van de zilte duinvalleien deels veroorzaakt zijn door bodemdaling.

Hierbij moet nog worden aangetekend dat de in 1992 waargenomen veranderingen deels ook het gevolg kunnen zijn van de droge zomer in dat jaar.

De gevonden veranderingen zijn te klein om vanuit oogpunt van natuurbeheer als gunstig of ongunstig gekarakteriseerd te worden. Gesteld kan worden dat de door Dankers et al (1987: p. 60) globaal voorspelde verrijging, nivellering en verlaging van de natuurwaarde tengevolge van bodemdaling in de duinvalleien niet is waargenomen.





Fotobijschrift:

De gaslokatie op Ameland-Oost, verzonken in de duinen.

3.10. Nieuwlandsrijd.

Als gevolg van de bodemdaling is in 1994 de overspoelingsfrequentie van de kwelder Nieuwlandsrijd in het grasseizoen gemiddeld toegenomen. Als gevolg hiervan is er sprake van een produktverlies door bodemdaling van maximaal 2% van de capaciteit in de ongestoorde situatie (exklusief compensatie door opslibbing).

Het bovenstaande schadepercentage is gebaseerd op langjarig-gemiddelde omstandigheden. Gezien de aanmerkelijke schommelingen, die van jaar tot jaar in de NW-overschrijdingsfrequenties en in de regencijfers kunnen optreden, is het niet uitgesloten dat de verschillen in de jaarlijkse opbrengsten van de kwelder groter zijn dan de schade door de bodemdaling. Hierdoor kan het formeel aantonen van schade moeilijk zijn.

3.11. Polder Buurdergrie (Zwartwoude).

De invloed van bodemdaling op de kans op inundatie bij Zwartwoude tijdens westelijke stormen en op de grasopbrengst is uitgebreid bestudeerd en gerapporteerd in Boer en Eysink (1993). Dit rapport heeft als basis de effecten van een bodemdaling van

10 centimeter. De werkelijke effecten kunnen via lineaire interpolatie worden geschat.

De werkelijke bodemdaling in de polder Buurdergrie varieerde in januari 1994 van 0,4 à 0,5 bij Buren tot maximaal 2 centimeter in de uiterste oostpunt van de polder. Voor het gebied Zwartwoude lag de bodemdaling toen tussen 1 en 1,5 centimeter. Het effect van bodemdaling op de grasopbrengst blijft hierdoor zelfs op de lage delen van het gebied ruim binnen een procent (geen merkbare invloed). Ook de kans op inundatie verandert nauwelijks.

Het aantal dagen van overschrijding van een nivo van NAP + 1,30 meter (oorspronkelijk) neemt in Zwartwoude gemiddeld toe van circa 0,5 dagen per jaar tot circa 0,65 dagen per jaar. Op een nivo van NAP 1,35 meter zijn deze getallen nog een faktor 2 à 3 lager.

3.12. Drinkwaterwinning in Buurderduinen.

De beschikbare gegevens geven aan dat in elk geval kustlijnverplaatsingen van 40 à 50 meter geen aantoonbare invloed hebben op het chloridegehalte van het gewonnen water uit de Buurderduinen. Dit, in combinatie met het overheidsbeleid tot handhaving van de

kustlijn, leidt tot de konklusie dat Waterleiding Friesland geen nadelige gevolgen van de bodemdaling door gaswinning zal ondervinden.

Daarnaast heeft Waterleiding Friesland inmiddels, door het aanleggen van een drinkwaterleiding vanaf de vaste wal, een aanzienlijke marge in de capaciteit van de drinkwatervoorziening op Ameland gecreëerd. Ook om deze reden zijn er geen problemen te verwachten.

Voorgesteld wordt om dit onderwerp als afgehandeld te beschouwen en verdere gegevensverzameling in dit verband te staken.

Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.



NAM

Postbus 28000, 9400 HH Assen



