



ALTEERRA

WAGENINGEN UR

Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning

H.W.G. Meesters
K.S. Dijkema
W.E. van Duin
C.J. Smit
N. Dankers
P.J.H. Reijnders
R.K.H. Kats
M.L. de Jong



Alterra-rapport 1310, ISSN 1566-7197



Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en
mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning

**Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag
en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning**

**H.W.G. Meesters
K.S. Dijkema
W.E. van Duin
C.J. Smit
N. Dankers
P.J.H. Reijnders
R.K.H. Kats
M.L. de Jong**

Alterra-rapport 1310

Alterra, Wageningen, 2006

REFERAAT

H.W.G. Meesters, K.S. Dijkema, W.E. van Duin, C.J. Smit, N. Dankers, P.J.H. Reijnders, R.K.H. Kats, M.L. de Jong, 2006. *Natuurwaarden in de Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag en mogelijke effecten van bodemdaling door gaswinning*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1310. 191 blz.; 45 fig.; 29 tab.; 130 ref.

In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de biologische variabelen in gebieden waar door de gaswinning van de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, Lauwersoog-West, Lauwersoog-Oost en Vierhuizen bodemdaling verwacht wordt. De focus is vooral op de buitendijkse vastelandkwelders en de kombergingsgebieden het Pinkegat en de Zoutkamperlaag.

Alterra is verzocht een voorspelling te doen ten aanzien van de effecten van de voorziene gaswinning op de plant- en diersoorten in het gebied, waarbij bijzondere aandacht wordt gegeven aan de beschermde dieren en planten als gevolg van de Vogel- en Habitatrichtlijnen. Van habitat-, vegetatietypen en plant/diersoorten met een beschermde status die in de getroffen gebieden voorkomen wordt de huidige staat en de historische ontwikkeling beschreven alsmede relaties met de abiotiek. Aan de hand van de voorspelde bodemdaling worden de verwachte gevolgen voor de relevante habitats en soorten beschreven en worden aanbevelingen voor monitoring gedaan.

De algemene conclusie is dat op basis van de voorspelde bodemdaling (vertaald in bodemhoogte, plaatoppervlak en bodemsamenstelling) er geen significante effecten op aanwezige plant- en diersoorten te verwachten zijn.

Trefwoorden: Waddenzee, gaswinning, natuurwaarden, milieu effect rapportage, vogelrichtlijn, habitatrichtlijn, kombergingsgebieden, kwelders, Pinkegat, Zoutkamperlaag.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door €30,- over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 1310. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2006 Alterra
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Dankwoord	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 Procedure en opdracht	12
1.2 Bodemdalingsprognose	13
1.3 Projectafbakening	16
1.4 Leeswijzer	16
2 Habitat-, vegetatietypen en plant/diersoorten met een beschermde status	17
2.1 Europese regelgeving	17
2.2 Flora- en Faunawet (1998)	19
2.3 Natuurbeschermingswet (1998)	19
2.4 Beschermde habitats onder de Habitatrictlijn	22
2.5 Beschermde soorten onder de Habitatrictlijn	29
2.5.1 Hogere planten, mossen, korstmossen en paddestoelen	30
2.5.2 Terrestrische Ongewervelden	30
2.5.3 Vissen	31
2.5.4 Reptielen en amfibieën	33
2.5.5 Vogels	33
2.5.6 Zoogdieren	34
2.6 Beschermde soorten onder de Vogelrichtlijn	36
3 Beschrijving huidige staat en ontwikkeling (a)biotiek	41
3.1 Kwelders Noordoost Friesland	41
3.1.1 Abiotiek	41
3.1.2 Conclusies huidige staat en ontwikkeling abiotiek	58
3.1.3 Biotiek	59
3.1.4 Conclusies huidige staat en ontwikkeling biotiek kwelders	71
3.2 Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag	71
3.2.1 Abiotiek	72
3.2.2 Conclusies huidige staat en ontwikkeling abiotiek	83
3.2.3 Biotiek	83
3.2.4 Conclusies huidige staat en ontwikkeling biotiek kombergingsgebieden	118
4 Beschrijving effecten bodemdaling op (a)biotiek	121
4.1 Kwelders (Peazemerlannen, 't Schoor, Wierum)	121
4.1.1 Wanneer treedt een breekpunt op?	122
4.1.2 Prognose maaiveldhoogte en vegetatiezones in de Peazemerlannen	123
4.1.3 Prognose vegetatie-succesie bij bodemdaling	133
4.1.4 Prognose effecten op broedvogels	136
4.2 Conclusies effecten bodemdaling voor kwelders	137
4.3 Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag	138

4.3.1	Rapport Bodemdaling Waddenzee 2004	140
4.3.2	Zeegras	142
4.3.3	Bodemdieren	143
4.3.4	Vissen	143
4.3.5	Vogels	144
4.3.6	Zeezoogdieren	144
4.4	Conclusies effecten bodemdaling Pinkegat en Zoutkamperlaag	144
5	Aanbevelingen voor monitoring en mitigatie	147
6	Algemene Conclusies	151
6.1	Huidige toestand, trends en autonome ontwikkeling van relevante habitats en soorten	151
6.2	Effecten van voorgenomen gaswinning voor relevante habitats en soorten	152
6.3	Conclusies ten aanzien van significantie	154
	Literatuur	155
	Bijlage 1 Maaiveldhoogte-verloop in meest kritische Peazemerlannen-pq's	165
	Bijlage 2 Ecotopen en Habitattypen in aandachtsgebied	167
	Bijlage 3 Rapportage Ravon: Reptielen-, Amfibieën- en Vissengegevens	169
	Bijlage 4 Gegevens Floron	173
	Bijlage 5 Rapportage Paddestoelen (NMV)	179
	Bijlage 6 Seizoenspatronen vogels	183
	Bijlage 7 Historische Vogelaantallen Waddenzee	191

Dankwoord

Dit rapport is het resultaat van de auteurs, maar ook van meerdere mensen die ons geholpen hebben met het aanleveren van gegevens en figuren. We willen met name bij Alterra Texel Jenny Cremer, Elze Dijkman en Genoveva Gonzales bedanken voor het maken van de GIS kaartjes. Verder zijn we de volgende mensen erkentelijk: Marieke van Katwijk (KUN), Paul Erfteijer (WL), Art Groeneweg (AGI-RWS), George Wintermans (NAM), SOVON en de vele vrijwilligers van de verschillende meetnetten van het NEM.

Samenvatting

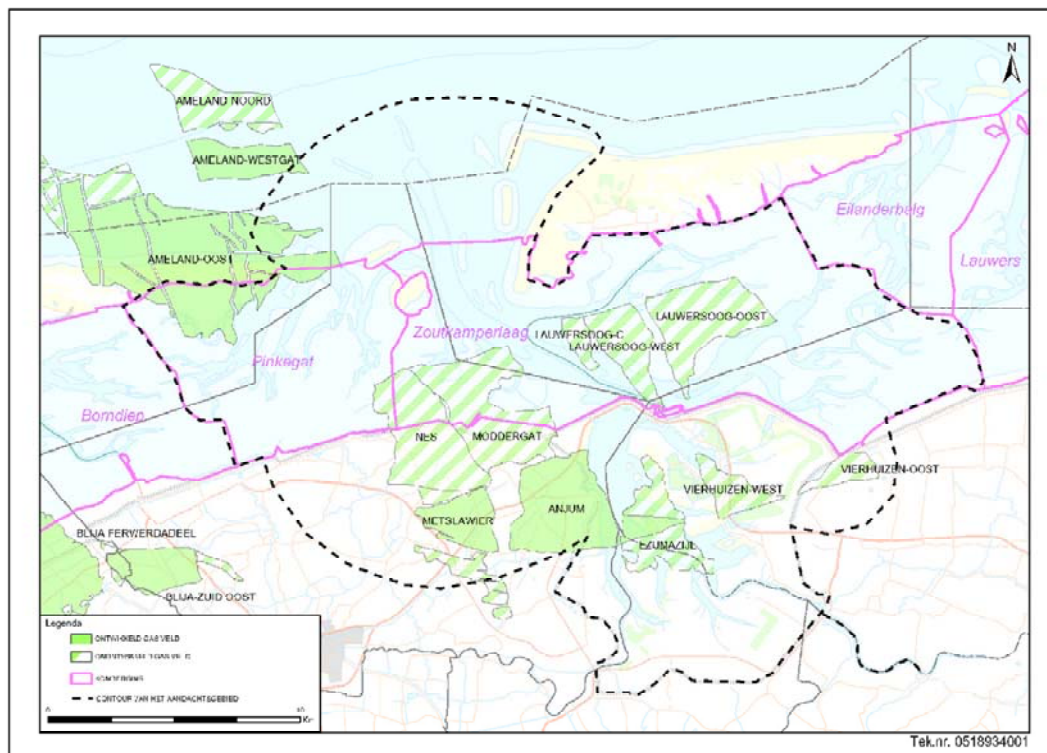
In dit rapport wordt een overzicht gegeven van de biologische variabelen in gebieden waar door de gaswinning van de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, Lauwersoog-West, Lauwersoog-Oost en Vierhuizen bodemdaling verwacht wordt. De focus is vooral op de buitendijkse vastelandkwelders en de kombergingsgebieden het Pinkegat en de Zoutkamperlaag.

Alterra is verzocht een voorspelling te doen ten aanzien van de effecten van de voorziene gaswinning op de plant- en diersoorten in het gebied, waarbij bijzondere aandacht wordt gegeven aan de beschermde dieren en planten als gevolg van de Vogel- en Habitatrichtlijnen.

De algemene conclusie is dat op basis van de voorspelde bodemdaling (vertaald in bodemhoogte, plaatoppervlak en bodemsamenstelling) er geen significante effecten op aanwezige plant- en diersoorten te verwachten zijn. Voor een korte samenvatting van de conclusies wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

1 Inleiding

Sinds de jaren zestig wordt gas gewonnen in Nederland. De belangrijkste ontwikkelingen in en rond het waddengebied betreffen het Groningenveld, Ameland, Blija en Zuidwal. De mogelijke gevolgen van de gaswinning op Ameland worden sinds 1987 nauwlettend gevolgd middels een structureel monitoringsprogramma op alle mogelijk relevante aspecten. De kwaliteit en volledigheid van het programma wordt bewaakt door een technische commissie en iedere 5 jaar openbaar ter discussie gesteld. Die discussie vindt plaats onder de verantwoordelijkheid van de universiteit van Groningen met internationaal erkende experts op het gebied van de verschillende thema's. Midden jaren 90 heeft de NAM door middel van proefboringen nieuwe gasvoorraden aangetoond in zeven velden, waaronder Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen (Figuur 1.1)



Figuur 1.1 Aandachtsgebied en gasvelden (Figuur uit NAM 2005).

Deze gasvelden maken deel uit van de concessies Groningen en Noord Friesland en liggen geheel of gedeeltelijk onder de Waddenzee, juist ten noorden van het Lauwersmeer, in het noordoosten van Friesland en het noordwesten van Groningen. Moddergat is aangeboord vanaf de locatie Moddergat, de drie Lauwersoog-velden vanaf de locatie Lauwersoog en de velden Vierhuizen Oost en West vanaf de locatie

Vierhuizen. Na de proefboringen zijn de putten als potentiële productieputten veiliggesteld.

In overeenstemming met het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid (Meijer *et al.* 2004) heeft de overheid geconcludeerd dat er geen ecologische gronden zijn voor het afzien van winning gebonden aan strikte natuurgrenzen (Hoeksema *et al.* 2004). In dit kader wordt gesproken over het principe van 'hand aan de kraan'. Dit houdt in dat de winning van gas wordt afgestemd op de draagkracht van de min of meer zelfstandige morfologische eenheden binnen het waddensysteem (i.e. de kombergingsgebieden). In de praktijk betekent dit dat kombergingsgebieden door bodemdaling door gaswinning in hoogteligging niet mogen achterlopen op kombergingsgebieden buiten de invloed van bodemdaling.

In de Startnotitie “Milieu Effect Rapportage Aardgaswinning vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen” (NAM 2005) is het voornemen kenbaar gemaakt de genoemde gasvelden via de landlocaties Moddergat (gelegen in de gemeente Dongeradeel, provincie Fryslân), Lauwersoog en Vierhuizen (beide gelegen in de gemeente DeMarne, provincie Groningen) in productie te willen nemen.

1.1 Procedure en opdracht

De voorgenomen gaswinning op de locaties bedraagt meer dan 500.000 m³ per dag per locatie. Met verwijzing naar het Besluit MER 1994 (laatst gewijzigd in 2004) onderdeel C, categorie 17.2, is het opstellen van een MER verplicht ten behoeve van het nemen van een besluit waarop de afdelingen 3.5 van de Algemene wet bestuursrecht en 13.2 van de Wet milieubeheer van toepassing zijn. Voor het oprichten en in werking hebben van een mijnbouwwerk ten behoeve van de winning van aardgas is onder andere een vergunning Wet milieubeheer ex artikel 8.1 noodzakelijk van de Minister van Economische Zaken. Betreffende besluiten zijn aan te merken als besluiten waarvoor het MER wordt gemaakt.

Als onderdeel van de m.e.r. is door de NAM een startnotitie opgesteld en door het Ministerie van Economische Zaken in procedure gebracht (zie http://www.nam.nl/static/nam-nl/downloads/waddenzee/Startnotitie_MER_Waddenzee.pdf) rekening houdend met het vereiste in de Wet Milieubeheer artikel 7.12 en de Regeling Startnotitie Milieueffectrapportage (Stc. 29-11-1993). De notitie markeert de officiële start van de m.e.r.-procedure en verschaft informatie over het voornemen van de NAM om gas te winnen. Daarnaast vormt de startnotitie samen met de richtlijnen van de Commissie voor de Milieu-effectrapportage de basis voor de inhoud van het op te stellen MER. De centrale doelstelling van de m.e.r.- procedure is het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming. Deze MER kan tevens worden aangewend bij de passende beoordeling in het kader van vergunningverlening op grond van de Natuurbeschermingswet e.d. In deze startnotitie wordt beknopt beschreven: het waarom van de voorgenomen activiteit; hetgeen met de activiteit wordt beoogd en aard en omvang hiervan; de plaatsen waar voorgenomen activiteiten worden gedacht; een globale aanduiding van de te verwachten milieugevolgen; een overzicht van besluiten van overheidsorganen bij de voor-

bereiding waarvan de MER wordt gemaakt; een overzicht van eerder genomen besluiten van overheidsorganen.

Het project zal verder rekening houden met de eisen die voortkomen uit de Natuurbeschermingswet en Habitat/Vogelrichtlijn, de wens de rapportage in te zetten als nulmeting in de monitoring en de eis dat voor het MER gebruik moet worden gemaakt van de meest recente en beschikbare gegevens. Er zal dus specifiek worden ingegaan op alle soorten die genoemd worden in bijlagen van de genoemde richtlijnen, of die genoemd zijn in de aanwijzingsbesluiten.

NAM heeft Alterra Texel gevraagd om een overzicht te geven van biotische gegevens en de natuurlijke ontwikkeling in het buitendijkse deel van het aandachtsgebied (de vastelandkwelders en de kombergingsgebieden) en een inschatting van de gevolgen van de effecten van bodemdaling door de voorgestelde gaswinning. Deze studie is geschreven nog voordat alle resultaten van de Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost (2005) beschikbaar waren.

1.2 Bodemdalingsprognose

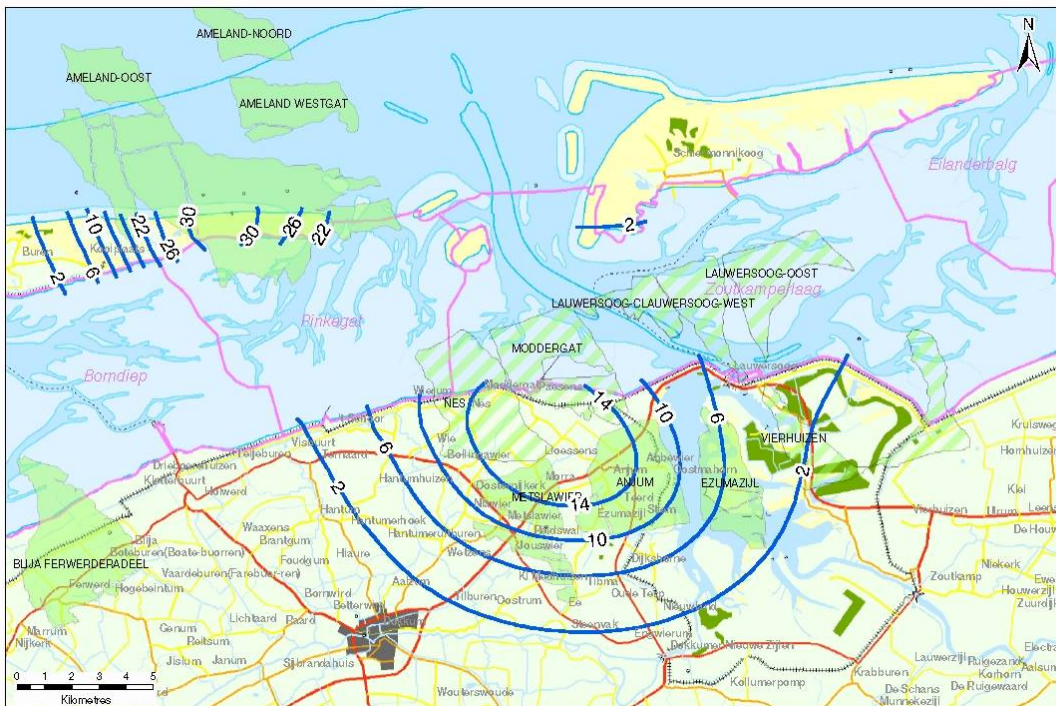
De NAM heeft een bodemdalingsprognose van de Waddenzee gemaakt voor de velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, Lauwersoog West, Lauwersoog –Oost en Vierhuizen (zie Figuur 1.2 en Figuur 1.3). Ten gevolge van gaswinning zal aan de oppervlakte een gelijkmatige schotelvormige bodemdaling optreden. De effecten van bodemdaling manifesteren zich verschillend in de onderscheiden deelgebieden. Dit is het gevolg van de aan- of afwezigheid van sedimentatieprocessen die een zekere daling kunnen compenseren. Op land is aangetoond dat bodemdaling zich manifesteert in de vorm van een ondiepe schotel. Op het wad is aangetoond dat bodemdaling (tot 1.3 cm/jr) volledig wordt gecompenseerd. In de kwelders blijkt dat de bodemdaling aan de randen langs het wad en de kreken volledig wordt gecompenseerd (tot 2 cm/jr op eilandkwelders), maar op enige afstand daarvan terugvalt tot de de basissnelheid van 0.5 cm/jr (eilanden) en 1.0-1.5 cm/jr (vaste land kwelders).

Om bovenstaande redenen zijn in de figuren 1.2 en 1.3 op land contourlijnen aangegeven, terwijl op het wad de bodemdaling per komberging is weergegeven (Tabel 1.2).

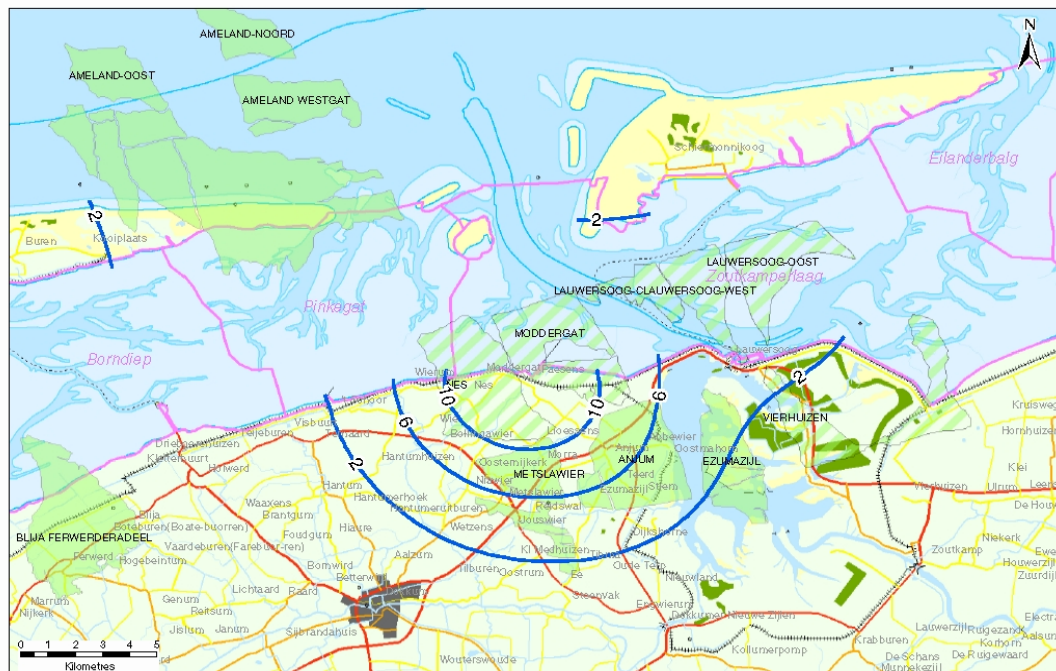
De bodemdaling van de nieuwe velden overlapt met die van Ameland en Anjum. Om het cumulatief effect te kunnen bepalen dient gebruik gemaakt te worden van afzonderlijke prognoses voor bestaande en nieuwe winning. Op grond van de laatste berekeningen wordt door de NAM de bodemdaling op het land voorspeld zoals getoond in Figuur 1.2, Figuur 1.3 en Tabel 1.2. Voor de kombergingsgebieden wordt de voorspelling gegeven in Tabel 1.1. Er is hierbij geen rekening gehouden met sedimentatie in de Waddenzee.

De potentiële gevolgen van de bodemdaling voor de biota in de kombergingsgebieden hebben vooral betrekking op verandering van plaatoppervlak, hoogteligging, verandering van sedimentsamenstelling met daaraan gekoppeld verandering

van bodemdieren en mogelijk daardoor veroorzaakte afname van potentieel foerageergebied voor vogels.



Figuur 1.2 Voorspelde totale bodemdaling op land, van start productie (bestaande gaswinning Ameland) tot 2040 (i.e. Ameland, Moddergat, Lauwersoog, Vierhuizen en Anjumvelden).



Figuur 1.3 Voorspelde totale bodemdaling op land gedurende de periode 2007-2040 ten gevolge van de nieuw voorgestelde gaswinning in Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen en Anjumvelden (NAM 2005).

In de modelleringsstudie van het WL is deze keten doorgerekend met betrekking tot de sedimenthuishouding. De monitoringsuitkomsten van Ameland – met name betreffende het gedrag van platen en de verandering in vogelpopulaties zijn uiteindelijk echter van doorslaggevend belang voor de uiteindelijke evaluatie van de effecten voor de van bodemdieren afhankelijke wadvogels. Daarnaast zijn de resultaten van enige jaren van intensieve monitoring van de variatie in plaathoogten ten noorden van Peazemerlannen van belang in relatie tot variaties in hoogwaters. Tot slot is het onderzoek naar sedimentsamenstelling uit EVA2 van belang, mede in relatie tot de vraag of zandsuppleties invloed kunnen hebben op de sediment-samenstelling.

Tabel 1.1 Voorspelde bodemdalingsnelheid (cm / jaar) per kombergingsgebied (gegevens NAM).

Periode	Pinkegat Gemiddelde bodemdaling snelheid (cm/jaar)	Zoutkamperlaag Gemiddelde bodemdaling snelheid (cm/jaar)
Totaal incl. Waddenzee velden		
2007 – 2010	0,39	0,21
2010 – 2015	0,30	0,22
2015 – 2020	0,24	0,14
2020 – 2025	0,05	0,07
2025 – 2030	0,03	0,05
2030 – 2040	0,01	0,02
Huidige producerende velden		
2005 – 2007	0,29	0,03
2007 – 2010	0,27	0,02

Voor de buitendijkse vastelandkwelders wordt gebruikt gemaakt van kennis die verzameld is in het kader van een uitgebreid monitoringprogramma (Dijkema 1995) en waarvoor de voorspelde bodemdaling gegeven wordt in Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Voorspelde bodemdalingsnelheid op de kwelders bij Paesens (gegevens NAM).

Periode	Bodemdaling (cm snelheid / jaar)
Totaal incl. Waddenzee	
2007 – 2010	1,0
2010 – 2015	0,7
2015 – 2020	0,5
2020 – 2030	0,2
2030 -2040	0,1
Huidige producerende velden	
2005-2007	0,3
2007-2010	0,1

Voor een uitgebreide beschrijving van de wijze waarop de bodemdaling wordt berekend zie Oost *et al.* (1998).

1.3 Projectafbakening

Wat betreft kwelders beperkt het in dit rapport behandelde gebied, verder het aandachtsgebied genoemd, zich tot de Friese vastelandkwelders die binnen het bodemdalingsgebied aanwezig zijn (de Peazemerlannen en de kwelders bij 't Schoor en Wierum).

De kombergingsgebieden betreffen het gebied tussen het wantij van Ameland en het wantij van Schiermonnikoog (zie

Figuur 1.1). De zeewaartse grens ligt op een rechte lijn tussen de oostelijke punt van Ameland en de westelijke punt van Schiermonnikoog, tenzij het voor een goed begrip noodzakelijk is fysieke en geomorfologische aspecten van de buitendelta bij de beschrijvingen te betrekken.

Er wordt niet ingegaan op de effecten van zandwinning op zee en strand- en vooroeversuppleties die eventueel uitgevoerd gaan worden om stranderosie te mitigeren. Biologische aspecten van de Vogel- en Habitatrichtlijn zullen in het rapport meegenomen worden.

1.4 Leeswijzer

Achtereenvolgens worden besproken de beschermde habitattypen en soorten (Hoofdstuk 2), de belangrijkste abiotische en biotische factoren en de biotiek van de kwelders van Noordoost Friesland (3.1) en van de kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag (3.2). Op basis van bestaande kennis wordt een overzicht gegeven van de historische ontwikkeling, de huidige status en de toekomstige verwachte ontwikkeling indien er geen gaswinning zou plaatsvinden. Daarna worden de mogelijke effecten van de bodemdaling op de biotiek worden besproken (4). Als laatste worden enige aanbevelingen gedaan met betrekking tot monitoring en mitigerende maatregelen (5). De conclusies worden samengevat in hoofdstuk 6.

2 Habitat-, vegetatietypen en plant/diersoorten met een beschermde status

2.1 Europese regelgeving

Op grond van artikel 4 lid 1 en lid 2 van de Vogelrichtlijn geldt voor de lidstaten van de Europese Gemeenschap de verplichting om voor de leefgebieden van de in Bijlage I van de Vogelrichtlijn vermelde vogelsoorten speciale beschermingsmaatregelen te treffen opdat deze kunnen voortbestaan en zich kunnen voortplanten. Met name voor de naar aantal en oppervlakte voor deze Bijlage I soorten meest geschikte gebieden dienen Speciale Beschermings Zones (SBZs) te worden aangewezen. Dezelfde verplichting geldt voor geregeld voorkomende trekvogels, waarbij de Lidstaten bijzondere aandacht dienen te besteden aan de bescherming van watergebieden en in het bijzonder aan de watergebieden van internationale betekenis (vergelijk de Conventie van Ramsar).

Voor de Vogelrichtlijngebieden geldt in zijn algemeenheid op grond van de bepaling van artikel 6 lid 3 van de Habitatrictlijn dat voor elk plan of project dat niet direct verband houdt met of nodig is voor het beheer van het gebied, maar afzonderlijk of in combinatie met andere plannen of projecten significante gevolgen kan hebben voor zo'n gebied (SBZ) een passende beoordeling wordt gemaakt van die gevolgen, rekening houdend met de instandhoudingdoelstelling van dit gebied. Deze bepaling is een richtlijnbeepaling wat volgens het Europees Verdrag tot oprichting van de EU tot gevolg heeft dat de lidstaten van Europa deze bepaling in hun nationale wetgeving dienen om te zetten. Om aan deze omzettingsverplichting te voldoen, is door de Nederlandse regering een wijziging van de Natuurbeschermingswet 1998 in procedure gebracht. Deze wijziging is, ten tijde van deze rapportage, nog niet in werking getreden. Het gevolg is dat een nationaalrechtelijke grondslag voor de toepassing van het toetsings- en afwegingskader, dat is verankerd in artikel 6, derde en vierde lid van de Habitatrictlijn wel in het vooruitzicht is gesteld maar op dit moment nog ontbreekt.

Voor Habitatrictlijngebieden geldt hetzelfde als voor Vogelrichtlijngebieden. Onderzocht moet worden wat de effecten zijn op de natuurlijke kenmerken en de instandhoudingdoelstelling van het betreffende habitatgebied en of die effecten als significant gekwalificeerd kunnen of moeten worden. Bij de Habitatrictlijngebieden moet nog een onderscheid worden gemaakt tussen gebieden die als zodanig zijn aangewezen en gebieden die bij de Europese Commissie zijn aangemeld om als Habitatrictlijngebied te worden aangewezen¹. Voor de aangewezen gebieden geldt dat de aanwijzingsbeschikkingen aangeven welke natuurlijke habitats en welke

¹ In de Habitatrictlijn ligt de procedure tot aanwijzing van een gebied als Habitatrictlijngebied vast. De Lidstaten dragen de gebieden die voor aanwijzing in aanmerking komen voor bij de Europese Commissie (artikel 4, eerste lid van de Habitatrictlijn). In overleg tussen de Commissie en de Lidstaat wordt een communautaire lijst opgesteld op basis waarvan de Lidstaat vervolgens het betreffende gebied als Habitatrictlijngebied aanwijst.

soorten onder de instandhoudingsdoelstelling vallen (kwalificerende soorten en habitats). Precies zoals voor de effecten op de kwalificerende vogelsoorten, dient te worden onderzocht of de effecten significant zijn. Voor de aangemelde gebieden, blijkt uit de documenten waarmee de betreffende gebieden bij de Europese Commissie zijn voorgedragen welke soorten en habitats tot de natuurlijke kenmerken gerekend moeten worden.

Voor deze gebieden kan de vraag rijzen of het toetsingskader van artikel 6, derde lid van toepassing is. De jurisprudentie heeft op dit punt bepaald dat gedurende de termijn waarin een lijst met gebieden aan de Europese Commissie wordt voorgedragen en vervolgens door de Commissie als communautaire lijst wordt vastgesteld, de lidstaten en hun organen zich moeten onthouden van activiteiten die het bereiken van het door de Richtlijn voorgeschreven resultaat ernstig in gevaar kunnen brengen.² Dat betekent dat voor aangemelde maar nog niet aangewezen gebieden onderzoek naar effecten en de analyse en interpretatie daarvan moet plaatsvinden.

Indien blijkt dat er significante effecten kunnen optreden is ook het bepaalde in artikel 6 lid 4 van kracht. Hierin wordt bepaald dat toestemming voor het project, ondanks de conclusies in de passende beoordeling, toch kan worden gegeven als gebleken is dat er geen alternatieven zijn, er dwingende redenen van groot openbaar belang met het project zijn gemoeid en er in compensatie is voorzien. Of voor de soorten en habitats, die relevant zijn voor de instandhoudingsdoelstellingen, negatieve significante gevolgen kunnen optreden moet worden beoordeeld naar hun “gunstige staat van instandhouding” (als nader omschreven in artikel 1, onder e voor habitats en onder i voor soorten). Belangrijke criteria hierbij voor de habitats zijn het oppervlak van het natuurlijk verspreidingsgebied, de specifieke structuur en functies (waaronder natuurlijke processen) en de instandhouding van typische soorten van het habitat. Voor soorten zijn belangrijke criteria de levensvatbaarheid van de populatie(s), zoals die blijkt uit hun demografische opbouw en dynamiek, het oppervlak van het verspreidingsgebied en het oppervlak van de habitat(s) dat de soort voor zijn overleving nodig heeft (Europese Commissie 2000).

De Waddenzee is op 8/11/1991 aangemeld als SBZ in het kader van de Vogelrichtlijn en in 2000 aangemeld als SBZ in het kader van de Habitatrichtlijn. In 2003 is een aanvulling op deze lijst verschenen en zijn voor alle aangemelde gebieden aanwijzingsbeschikkingen gepubliceerd waarin per aangemeld gebied de kwalificerende habitats en soorten zijn genoemd (www.minlnv.nl/thema/groen/natura 2000). De Europese Commissie is inmiddels akkoord gegaan met de Nederlandse aanmelding (Persbericht Ministerie van LNV 8/7/03). Naast habitats worden in de Habitatrichtlijn ook nadrukkelijk soorten genoemd. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt tussen soorten welke worden genoemd in Bijlage 2 van de richtlijn en die welke worden genoemd in Bijlage 4. In Bijlage 2 zijn soorten opgenomen die van Communautair belang zijn. Op basis van het voorkomen van deze soorten zijn de Speciale Beschermingszones aangewezen. Deze soorten dienen **binnen de SBZ**

² Afdeling Bestuursrechtspraak, nr. 20000404211, d.d. 11 juli 2001.

te worden beschermd (Artikel 1 Habitatrictlijn). Tot de soorten uit Bijlage 2 die voorkomen op de Noordzee en ten dele ook in de Waddenzee behoren de Grijs zeehond (*Halichoerus grypus*), Gewone zeehond (*Phoca vitulina*), Tuimelaar (*Phocoena phocoena*), Bruinvis (*Tursiops truncatus*), Karetschildpad (*Caretta caretta*) en enkele vissoorten: Rivierprik (*Lampetra fluviatilis*), Zeeprik (*Petromyzon marinus*), Fint (*Alosa fallax*) en Elft (*Alosa alosa*). Een aantal van deze soorten komt ook terug in Bijlage 4. Soorten welke worden genoemd in Bijlage 4 van de Habitatrictlijn dienen ook **buiten de SBZ's** nadrukkelijk te worden beschermd. Hiertoe behoren alle soorten *Cetacea* (kleine walvisachtigen, d.w.z. inclusief Tuimelaar en Bruinvis) en zeeschildpadden, Steur (*Acipenser sturio*) en Houting (*Coregonus oxyrinchus*).

2.2 Flora- en Faunawet (1998)

Verplichtingen voortvloeiend uit de Vogel- en Habitatrictlijn zijn recent geïmplementeerd in de Flora- en Faunawet (FF-wet), die geheel gericht is op soortenbescherming en op 1 april 2002 van kracht is geworden. Alle soorten die worden genoemd in Bijlagen 1 (Vogelrichtlijn) en 4 (Habitatrictlijn) hebben via de FF-wet een wettelijke bescherming gekregen, doordat ze zijn opgenomen in de lijsten van beschermde soorten die als bijlage bij de wet zijn gevoegd dan wel later zijn toegevoegd via een Algemene Maatregel van Bestuur (AMVB). De FF-wet is alleen (met uitzondering van de zorgplicht) van toepassing op de aangewezen beschermde soorten. Dit zijn alle van nature in Nederland voorkomende soorten zoogdieren (met uitzondering van bruine rat, zwarte rat en huismuis), amfibieën en reptielen, enkele soorten vissen en alle van nature op het Europese grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie voorkomende vogelsoorten. Daarnaast is er een aantal overige planten- en diersoorten aangewezen. De wet richt zich ook op de bescherming van uitheemse soorten. Op basis van Artikel 8 van de FF-wet is het verboden beschermde inheemse plantensoorten te plukken, verzamelen, af te snijden, uit te steken, te vernielen, te beschadigen, te ontwortelen of op enigerlei andere wijze van hun groeiplaats te verwijderen. Artikel 9 heeft een vergelijkbare bepaling voor diersoorten. Op basis van Artikel 10 is het verboden dieren, behorende tot een beschermde inheemse diersoort opzettelijk te verontrusten. Artikel 11 bepaalt dat het is verboden om nesten, holen, voortplantings- of vaste rust- of verblijfplaatsen van beschermde inheemse diersoorten te beschadigen, vernielen, uit te halen, weg te nemen of te verstoren. Via een AMVB heeft de Minister van LNV in september 2004 en januari 2005 een groot aantal versoepelingen in deze wet aangebracht, met name voor wat betreft de toepassing van Artikel 75. Dit artikel beschrijft voor welke ingrepen en voor welke soorten vergunningen/ontheffingen dienen te worden aangevraagd.

2.3 Natuurbeschermingswet (1998)

Het aandachtsgebied behoort tot de in de aanwijzingsbeschikkingen Waddenzee I (d.d. 18 mei 1981, nr. NLB-46323/46569) en Waddenzee II (d.d. 17 november 1993, nr. NBLF-93-6831) onder de Natuurbeschermingswet (NB-wet) gebrachte gebieden.

Het gebied valt sinds 1993 onder artikel 16 en 17 van de NB-wet. Op basis van Artikel 16 van deze wet is het verboden om “een beschermd natuurmonument te verontreinigen, daarin planten, bloemen of takken uit te steken, te plukken, af te snijden of te vervoeren, dieren te verontrusten, te vangen of te doden of zulks te pogen of in het algemeen daarin schade aan de natuur aan te brengen”. Deze bepaling is niet van kracht voor derden, voor zover zij handelingen verrichten waarvoor de Minister van LNV toestemming heeft verleend. De toegang tot de onder artikel 17 op grond van de NB-wet gebrachte gebieden (zeehondenzoo en werpplaatsen, broedgebieden voor vogels) is zonder daartoe gerechtigd te zijn verboden. Voor de rest van het gebied kunnen onder voorwaarden ontheffingen en vergunningen worden verleend afhankelijk van het soort activiteit en de invloed van de betreffende activiteit op de wezenlijke kenmerken en waarden van de Waddenzee. Activiteiten die de wezenlijke kenmerken en waarden mogelijk aantasten kunnen middels een weigering van een ontheffing, c.q. vergunning worden geweerd. Het ministerie van LNV, Directie Regionale Zaken, vestiging Noord toetst eventuele ontheffing- c.q. vergunningaanvragen. Vaargeulen in of langs de rand van het gebied vallen niet onder de Natuurbeschermingswet. Hier zijn de algemene bepalingen van de PKB van kracht.

In de aanwijzingsbeschikking Staatsnatuurmonument Waddenzee worden geen lijsten van specifiek te beschermen soorten gepresenteerd. Wel wordt aangegeven dat belangrijke habitats en processen binnen het systeem beschermd dienen te worden en worden min of meer expliciet soorten genoemd die belangrijke indicators zijn van deze habitats en processen. In de Beschikking en Toelichting op de Aanwijzing als Staatsnatuurmonument I (Ministerie van CRM, 1981) gaat het zowel om soorten als om soortsgroepen (“plevieren, ruitersoorten, meeuwesoorten, ganzen, eendesoorten, zeesterren, krabben”). Ook opgenomen zijn de twee meest karakteristieke soorten eenden (Bergeend, Smient). In de Aanwijzingsbeschikking Staatsnatuurmonument Waddenzee II worden, naast een groter aantal soorten die voor een klein deel andere zijn dan die worden genoemd in de eerste Aanwijzingsbeschikking, tevens enkele kenmerkende processen genoemd die ongehinderd dienen voort te bestaan. Hiertoe behoren:

- geomorfologische en hydrografische processen, waaronder sedimentatie en steeds wisselende geulenpatronen;
- het instandhouden van water, onderwaterbodems, wadplaten, mosselbanken, kokkelbanken en kwelders als habitats waarin zich een veelheid aan natuurlijke processen afspeelt;
- de aanwezigheid van bodemfauna als voedselbron (met als karakteristieke soorten Wadpiper, Kokkel, Mossel, Strandgaper (*Mya arenaria*), Zager (*Nereis virens*));
- de aanwezigheid van vissen als voedselbron (met als karakteristieke soorten Makreel, Haring, Geep, Sprot, Spiering, Zeeforel en zeenaaldsoorten);
- de aanwezigheid van diverse voedselketens met slib, dood organisch materiaal, bacteriën, algen (waarbij *Phaeocystus* specifiek wordt genoemd), dierlijk plankton (waaronder Copepoden en larven van Ribkwallen, Schijfkwallen, Krabben, Zeepokken, schelpdieren en vissen), bodemfauna, vissen, vogels en zeehonden;
- de aanwezigheid van natuurschoon.

De NB-wet is in 1998 tot stand gekomen en aangenomen, maar is toen slechts voor een deel in werking getreden. De gewijzigde Natuurbeschermingswet 1998 treedt in oktober 2005 in werking. Op het moment dat de Natuurbeschermingswet 1998 in werking treedt, verdwijnen de Vogel- en Habitatrictlijn naar de achtergrond aangezien de Europese wetgeving dan is geïmplementeerd in de nationale wetgeving. De bescherming van SBZs (de Natura2000 gebieden uit de Habitatrictlijn) volgens de Natuurbeschermingswet 1998 is vergelijkbaar met de bescherming volgens artikel 6 van de Habitatrictlijn, die de afgelopen jaren in Nederland is toegepast. Nederland past een vergunningenstelsel toe. Hierdoor lijkt een zorgvuldige afweging rond projecten die gevolgen kunnen hebben voor Natura2000 gewaarborgd. Deze vergunningen worden verleend door de provincies. Daarnaast zal Nederland in de komende jaren voor alle gebieden die samen Natura2000 vormen, beheerplannen opstellen. Hiermee wordt duidelijk welke activiteiten wel en niet mogelijk zijn in en om die gebieden.

Relatie met andere beschermingskaders

Beschermde en staatsnatuurmonumenten worden beschermd door de Natuurbeschermingswet 1967. Ook in de nieuwe Natuurbeschermingswet 1998 blijven deze gebieden beschermd. Beschermde en staatsnatuurmonumenten die onder de oude wet zijn aangewezen en binnen Natura2000 liggen, vallen onder de nieuwe wetgeving. De Vogel- en Habitatrictlijnen gelden ook voor de natuurwaarden en het natuurschoon van een beschermd of staatsnatuurmonument. De overige natuurmonumenten houden een apart bescherming. Op basis van de Natuurbeschermingswet kan een terrein of water, dat van belang is om zijn natuurschoon of natuurwetenschappelijke betekenis, worden aangewezen als beschermd natuurmonument. De wet maakt daarbij onderscheid in Staatsnatuurmonumenten (in eigendom en beheer van de staat c.q. Staatsbosbeheer) en Natuurmonumenten (in eigendom en beheer van particuliere organisaties). Handelingen in of rondom natuurmonumenten die schadelijk kunnen zijn voor het natuurschoon, voor de natuurwetenschappelijke betekenis of voor dieren en planten in het beschermd natuurmonument, of die het beschermd natuurmonument ontsieren, zijn verboden, tenzij een vergunning is verleend door de minister of de provincie.

Nederland heeft sinds 1980 44 gebieden waaronder de Waddenzee aangemeld voor de lijst van wetlands van internationale betekenis (verdrag van Ramsar). De bescherming van deze wetlands is in het verdrag alleen in algemene bewoordingen geregeld. Nederland heeft verreweg de meeste wetlands aangewezen als Vogelrichtlijngebied. De overige gebieden worden aangemeld als Habitatrictlijngebied. Alle wetlands vallen daardoor onder het beschermingsregime van artikel 6 van de Habitatrictlijn en vanaf 2005 onder de Natuurbeschermingswet. Hiermee heeft Nederland invulling gegeven aan de verplichtingen van het verdrag.

Samenvattende stand van zaken m.b.t. de aanwijzing en aanmelding van gebieden

Het aandachtsgebied maakt deel uit van dat deel van de Waddenzee dat in het verleden is aangewezen als Staatsnatuurmonument (1981 en 1993), Staats- en Natuurmonument Noord-Friesland Buitendijks (1988), Beschermd Natuur-

monument Kwelders Noordkust Groningen (1982), Beschermd Natuurmonument Kwelders Noordkust Friesland (1982), Wetland Waddenzee (1984), Vogelrichtlijngebied Waddenzee (1991) en als Habitatrictlijngebied Waddenzee (2003).

2.4 Beschermde habitats onder de Habitatrictlijn

De Habitatrictlijn vermeldt expliciet de leefgebieden en soorten (uitgezonderd vogels) waarvan het voorbestaan van belang wordt geacht voor de Europese Unie. Sommige leefgebieden en sommige soorten zijn, op Europees niveau, zo schaars of belangrijk dat ze de indicatie prioritair leefgebied of prioritaire soort gekregen hebben. De Vogelrichtlijn kent geen aanduiding van prioritaire soorten. Het aandachtsgebied maakt deel uit van het PKB-Waddenzeegebied (Natura 2000 nummer: NL1000001; oppervlakte 259.214 ha). Binnen het aandachtsgebied zijn de volgende habitats en soorten van belang:

De verscheidenheid aan natuurlijke processen levert een variatie aan habitattypen op. De Waddenzee (Natura 2000 nummer: NL1000001, 259214 ha) is aangemeld als Speciale Beschermingszone (SBZ) in het kader van de Habitatrictlijn. Het is het belangrijkste gebied voor:

- Habitatype 1110: Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken;
- Habitatype 1130: Estuaria;
- Habitatype 1140: Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten;
- Habitatype 1310: Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (*Salicornia* spp.) en andere zoutminnende soorten;
- Habitatype 1330: Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (*Glaucopuccinellietalia maritima*);
- Habitatype 2110: Embryonale wandelende duinen;
- Habitatype 2120: Wandelende duinen op de strandwal met Helm (*Ammophila arenaria*; z.g. witte duinen).

Verder is het gebied aangemeld voor:

- Habitatype 1320: Schorren met slijkgrasvegetaties (*Spartinion maritima*);
- Habitatype 2130: Vastgelegde duinen met kruidvegetatie (grijze duinen, een prioritair habitatype).

Op de eilanden zijn bovendien de volgende habitattypen aanwezig:

- Habitatype 2110: Embryonale wandelende duinen;
- Habitatype 2120: Wandelende duinen op de strandwal met Helm (*Ammophila arenaria*; z.g. witte duinen);
- Habitatype 2130: Vastgelegde duinen met kruidvegetatie (grijze duinen, een prioritair habitatype).

Aangezien deze laatste 3 typen niet voorkomen binnen het aandachtsgebied van deze studie zijn ze verder niet meegenomen in deze rapportage.

Zoals reeds is beschreven vormen estuaria een ecologische eenheid van open water, platen, slikken en schorren. Schorren worden echter beschouwd als zelfstandige habitattypen (code 1310, 1320 en 1330) en worden niet tot het habitatype 'estuaria' gerekend (Janssen & Schaminée 2003). De habitattypen 1110 (permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken) en 1140 (bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten) maken weliswaar onderdeel uit van het habitatype estuaria (1130) maar zullen in dit rapport afzonderlijk worden behandeld.

Onderstaande algemene habitatypebeschrijvingen zijn vooral uit Janssen & Schaminée (2003). Met betrekking tot de kenmerkende soorten zijn hier slechts enkele genoemd (n.b. dit zijn niet alleen soorten waarvoor het gebied is aangewezen, maar betreffen vaak soorten die algemeen voorkomen in het gebied). Een kaart van het aandachtsgebied met de relevante habitattypen wordt gegeven in bijlage 2.

Habitatype 1110 - Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken

Nummer	1110
Areaal in studiegebied (ha)	7211 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is behoud van de huidige verspreiding en oppervlakte vereist.
Kenmerkende soorten	Groot zee gras (<i>Zostera marina</i>) <i>Spisula solida</i> <i>Spisula subtruncata</i> Paling (<i>Anguila anguila</i>) Schol (<i>Pleuronectus platessa</i>) Bot (<i>Pleuronectus flesus</i>)
Huidige staat / trend	Dynamisch evenwicht (Wang & Eysink 2005)
Autonome ontwikkeling	Binnen het huidig dynamisch evenwicht lijken oppervlak en ligging redelijk constant te zijn. Bij snelle stijging van de zeespiegel kunnen er veranderingen optreden (Wang & Eysink 2005)

Dit habitatype omvat ondiepe delen van zeeën met zandbanken die permanent onder water staan; de waterdiepte bedraagt zelden meer dan 20 meter, gemeten volgens de gemiddelde laagwaterlijn. De zandbanken zijn in ons land meestal onbegroeid; plaatselijk bevatten ze algengemeenschappen of begroeiingen met Groot zee gras (*Zostera marina*). Het type is van groot belang vanwege de biomassa en diversiteit aan diersoorten, waaronder wormen, kreeftachtigen en schelpdieren. Deze vormen een belangrijke voedselbron voor vissen, zeevogels (Roodkeelduikers, zee-eenden, meeuwen en sterns) en zeezoogdieren (zeehonden). Op sommige locaties zijn omvangrijke banken met strandschelp (o.a. *Spisula solida* en *Spisula subtruncata*) aanwezig. Op plaatsen waar sprake is van hoge dynamiek (sterke stroming), kan dit habitatype vrij soortenarm zijn. In de vorm van geulen is het type van belang als trekroute voor volwassen vissen en hun larven, waaronder Paling (*Anguila anguila*), Schol (*Pleuronectus platessa*) en Bot (*Pleuronectus flesus*) en ook als overwinteringsgebied voor garnalen en krabben. Permanent met zeewater overstroomde zandbanken worden aangetroffen in het kustgebied ten noorden van de Waddeneilanden, in de Waddenzee, langs de Noord- en Zuid-Hollandse kust, in de Voordelta en ten westen van de Westerschelde. In het Nederlandse deel van het Continentaal Plat wordt het

type onder meer aangetroffen ter hoogte van Zeeuws-Vlaanderen (uitlopers van de Vlaamse banken) en ten westen van IJmuiden (de Bruine Bank).

De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor dit habitatype de beoordeling buiten de territoriale wateren op het Nederlands Continentaal Plat is opgeschort, totdat in Europees verband meer duidelijkheid bestaat over de exacte omschrijving en het voorkomen van dit habitatype en andere mariene habitattypen en mariene soorten in de Noordzee. Tevens worden in dit verband de selectiecriteria voor de offshore gebieden verder uitgewerkt. Voor dit habitatype zijn voorlopig alleen gebieden binnen de kustzone geselecteerd, namelijk Waddenzee (NL1000001), Voordelta(NL4000017) en Noordzeekustzone (NL2003062).

Habitatype 1130 - Estuaria

Nummer	1130
Areaal in aandachtsgebied (ha)	0 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Niet van toepassing
Kenmerkende soorten	<i>Tubifex costatus</i> <i>Paranais litoralis</i>
Huidige staat / trend	Niet van toepassing
Autonome ontwikkeling	Niet van toepassing

Estuaria zijn de benedenstroomse delen van rivierdalen die onder invloed staan van zeewater en de werking van getijden. In tegenstelling tot habitatype 1160 (Grote ondiepe krekens en baaien) is er een sterke invloed van zoet rivierwater. Door de menging van rivierwater met zeewater ontstaat een zout-zoet gradiënt, waarbij de verste invloed van zout water stroomopwaarts de grens van het estuarium vormt; de verste invloed van zoet water stroomafwaarts vormt de grens met het mariene systeem. Estuaria vormen een ecologische eenheid met de omringende terrestrische kusthabitats (schorren en kwelders). Deze aan de rand van de estuaria gelegen habitats zijn evenwel beschreven als zelfstandige habitattypen (1310, 1320 en 1330) en worden dus niet tot het type 'estuaria' gerekend. Dankzij de zoet-zout gradiënt en de doorgaans beschutte ligging kennen estuaria een grote diversiteit aan planten en dieren. Voor veel diergroepen zijn estuaria, dankzij de variatie in milieu, de hoge voedselproductie en (onder meer voor vissen) de lagere predatiedruk, rijker aan soorten dan de aangrenzende zeegebieden. Voorbeelden van soorten die gebonden zijn aan dit brakke overgangsmilieu, zijn de wormen *Tubifex costatus* en *Paranais litoralis*.

Goed ontwikkelde estuaria worden in ons land op twee plaatsen aangetroffen. Dit zijn het Eems-Dollard estuarium in de Waddenzee en het estuarium van de Westerschelde. De Nieuwe Waterweg bij Rotterdam is een kunstmatig aangelegd estuarium. Onaangetaste estuaria zijn in heel Europa zeldzaam en bedreigd. Het areaal aan Estuaria in ons land valt binnen de klasse van 10.000 tot 100.000 ha. (Janssen & Schaminée 2003). Meer exact kan het oppervlak van het habitatype estuaria (minus habitatype 1140) binnen de SBZ Waddenzee worden gesteld op 45000 ha (Bouwma *et al.* 2004).

Naar aanleiding van kritiek van de Europese Commissie (2002) heeft Nederland het gebied in de Westerschelde vergroot. De Waddenzee was al eerder aangemeld voor dit habitatype.

Habitatype 1140 - Bij eb droogvallende slik- en zandplaten

Nummer	1140
Areaal in aandachtsgebied (ha)	16385 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is een verspreiding over Noord- en Zuid-Nederland vereist, waarbij de huidige oppervlakte niet afneemt. De typische soorten en structuur en functie van intergetijdenplaten verschillen in verschillende (deel)gebieden. Voor een landelijk gunstige staat van instandhouding moet in tenminste 80% van de totale oppervlakte van alle (deel)gebieden aan de streefwaarden voor typische soorten en structuur & functie worden voldaan
Kenmerkende soorten	Kokkel (<i>Cerastoderma edule</i>) Nonnetje (<i>Macoma balthica</i>) Strandgaper (<i>Mya arenaria</i>) Wadpier (<i>Arenicola marina</i>) Zeeduizendpoot (<i>Nereis diversicolor</i>) Schelpkokerworm (<i>Lanice conchilega</i>) en Wapenworm (<i>Scoloplos armiger</i>)
Huidige staat / trend	Dynamisch evenwicht (Wang & Eysink 2005)
Autonome ontwikkeling	Binnen het huidig dynamisch evenwicht lijken oppervlak en ligging redelijk constant te zijn. Bij snelle stijging van de zeespiegel kunnen er veranderingen optreden (Wang & Eysink 2005)

Dit habitatype betreft de zogenaamde intergetijde slikken en platen die tijdens laagwater droogvallen. In het Deltagebied wordt gesproken van slikken indien deze aan land grenzen en van platen indien deze omringd zijn door water. Op de meeste plaatsen zijn de intergetijdeplaten onbedekt of hooguit bedekt met een laag algen of cyanobacteriën. Op enkele plaatsen langs de vastelandskust is een vegetatie met zeegras aanwezig (zie pag. 83). Bij laag water worden de platen, en in mindere mate de slikken, door zeehonden gebruikt om er te rusten en door wadvogels om er te foerageren. Tijdens hoog water zijn de slikken en platen belangrijk voedselgebied voor vissen. In dit habitatype leven doorgaans dan ook hoge dichtheden aan ongewervelden. De Waddenzee herbergt het grootste areaal van dit habitatype in Europa (ruim 120.000 ha). In ons land valt het areaal binnen de klasse van 100.000 tot 1.000.000 ha (Janssen & Schaminée 2004). De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor dit habitatype met de aanmelding van de Waddenzee en de Voordelta voldoende gebied is aangemeld.

Habitatype 1310 - Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (*Salicornia* spp.) en andere zoutminnende soorten

Nummer	1310
Areaal in aandachtsgebied (ha)	60 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is een verspreiding over het gehele Waddengebied en Zeeuws-Zuid-Hollands estuarium vereist, alsmede tenminste één locatie met het habitatype aan de Hollandse vastelandskust. De landelijke oppervlakte van het habitatype mag niet achteruit gaan, buiten de jaarlijkse natuurlijke fluctuaties. Tenminste 80% van de typische soorten moet in een gunstige staat van instandhouding verkeren en over tenminste 80% van de totale oppervlakte dienen de vereiste structuren & functies aanwezig te zijn.
Kenmerkende soorten	Langarige zeekraal (<i>Salicornia procumbens</i>) Kortarige zeekraal (<i>Salicornia europaea</i>) Schorrenkruid (<i>Suaeda maritima</i>) Zeevetmuur (<i>Sagina maritima</i>) Hertshoornweegbree (<i>Plantago coronopus</i>) Deens lepelblad (<i>Cochlearia danica</i>) Dunstaart (<i>Parapholis strigosa</i>)
Huidige staat / trend	Het areaal is constant, maar afhankelijk van onderhoud. De vegetatiestructuur volgt de natuurlijke dynamiek, maar het aantal broedvogels vertoont in het algemeen een neerwaartse trend.
Autonome ontwikkeling	De pionierzone heeft een geringe vegetatiebedekking van voornamelijk éénjarige planten waardoor er een geringe vastlegging is van sediment. Zeespiegelstijging (door klimaatsverandering en/of inklinking) kan mogelijk niet gecompenseerd worden door versnelde opslibbing

Dit habitatype omvat pionierbegroeiingen van periodiek door zout water geïnundeerde slikken en zandvlakten aan de kust. Binnenlandse zoutvegetatie komt in ons land slechts op kleine schaal voor in gebieden die vroeger onder invloed van de zee stonden. Het habitatype betreft enerzijds pioniergemeenschappen met Zeekraal (*Salicornia*) op hooggelegen slikken en lage schorren en kwelders en anderzijds pioniergemeenschappen in de overgangszone tussen kwelders en duinen, en wel op plaatsen die nog net door de hoogste waterstanden bereikt worden. De Zeekraal-begroeiingen behoren tot het verbond Thero-Salicornion. Naast Langarige zeekraal (*Salicornia procumbens*) en Kortarige zeekraal (*Salicornia europaea*) is Schorrenkruid (*Suaeda maritima*) met hoge presentie en vaak ook hoge bedekking aanwezig. Het tweede type begroeiing behoort tot het verbond Saginion maritimae en herbergt soorten als Zeevetmuur (*Sagina maritima*), Hertshoornweegbree (*Plantago coronopus*), Deens lepelblad (*Cochlearia danica*) en Dunstaart (*Parapholis strigosa*). Voor veel vogelsoorten is het habitatype van belang als hoogwatervluchtplaats, slaapplek of voor de rui. Het habitatype komt in goed ontwikkelde vorm voor in alle luwe kustzones van het Waddengebied en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Zie verder de beschrijving in hoofdstuk 3.1. De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor dit habitatype voldoende gebieden zijn aangemeld.

Habitatype 1320 - Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*)

Dit habitatype komt algemeen in de Waddenzee en dus ook in NO Friesland voor. De kenmerkende soort Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en is niet in de Waddenzee aanwezig. Wel heeft de exoot Engels slijkgras (bijnaam “slikpest”) zich in de Waddenzee gevestigd, ten koste van de inheemse zoutplanten in de zones van 1310 en 1330. De exoot valt formeel onder Habitatype 1320 omdat de associatie van Engels slijkgras onder het Verbond *Spartinion maritimae* valt. Habitatype 1320 is in deze studie behandeld onder de pionierzone Habitatype 1310. Er zijn voor dit habitatype door de Europese Commissie geen gebieden geselecteerd in verband met de slechte kwaliteit (dominantie van de exoot Engels slijkgras) waarin het type in Nederland voorkomt. Er worden wel gebieden voor dit type aangemeld, maar de kwaliteit wordt als ‘insignificant’ beoordeeld.

Habitatype 1330 - Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*)

Nummer	1330
Areaal in aandachtsgebied (ha)	372 ha
Instandhoudingsdoelstellingen	Voor een gunstige staat van instandhouding is een verspreiding vereist in zowel Zuidwest-Nederland als het Waddengebied. De huidige totale oppervlakte dient gehandhaafd te blijven, evenals de huidige staat van instandhouding van typische soorten.
Kenmerkende soorten	Lamsoor (<i>Limonium vulgare</i>) Gewoon kweldergras (<i>Puccinellia maritima</i>) Zulte (<i>Aster tripolium</i>) Gewone zoutmelde (<i>Atriplex portulacoides</i>) Zeealsem (<i>Seriphidium maritimum</i>) Strandkweek (<i>Elytrigia atherica</i>) Schorviltbij (<i>Epeolus tarsalis</i> subsp. <i>rozenburgensis</i>)
Huidige staat / trend	Oppervlak: stabiel. Soorten: gunstig.
Autonome ontwikkeling	Bij ongewijzigd beheer zal het aandeel van soortenarme climax-begroeiingen op de kwelders geleidelijk toenemen en als gevolg de biodiversiteit achteruitgaan.

Het habitatype Atlantische schorren (of kwelders, zoals ze in het noorden worden genoemd) omvat in eerste instantie buitendijkse graslanden die met regelmaat door zeewater overspoeld worden. Het type wordt daarnaast ook binnendijs aangetroffen, op plaatsen die onder invloed staan of gestaan hebben van zout water. Natuurlijke schorren vertonen een fraai patroon van steeds fijner vertakkende krekken en prielen, die worden geflankeerd door hoge oeverwallen met daarachter lager gelegen kommen. Voor veel vogelsoorten is het habitatype van belang als hoogwatervluchtplaats, slaapplek, broedplek of voor de rui.

De orde *Glauco-Puccinellietalia maritimae* waartoe deze zilte graslanden gerekend worden, is onderverdeeld in drie verbonden: het *Puccinellion maritimae*, dat op de lage delen van het schor voorkomt en dus het vaakst en langdurigst door zeewater wordt overstroomd, het *Armerion maritimae* van de hogere schordelen (minder vaak en korter ondergedompeld) en het *Puccinellio-Spergularion salinae*, dat wordt aangetroffen op strandvlakten en op delen van schorren die tijdelijk hoge

zoutconcentraties bevatten, bijvoorbeeld als gevolg van bodemverdichting door betreding. De eerste twee verbonden komen gezoneerd voor, het derde vaak in mozaïek met de beide andere.

Een van de opvallendste verschijningen in dit habitatype is Lamsoor (*Limonium vulgare*), een plantensoort die in de nazomer zandige delen van het schor geheel paars kan kleuren. Andere kenmerkende soorten zijn Gewoon kweldergras (*Puccinellia maritima*), Zulte (*Aster tripolium*), Gewone zoutmelde (*Atriplex portulacoides*), Zeealsem (*Seriphidium maritimum*) en Strandkweek (*Elytrigia atherica*). De schorren vormen een belangrijk broed- en rustgebied voor veel vogelsoorten (met name steltlopers, meeuwen en sterns) en een belangrijk voedselgebied voor diverse ganzen- en eendensoorten. Ook is er een aantal insectensoorten dat gespecialiseerd is op planten uit deze zoute gebieden, waaronder de endemische ondersoort Schorviltbij (*Epeolus tarsalis* subsp. *rozenburgensis*) die alleen bekend is uit het Zeeuwse Deltagebied.

De schorren in Noordwest-Europa worden op veel plaatsen al eeuwenlang gebruikt als weidegebied voor vee. Beweiding heeft een grote invloed op de samenstelling van de vegetatie. Het leidt tot de ontwikkeling van een gesloten mat van grassen, waarin soorten als Gewoon kweldergras, Rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en Fioringras (*Agrostis stolonifera*) domineren. Onbeweide schorren zijn in Noordwest-Europa relatief zeldzaam, maar op de Nederlandse Waddeneilanden zijn enkele fraaie voorbeelden aanwezig, zoals op de Boschplaat van Terschelling en op de Oosterkwelder van Schiermonnikoog. Overigens vindt op de meeste van deze onbeweide schorren wel degelijk enige vorm van begrazing plaats, namelijk door ganzen en hazen (hazen ontbreken op de kwelder van de Rottumerplaat).

De verspreiding van het habitatype 'Atlantische schorren' is in ons land tegenwoordig min of meer beperkt tot de Waddenzee en het Deltagebied. Vroeger kwam het type ook op veel plaatsen voor langs de toenmalige Zuiderzee. De weinige restanten die hier thans nog aanwezig zijn, beslaan slechts kleine oppervlakten. In het Wadden- en Deltagebied komen 'Atlantische schorren' echter onverminderd grootschalig en in een goed ontwikkelde vorm voor. De meest uitgestrekte schorren en kwelders liggen aan de Waddenzeekant van de eilanden, aan de Groningse en Friese Waddenzeekust en langs de Oosterschelde en Westerschelde. Bijzondere varianten worden gevormd door sluffers en inlagen. Sluffers zijn strandvlakten die via een inham in de duinen in contact staan met de zee. Voorbeelden zijn het Zwin bij Cadzand, de Verdronken Zwarte Polder bij Nieuwvliet (beide in Zeeuws-Vlaanderen) en de Slufter op Texel. Inlagen worden voornamelijk in het Deltagebied aangetroffen. Het betreffen voormalige schorren die door een dijk zijn afgesloten van overstroming door zeewater, maar nog wel een zilte bodem hebben of onder invloed van zilte kwel staan. Door de grote variatie en oppervlakte van de schorren draagt Nederland een bijzondere internationale verantwoordelijkheid voor dit habitatype. Zie verder de beschrijving in hoofdstuk 3.1. De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor dit habitatype voldoende gebieden zijn aangemeld.

Habitatype 2110 - Embryonale wandelende duinen

Dit habitatype omvat duintjes met Biestarwegras (*Elytrigia juncea* subsp. *boreoatlantica*), die doorgaans in mozaïek voorkomen met onbegroeide embryonale duintjes, vloedmerkvegetatie en strand. Het type wordt aangetroffen op aangroeiende kusten, waar deze begroeiing het eerste stadium in de duinvorming vertegenwoordigt. Dergelijke embryonale duinen komen voor op hoge delen van het strand, doorgaans aan de voet van Helmduinen (type 2120), waar ze door verder opstuiving in kunnen overgaan. Sterke windwerking kan er voor zorgen dat de duintjes slechts een kort leven beschoren is; eventueel kunnen dan op andere plekken in het gebied nieuwe embryonale duinen gevormd worden. De beste voorbeelden van het type worden gevonden op plekken waar de kust niet is vastgelegd, zoals in delen van de Waddeneilanden en in Zuidwest-Nederland. Dit type wordt hier niet verder besproken omdat het buiten de projectafbakening valt.

Habitatype 2120 - Wandelende duinen op de strandwal met Helm (*Ammophila arenaria*; z.g. witte duinen)

Duinen met Helm (*Ammophila arenaria*) die de buitenste duinengordel van de kust (de zeereep) vormen, zijn een zelfstandig habitatype. Waar deze helmduinen vrij kunnen stuiven en de kust niet is vastgelegd, treffen we de mooiste voorbeelden aan. Natuurlijke helmduinen zijn in ons land echter betrekkelijk zeldzaam. Het best ontwikkeld komt dit habitatype voor op de Waddeneilanden en op enkele locaties in het zuidwesten van ons land, vaak in combinatie met habitatype 2110. Dit type wordt hier niet verder besproken omdat het buiten de projectafbakening valt.

2.5 Beschermden soorten onder de Habitatrictlijn

In dit rapport worden met name de soorten beschreven waarvoor het gebied zich kwalificeert als SBZ in het kader van de Habitatrictlijn en de Vogelrichtlijn. Alle soorten die zijn genoemd in het aanmeldingsformulier Habitatrictlijngebied Waddenzee (Min. LNV 2004) worden in deze rapportage meegenomen. In dat formulier worden tevens de vogelsoorten genoemd van het Vogelrichtlijngebied Waddenzee. Dit Vogelrichtlijngebied overlapt vrijwel geheel met de SBZ van het Habitatrictlijngebied Waddenzee. Daarom wordt ook naar laatstgenoemde SBZ verwezen. De lijst met te beschrijven soorten of soortgroepen is aangevuld met de overige soorten uit de aanwijzingsbeschikking en de soorten van Bijlage IV van de Habitatrictlijn of Bijlage I van de Vogelrichtlijn. Voorts komen er nog verschillende soorten in de SBZ voor, maar ook in de aan het aandachtsgebied grenzende binnendijkse gebieden, die een anderszins beschermde status hebben of beleidsrelevant zijn, hetzij vanwege de Flora- en faunawet, de Rode lijst, of als doelsoort in Nederland (Bal *et al.* 2001).

Daarnaast is de Waddenzee het belangrijkste gebied voor enkele soorten die worden genoemd in Annex 2 van de Habitatrichtlijn, namelijk:

- *Phoca vitulina* (Gewone zeehond)
- *Halichoerus grypus* (Grijze zeehond)
- *Alosa fallax* (Fint)

Verder is de Waddenzee tevens aangemeld voor:

- *Lampetra fluviatilis* (Rivierprik)
- *Petyromyzon marinus* (Zeeprik)

2.5.1 Hogere planten, mossen, korstmossen en paddestoelen

Van deze soortgroepen zijn enkel de hogere planten redelijk tot goed onderzocht, o.a. in het aandachtsgebied. De mossen, korstmossen en paddestoelen zijn niet tot matig onderzocht, maar de soorten die zijn beschermd volgens de Habitatrichtlijn komen voor in andere habitattypen dan aanwezig binnen de SBZ Waddenzee. Van de hogere planten komen verschillende soorten in het aandachtsgebied voor die een beschermde status hebben of anderszins specifieke aandacht hebben (zie Bijlage 3). De enige kwalificerende soort volgens de Habitatrichtlijn voor de SBZ Waddenzee, de Groenknolorchis (*Liparis loeselii*), wordt, vanwege zijn habitatvoorkeur, alleen in de duinen van Schiermonnikoog verwacht en dus niet in het aandachtsgebied van deze rapportage. Het is een weinig opvallende geelgroene plant met een stengelvoet die is verdikt tot een knol. De soort is gebonden aan zonnige tot licht beschaduwde, onbemeste grond die onder invloed staat van basenrijk grondwater. Het meest wordt ze aangetroffen in trilvenen en duinvalleien. In duinvalleien bestaat de grond uit min of meer humeus, kalkhoudend zand, die incidenteel met zout water overspoeld kunnen raken. 's Winters staan de groeiplaatsen vaak ondiep onder water. Het verspreidingsgebied omvat de gematigde zone van het noordelijk halfrond. Vrijwel overal in haar verspreidingsareaal is de soort zeldzaam. Ons land ligt aan de westrand van het Europese verspreidingsgebied. De Groenknolorchis komt voor in de duinen van west Ameland, Schiermonnikoog en binnendijks in het Lauwersmeer (Janssen & Schaminée 2004).

2.5.2 Terrestrische Ongewervelden

De groep terrestrische ongewervelden bestaat o.a. uit dag- en nachtvlinders, libellen en sprinkhanen en overige ongewervelden, zoals slakken. De groep ongewervelde beschermde soorten in de SBZ Waddenzee is relatief slecht onderzocht. Voor het aandachtsgebied zijn met name de vlinders en libellen slecht onderzocht (gegevens Natuurloket).

De enige kwalificerende soort ongewervelde van de SBZ Waddenzee betreft de Nauwe Korfslak (*Vertigo angustior*). Dit is een landslakje met een huisje van 1,6 tot 1,9 mm lang en 0,8 tot 1,0 mm breed; het is licht bruingeel tot roodbruin gekleurd. De Nauwe Korfslak wordt aangetroffen op vochtige plaatsen, in de overgang van matig

droog naar nat milieu, in uiteenlopend terrein. In Noord- en West-Europa komt zij vooral voor in het kustgebied, waar ze een voorkeur aan de dag legt voor kalkrijke duinvalleien. Daarbuiten is het slakje onder meer aan te treffen aan de oevers van meren en vennen. De Nauwe Korfslak houdt zich vooral op in het strooisel onder de begroeiing en wordt weinig op planten gevonden. De Nauwe korfslak voedt zich met afstervend en afgestorven plantaardig en dierlijk materiaal. De soort heeft een relatief groot verspreidingsareaal en komt voor van Zuid-Zweden tot Noord-Italië en van Ierland tot de Kaspische Zee. In het gehele areaal is de Nauwe Korfslak echter zeldzaam. In Nederland is het voorkomen van de soort slecht onderzocht, maar het kleine aantal vindplaatsen in Nederland is verhoudingsgewijs groter dan in de omringende landen (Janssen & Schaminée 2004). Ons land draagt daarom een grote verantwoording voor de bescherming van deze soort. In Nederland komt de soort voornamelijk voor in de kalkrijke duinen ten zuiden van Bergen. In het Waddengebied wordt het voorkomen van de soort vermoed voor Terschelling (Janssen & Schaminée 2004) en dus niet binnen het aandachtsgebied. Gezien het geringe kolonisatievermogen van de soort is de kans op voorkomen in het aandachtsgebied gering.

2.5.3 Vissen

De SBZ Waddenzee kent drie kwalificerende soorten vissen: de Fint (*Alosa fallax*) de Zeeprík (*Petromyzon marinus*) en de Rivierprík (*Lampetra fluviatilis*). Ook de Elft (*Alosa alosa*) heeft een beschermde status onder de Habitatrichtlijn, en zal hier ook worden beschreven, hoewel de soort in het aanmeldingsdocument niet genoemd wordt (ook niet opgenomen in het toetsingskader voor het Habitatrichtlijngebied Waddenzee). Commerciële vissoorten zijn vaak goed onderzocht. Dit in tegenstelling tot de niet-commerciële soorten zoals de vier hierboven genoemde vissoorten. Over het voorkomen in de SBZ en de populatieomvang is dan ook vrijwel niets bekend (pers. med. J. de Leeuw, Rijksinstituut voor VisserijOnderzoek, RIVO). Echter, gezien de leefwijze van deze soorten is datgene wat bekend is voldoende om te kunnen beoordelen of er al dan niet een significant effect op deze soorten is te verwachten (pers. med. J. de Leeuw).

Fint

De Fint (*Alosa fallax*) lijkt sterk op de Elft, is eveneens een zoöplankton etende vis, maar onderscheidt zich met name door het aantal kieuwaanhangsels. De Fint is een anadrome trekvis. Migratie, paaien en opgroeien zijn afgestemd op het getijdenmilieu. Voor het paaien worden grindbeddingen opgezocht die onder invloed van het getij staan maar waar het water (vrijwel) zoet is. De paai vindt plaats in mei/juni. In oktober/november bevinden de jonge Finten zich in het brakke deel van het estuarium en hun eerste winter kunnen ze al in zee doorbrengen.

De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor deze soort voldoende gebieden (Waddenzee, Voordelta en Haringvliet) zijn aangemeld.

Zeeprík

De Zeeprík (*Petromyzon marinus*) behoort tot de zogenaamde klasse van de Rondbekken. De soort parasiteert op andere vissen door zich met zijn zuigschijf vast

te zuigen aan doorgaans grotere vissen. De Zeeprík schraapt een wond en leeft vervolgens van het opgevangen bloed en weefselvocht. De zeeprík is eveneens een anadrome trekvis. Goede paailocaties liggen in de midden- en bovenlopen van de grote rivieren op ondiepe plekken (ca. 50 cm, hoge stroomsnelheden (1-2 m/s) en een stenige, door de zon verwarmde bodem (Janssen & Schaminée 2004).

Waarschijnlijk zijn er in Nederland nooit paaiplaatsen van de Zeeprík geweest (de Nie, 1997). De larven komen na ongeveer twee weken uit en verblijven de eerste maand op de paaiplaats in de zandbodem. Daarna laten ze zich met de stroom meevoeren naar modderige plaatsen waar ze vervolgens vijf tot acht jaar blijven en zich voeden met algen, plantenresten en ander organisch materiaal dat ze uit het water filteren. Bij een lengte van ca. 15 cm metamorfoseert de larve tot een parasitaire Zeeprík die daarna ongeveer drie jaar in zee leeft, alvorens de rivier op te trekken naar de paaigebieden.

De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor deze soort geen gebieden kunnen worden geselecteerd omdat het onzeker is welke betekenis de gebieden hebben die voor de soort geschikt zijn als opgroeigebied. Bij de aanmelding is de aanwezigheid van de soort voor enkele gebieden (o.a. de Waddenzee) wel vermeld.

Rivierprík

De Rivierprík (*Lampetra fluviatilis*) is nauw verwant aan de hiervoor beschreven Zeeprík en heeft een vergelijkbare levenscyclus. Goede paailocaties liggen in een onbeschaduwde zandige of grindige kom van ca. 40 cm doorsnee en liggen op een diepte van 20 tot 150 cm, bij een stroomsnelheid van 1 tot 2 m/s). Ook de jonge Rivierprík groeit op in zoet water en trekt daarna naar zee. De volwassen Rivierprík blijft buiten de paaitijd in riviermondingen en kustwateren (Janssen & Schaminée 2004). Nederland ligt in het centrum van het verspreidingsgebied van de Rivierprík wat zich uitstrekt van de Oostzee en Zuid-Noorwegen tot het westelijke bekken van de Middellandse Zee.

De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor deze soort voldoende gebieden waren aangemeld (Drentsche Aa (NL9801009) en Roerdal (NL2003042), maar dat nadere wetenschappelijke beoordeling en/of aanmelding van andere gebieden nodig is.

Elft

De Elft (*Alosa alosa*) is verwant aan de haring. Het is een vooral zoöplankton etende vis, die met zijn kieuwaanhangsels het water filtreert. Het is een anadrome vis die voornamelijk in zout water verblijft en alleen in de paaitijd de rivier optrekt. Elften paaien bovenstrooms in de rivier. Eieren, larven en jonge vissen zakken geleidelijk de rivier af en groeien op in zoetwatergetijdegebieden. Als de vis ongeveer 12 cm is trekt hij naar zee. Als de Elft ongeveer 50 cm is trekt hij stroomopwaarts. De Elft heeft nooit gepaaid in Nederland (de Nie 1997). De paaiplaatsen lagen hoger stroomopwaarts in de Rijn en zijn zijrivieren, voorbij Koblenz. Grindbanken en rustig stromend water in nevengeulen, zijarmen en meanders zijn noodzakelijk. Het ras dat ooit door Nederland trok via Rijn en Maas is uitgestorven, zoals ook in Duitsland en België (de Nie 1997). De dichtstbijzijnde paaiplaatsen liggen (mogelijk) in de Loire, de Garonne en de Rhône in Frankrijk en de Solway Firth in Groot-Brittannië, maar recent is weer een (kleine) paaiplaats vastgesteld in de Bovenrijn (Duitsland). In

Nederland wordt de soort echter maar sporadisch aangetroffen en selectie van gebieden is niet mogelijk. Het is echter aannemelijk dat de kleine aantallen die in Nederland moeten voorkomen (gelet op de Duitse paaiplaats), van dezelfde gebieden gebruik maken als de Fint.

De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor deze soort geen gebieden kunnen worden geselecteerd, maar bij de aanmelding is de aanwezigheid van de soort voor enkele gebieden wel vermeld. Nadere wetenschappelijke beoordeling en/of aanmelding andere gebieden is nodig.

2.5.4 Reptielen en amfibieën

Voor het Habitatrictlijngebied Waddenzee zijn geen kwalificerende soorten reptielen of amfibieën aangemeld. De meeste habitattypen binnen de SBZ zijn ongeschikt als leefgebied, behalve de duinen doch deze vallen buiten het aandachtsgebied. Twee kenmerkende soorten van duingebieden zijn de Zandhagedis (*Lacerta agilis*) en de Rugstreppad (*Bufo calimata*), beide voorkomend op Bijlage IV van de Habitatrictlijn. Beide soorten komen voor op Schiermonnikoog (Lemmel & Smit 1981), mogelijk is ook een metapopulatie van de Rugstreppad aanwezig in het Fries-Groningse kustgebied maar in het aandachtsgebied wordt de Rugstreppad door RAVON niet genoemd (zie ook hoofdstuk 3.1.3). Dit is een soort van zandige terreinen met een betrekkelijk hoge dynamiek, zoals duinen, en opgespoten terreinen. Voor de voortplanting is de soort afhankelijk van ondiepe wateren die vrij snel opwarmen, waarbij vaak gebruik wordt gemaakt van tijdelijke poeltjes, plassen en slootjes. Een voorwaarde is wel dat het water niet zuurder is dan pH 5. Brak water wordt getolereerd (website RAVON, mei 2004).

De ontwikkeling van het aandachtsgebied zal naar verwachting geen significant effect hebben op het voorkomen van de Zandhagedis en de Rugstreppad aangezien de locaties waar beide soorten kunnen voorkomen buiten het aandachtsgebied vallen.

2.5.5 Vogels

De vogelsoorten die in het aanwijzingsformulier van het Vogelrichtlijngebied staan genoemd worden ook genoemd in het aanmeldingsformulier voor het Habitatrictlijngebied (Min. LNV 2004). Daarop staan ook de aantallen broedparen, wintergasten en doortrekkers in de SBZ genoemd. De vogels zijn goed onderzocht. De aantallen vogels en soorten specifiek voor het aandachtsgebied zelf zijn steekproefsgewijs onderzocht op basis van inventarisatie in het kader van het Broedvogel monitoringprogramma van SOVON en op basis van gegevens die zijn verzameld tijdens de inventarisaties ten behoeve van de Broedvogelatlas. Zie verder hoofdstuk 2.6 voor de beschermde vogels onder de Vogelrichtlijn.

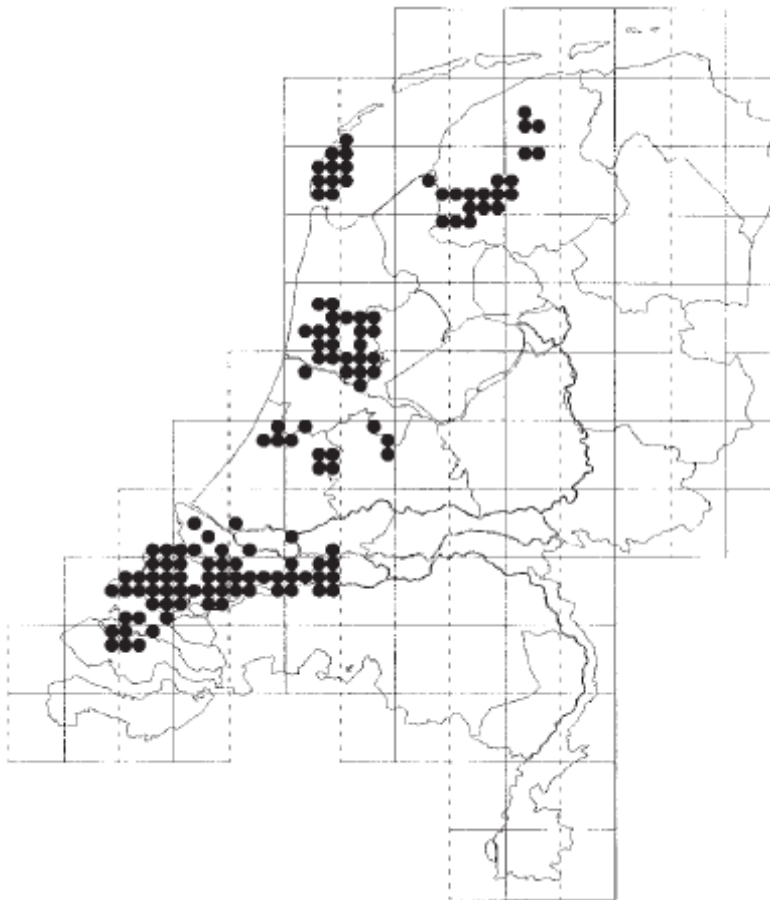
2.5.6 Zoogdieren

De zoogdieren zijn in de SBZ Waddenzee redelijk onderzocht waar het de zeezoogdieren betreft. De enige kwalificerende soorten zijn de Gewone zeehond (*Phoca vitulina*), de Grijsze zeehond (*Halichoerus grypus*) en de Bruinvis (*Phocoena phocoena*). Overige zoogdiersoorten zullen vooral binnendijs of op de kwelders verblijven en kunnen het gebied gebruiken om te foerageren. Een belangrijke groep vormen de vleermuizen, aangezien alle soorten zijn beschermd volgens de Habitatrichtlijn (Bijlage IV). Een andere belangrijke soort is de Noordse Woelmuis die is aangemeld als prioritaire soort.

Noordse Woelmuis

Als aparte ondersoort is *Microtus oeconomus arenicola* de enige endemische zoogdiersoort van Nederland. De soort is typerend voor vochtige tot uitgesproken natte vegetaties in laagveen- en kleigebieden. Als prioritaire soort moeten er voldoende 'Speciale Beschermingszones' voor moeten worden aangewezen. Er zijn 13 gebieden aangewezen waaronder in de Waddenzee de Duinen Texel, Waal en Burg, Dijkmanshuizen en de Bol (NL2003060). Op Texel komt de soort verspreid over het hele eiland voor, waarbij geen kennis is over het onderlinge verschil in kwaliteit van deelgebieden. Hier is alleen het ook om andere redenen geselecteerde gebied 'Duinen Texel, Waal en Burg, Dijkmanshuizen en de Bol (NL2003060)' geselecteerd. Dit gebied omvat behalve de duinen twee kleine natte gebieden in de polder. De Schorren van Texel (onderdeel van gebied Waddenzee (NL1000001)) worden daarnaast ook voor deze soort aangemeld.

Afgaande op de recente verspreidingsgegevens (Figuur 2.1) wordt verwacht dat de Noordse Woelmuis niet in het aandachtsgebied voorkomt. De Europese Commissie (2002) oordeelde dat voor deze soort onvoldoende gebieden waren aangemeld. Thans zijn 3 extra gebieden (buiten het aandachtsgebied) aangemeld.



Figuur 2.1 Recente verspreiding Noordse Woelmuis (La Haye & Drees 2004).

Gewone Zeehond

De Gewone zeehond (*Phoca vitulina*) staat in het kustecosysteem aan de top van de voedselketen. De soort komt met name voor in de visrijke kustwateren binnen ca. 60 km van geschikte rustplaatsen. De dieren rusten tijdens laag water op zandplaten, die bij vloed onder water lopen. In juni/juli wordt één jong geboren wat dan ook vrijwel meteen kan zwemmen. Het jong wordt een maand gezoogd. Tegen het eind van de zoogtijd vindt de paring plaats in zee.

De Gewone zeehond komt in alle gematigde wateren in het Noordelijk halfrond voor en is daarmee een van de wijdst verspreid voorkomende zeehonden. In 1988 en 2002 is een virusepidemie uitgebroken wat de zeehondenpopulatie tot tweemaal toe halveerde. De Noordwest-Europese populatie werd na de virusuitbraak van 2002 geschat op ca. 69.000 dieren (Witte 2003). De populatie in de Waddenzee (Nederland, Duitsland en Denemarken) telt ca. 16.000 individuen, waarvan circa 3400 in het Nederlandse deel. In het Deltagebied is het aantal gewone zeehonden toegenomen van slechts enkele dieren in de jaren 1980 tot circa 150 dieren in 2002 (Janssen & Schaminée 2004). Alterra Texel doet uitgebreid onderzoek aan zeehonden.

Grijze Zeehond

Halichoerus grypus, de Grijze Zeehond, wordt genoemd in bijlage II van de Habitatrichtlijn.

De aantallen grijze zeehonden in de Nederlandse Waddenzee nemen toe. In 2004 zijn 1110 dieren geteld in de westelijke Waddenzee, tegenover 1050 in 2003 (bron: Alterra-Texel). De virus epidemie in 2002, heeft op deze soort vrijwel geen invloed gehad.

Bruinvis

De Bruinvis (*Phocoena phocoena*) is de kleinste walvissoort in de Europese kustwateren. De Bruinvis wordt in relatief ondiep water (tot 200 m) waargenomen langs kusten en baaien en zwemt ook af en toe de rivieren op. De soort leeft overwegend solitair of in kleine groepen. Net als andere dolfinen maken ze gebruik van echolocatie om te communiceren, foerageren en navigeren. In Europa wordt de soort aangetroffen van de subarctische delen van het Noordelijk halfrond tot de Atlantische kust van Afrika. Daarnaast is een populatie bekend uit de Zwarte Zee en het Griekse deel van de Middellandse Zee. De Noordwest-Europese populatie wordt geschat op ruim 350.000 dieren (Hammond *et al.* 1995). Vooral in de nazomer, herfst en winter kunnen ze in onze kustwateren in relatief kleine aantallen regelmatig worden waargenomen. Na een afwezigheid van decennia worden ze de laatste jaren weer met regelmaat gesignaleerd in de Waddenzee en in de Zeeuwse wateren. Het aantal exemplaren in de SBZ Waddenzee valt echter moeilijk aan te geven. Voor zover bekend ligt het belangrijkste voortplantingsgebied in het Duitse deel van de Noordzee ten westen van het Waddeneiland Sylt. Sinds midden jaren negentig is het aantal Bruinvissen dat jaarlijks wordt gezien in ons deel van de Noordzee sterk toegenomen (Janssen & Schaminée 2004, Brasseur *et al.* 2005).

Vleermuizen

De groep vleermuizen rond het aandachtsgebied is slecht onderzocht. Op grond van het verspreidingsgebied mogen de Watervleermuis (*Myotis daubentonii*), Meervleermuis (*Myotis dasycneme*), Gewone dwergvleermuis (*Pipistrellus pipistrellus*), Ruige dwergvleermuis (*Pipistrellus nathusii*) en de Laativlieger (*Eptesicus serotinus*) in het aandachtsgebied worden verwacht.

2.6 Beschermde soorten onder de Vogelrichtlijn

Behalve de in Tabel 2.1 genoemde soorten ganzen zijn in het Waddengebied ook de Grauwe Gans, met maximaal 28.000 in de late herfst en de Rietgans met 15.000, ook de Kleine Zwaan (3000) en de Kievit (34.000) in aantallen aanwezig die de 1% norm overschrijden. Deze soorten zijn niet in Tabel 2.1 opgenomen omdat het voornamelijk binnendijks foeragerende soorten betreft die geen ecologische band met de kenmerkende habitats van de Waddenzee hebben. Hetzelfde geldt voor de Bruine en Blauwe Kiekendief die beide worden genoemd in Bijlage I van de Vogelrichtlijn. De Kempphaan (Bijlage I) komt eveneens alleen in relatief vrij kleine aantallen in enkele binnendijkse gebieden rond de Waddenzee voor. Voor zover voldoende kennis beschikbaar was, is een uitsplitsing gemaakt in biogeografische

populaties aangezien van dergelijke soorten de Staat van Instandhouding door hun verschillend trekgedrag sterk kan verschillen. Voor Bonte Strandloper, Drieteenstrandloper en Steenloper is een dergelijke onderverdeling in biogeografische populaties niet gemaakt aangezien de betreffende populaties niet in het veld zijn te onderscheiden en er nog onduidelijkheid bestaat wanneer deze deelpopulaties doortrekken. Kokmeeuw, Stormmeeuw, Grote en Kleine Mantelmeeuw en Zilvermeeuw zijn (in tegenstelling tot het in het verleden door gevoerde beleid van LNV) wel in de Tabel opgenomen omdat het trekkende watervogels betreft die voldoen aan dezelfde criteria als de andere in de tabel genoemde soorten. Voor de gemiddelde aantallen eidereenden is gebruik gemaakt van de vliegtuigtellingen van Alterra. Dwergmeeuw, Kokmeeuw, Toppereend, zaagbekken en Futen zitten eigenlijk te ver van de kant en kunnen alleen goed vanaf een boot (of deels vliegtuig) geteld worden. De meeste sterns zijn alleen op slaappleatsen goed te tellen, bovendien foerageren veel vogels op het IJsselmeer. De getelde aantallen zijn te beschouwen als absolute minima. De Tabel is opgesplitst in 2 delen. In deeltabel 2.1a zijn soorten opgenomen die expliciet worden genoemd in de nota "Toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzeegebied" (Ministerie LNV, DRZ Noord 2005). Naar de mening van de samenstellers van dit rapport worden hierbij echter enkele relevante soorten (die kwalificeren omdat meer dan 1% van de biogeografische populatie aanwezig is of omdat ze voorkomen op Bijlage 1 van de Vogelrichtlijn) ten onrechte niet genoemd. Deze soorten (en enkele "kenmerkende soorten" die niet aan deze criteria voldoen) zijn opgenomen in Tabel 2.1b.

Tabel 2.1a Soorten welke worden genoemd in de nota "Toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzeegebied" (Ministerie LNV, DRZ Noord 2005). Voor elke soort is aangegeven of in de Waddenzee meer dan 1% van de biogeografische populatie in de Waddenzee aanwezig is en/of de betreffende soort voorkomt op Bijlage I van de Vogelrichtlijn. Tevens zijn weergegeven: de populatiegroottes, de aantallen waarin ze voorkomen in de Waddenzee en in het aandachtsgebied (uitgedrukt als het geometrisch gemiddelde van alle getelde en bijgeschatte maandaantallen over de jaren 1976 tot en met 2003). De 1% norm is ontleend aan Delany & Scott (2002). De in de Waddenzee aanwezige aantallen wintergasten en doortrekkers zijn zoveel mogelijk ontleend aan het document waarmee de Waddenzee in maart 2004 is aangemeld in Brussel. In enkele gevallen (bijvoorbeeld wanneer biogeografische populaties zijn onderscheiden) zijn gemiddelde maximale aantallen gebruikt. Deze zijn ontleend aan Van Roومن et al. (2004ab) en aan gegevens uit de SOVON-database.

	Vogelrichtlijn		Broedgebied/ overwinteringsgebied	Aantallen in SBZ			Aantallen in Aandachtsgebied (geometrisch gemiddelde)
	Kwali- ficere nd	Bijl. I		1% norm	Wintergast	Doortrekkend	
Aalscholver	X		Europa/W Europa+Midd.Zee	3100	956	8101	81
Bergeend	X		NW Europa	3000	31.258	49.795	9289
Bontbekplevier <i>C.b. hiaticula</i>	X		W Europa/NW Afrika	730	112	6395, incl. <i>C.b.tundrae</i>	
Bontbekplevier <i>C.b. tundrae</i>	X		Siberië/W Afrika	2100	0	3000, grotendeels <i>tundrae</i>	315
Bonte Strandloper	X		N Europa/W Eur.+NW Afr.	13.300	97.919	303.688	40.117
Brandgans	X	X	N Rusland/W Europa	3600	49.569	64.186	
Brielduiker			N Europa/NW Europa	4000	1074	262	47
Dwergstern	X	X	W Europa/ W+ZW Afrika	340	0	500	
Eider	X		N Europa/NW Europa	10.300	105.889	>10.000	4839
Groenpootruiter	X		N Europa/W Afrika	3100	20	11.277	678
Grote Stern	X	X	W Europa/W+Z Afrika	1700	0	3000	13
Kanoet <i>C.c. islandica</i>	X		NO Canada/NW Europa	4500	86.993	62.894, incl. <i>canutus</i>	5350
Kanoet <i>C.c. canutus</i>	X		Siberië/W+Z Afrika	3400	0	16.000	
Kleine Mantelmeeuw	X		W Europa/W Afrika	5300	200	21.000	
Kluut	X	X	W+ZW Europa/W Afrika	730	495	11.635	1512
Kokmeeuw	X		Europa/W+Z Europa	20.000		190.000	15.219
Lepelaar	X	X	Oost-Atlantisch	100	0	1289	
Middelste Zaagbek			NW+Centraal Europa	1700	786	769	27
Nonnetje			NE Europa/NW Europa	400	137	0	1
Noordse Stern		X	N Europa/Z Afrika	?	0	200	
Reuzenster		X	N Europa-W Afrika	65	0	0-10?	
Rosse Grutto <i>L.L. lapponica</i>	X	X	N Europa/W Europa	1200	24.059	133.930, incl. <i>taimyrensis?</i>	7122
Rosse Grutto <i>L.L. taimyrensis</i>	X	X	Centraal Siberië/W Afrika	5200	0	120.000	
Rotgans	X		W Siberië/W Europa	2200	29.409	122.730	
Scholekster	X		Europa/N+W Afrika	10.200	204.137	217.587	65.822
Stormmeeuw	X		Europa/W Europa	17.000	130.000		7413
Topper	X		W Siberië/W Europa	3100	19.910	?	7
Tureluur <i>T.t. britannica</i>	X		W Europa	1300	?	37.081 (<i>brit.</i> + <i>totanus</i>)	
Tureluur <i>T.t. totanus</i>	X		IJsland/W Europa	650	0		4634
Tureluur <i>T.t. robusta</i>	X		N Europa/W Afrika	2500	7540, incl. klein aantal <i>britannica</i>	?	
Visdief	X	X	W+Z Europa/W+Z Afrika	1900	0	3000	
Wulp	X		N+W Europa/W Afrika	4200	93.766	110.336	24.853
Zilvermeeuw	X		NW+W Europa/W Europa	11.000	98.000	52.000	10.214
Zilverplevier	X		Oost-Atlantisch	2500	13.770	31.433	5844
Zwarte Ruiter	X		N Europa/W Afrika	1000	10	6624	248
Zwarte Stern	X	X	Europa/W+Z Afrika	4000	0	35.643	

Tabel 2.1b Overige trekkende watervogelsoorten (welke niet worden genoemd in de bovengenoemde LNV nota) waarvan meer dan 1% van de biogeografische populatie in de Waddenzee aanwezig is, inclusief enkele soorten van Bijlage I van de Vogelrichtlijn, hun populatiegroottes en de aantallen waarin ze voorkomen in de Waddenzee en in het aandachtsgebied. In de Tabel zijn tevens enkele karakteristieke soorten en populaties die de 1% norm niet halen opgenomen. De 1% norm is ontleend aan Delany & Scott (2002). De in de Waddenzee aanwezige aantallen wintergasten en doortrekkers zijn zoveel mogelijk ontleend aan het document waarmee de Waddenzee in maart 2004 is aangemeld in Brussel. In enkele gevallen (bijvoorbeeld wanneer biogeografische populaties zijn onderscheiden) zijn gemiddelde maximale aantallen gebruikt. Deze zijn ontleend aan Van Roomen et al. (2004ab), gegevens uit de SOVON-database en in enkele gevallen aan een schatting op grond van eigen gegevens (Dvergmeeuw). Enkele soorten die alleen als broedvogel of als wintergast op de eilanden aanwezig zijn (Kleine Zwaan, Roerdomp, Toendrarietgans, Bruine en Blauwe Kiekendief, Porseleinhoen, Kievit, Zwartkopmeeuw, Velduil, Grauwe Klauwier) zijn niet opgenomen.

	Vogelrichtlijn		Broedgebied/ overwinteringsgebied	Aantallen in SBZ			Aantallen in Aandachtsgebied (geometrisch gemiddelde)
	Kwali- ficere nd	Bijl. I		1% norm	Wintergas t	Doortrekkend	
Drieteenstrandloper	X		Oost Atlantisch+Nearctisch	1200	3523	4058	355
Dwergmeeuw	X	X	NO Eur./W Eur.+W Afrika	840	20	1000	
Fuut			NW Europa	4800	956	837	8
Goudplevier	X	X	NW Europa	18.000	17.193	51.560	2733
Grauwe Gans	X		NW Europa/NW+ZW Europa	4000	4157	3360	
Grote Mantelmeeuw	X		N+NW Europa+IJsland	4700	8100	7000	256
Grote Zaagbek			N Europa/NW Europa	2500	594	381	
Grutto		X	W Europa/W Afrika	1700	0	2613	57
Kleine Zilverreiger		X	W Europa+NW Afrika	1300	10	50	
Krakeend	X		W Europa	350	400	300	
Krombekstrandloper			Centraal Siberië/W+Z Afrika	7400	0	400	
Pijlstaart	X		NW Europa	600	4857	5070	1521
Slechtvalk		X	NE Europa	n.v.t.	>20	>10	
Slobeend	X		NW Europa/Centraal Europa	400	640	755	60
Smient	X		W Siberië/NW Europa	15.000	87.664	27.078	6676
Steenloper	X		Oost-Atlantisch	1830	2232	4110	622
Strandplevier		X	W+ZW Europa/W Afrika	660	0	20	7
Wilde Eend	X		NW Europa	20.000	44.364	19.631	7332
Wintertaling	X		N+NW Europa/W Europa	4000	4440	7411	458

In Tabel 2.2 staat aangegeven welke functies de verschillende habitats hebben voor de betreffende vogelsoorten. In deze Tabel zijn de gegevens van de deeltabellen 2.1a en 2.1b gecombineerd.

Tabel 2.2 Gebruik van aandachtsgebied per habitatype door Vogelrichtlijnsoorten genoemd in Tabel 2.1a en b. Habitattypen: 1110, Permanent met zeewater van geringe diepte overstroome zandbanken; 1140, Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten; 1170, Riffen (o.a. mosselbanken litoraal en sublitoraal; N.B. de Waddenzee is niet officieel aangemeld voor dit type.); 1310, Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (*Salicornia* spp.) en andere zoutminnende soorten; 1330, Atlantische schorren met kweldergrasvegetatie (*Glauco-Puccinellietalia maritima*). Gebruik: **B**roeden, **F**oerageren, **H**oogwatervluchtplaats, **S**lapen, **R**uïen (van slagpenen).

	Habitatype				
	1110	1140	1170	1310	1330
Aalscholver	F			HSR	HSR
Bergeend	SR	RF		HSR	HSB
Bontbekplevier C.h. hiaticula		FR		FHSR	BFHSR
Bontbekplevier C.h. tundrae		F		FHS	FHS
Bonte Strandloper		FR		HSR	HSR
Brandgans				FHS	FHS
Brilduiker	FS		F		
Dwergstern	FR	SR		HSR	
Eider	FHSR	FSR	F		BSR
Groenpootruiter		FR	FR	HSR	HSR
Grote Stern	FR	SR		HSR	BHSR
Kanoet <i>C.c. islandica</i>		FR		HSR	
Kanoet <i>C.c. canutus</i>		F		HS	
Kleine Mantelmeeuw	FHSR			HSR	HSR
Kluut		FR		HSR	BHSR
Kokmeeuw	FHSR	FR		HSR	BHSR
Lepelaar		FR		HSR	BHSR
Middelste Zaagbek	FHS		F		
Nonnetje	FHS				
Noordse Stern	FR	SR		HSR	BHSR
Rotgans	F(vroeger)S	FS		FHS	FHS
Rosse Grutto <i>L.l. lapponica</i>		FR		HSR	HSR
Rosse Grutto <i>L.l. taimyrensis</i>		F		HS	HS
Scholkster		FR	FR	HSR	BHSR
Stormmeeuw	FHSR	FR		HSR	BHSR
Topper	FHS		F		
Tureluur <i>T.t. britannica</i>		FR	FR	HSR	BHSR
Tureluur <i>T.t. totanus</i>		FR	FR	HSR	HSR
Tureluur <i>T.t. robusta</i>		FR	FR	HSR	HSR
Visdief	FR	SR		HSR	BHSR
Wulp		FR	FR	HSR	HSR
Zilvermeeuw	FHSR	FR		HSR	BHSR
Zilverplevier		FR		HSR	HSR
Zwarte Ruiter		FR	FR	HSR	HSR
Zwarte Stern	FR			SR	SR
Aanvullend (soorten Tabel 2.1b)					
Drieteenstrandloper		FSR			
Dwergmeeuw	FSR			SR	SR
Fuut	FSR				
Goudplevier		FSR		FHSR	FHSR
Grauwe Gans		SR		FHSR	BFHSR
Grote Mantelmeeuw	FHSR	FR		HSR	HSR
Grote Zaagbek	HFS		F		
Grutto		FR		HSR	BHSR
Kleine Zilverreiger		FR		HSR	BHSR
Krakeend		FR		FHSR	FHSR
Krombekstrandloper		FR		HSR	HSR
Meerkoet				FSR	FRS
Pijlstaart		F		FHS	FHS
Slechtvalk		FR		FSR	FSR
Slobeend		FR		FHSR	FHSR
Smient	S	FS		FHS	FHS
Steenloper		FR		HSR	HSR
Strandplevier		FR		FHSR	FHSR
Wilde Eend	FSR	FSR		FHSR	BFHSR
Wintertaling	FSR	FSR		FHSR	BFHSR

3 Beschrijving huidige staat en ontwikkeling (a)biotiek

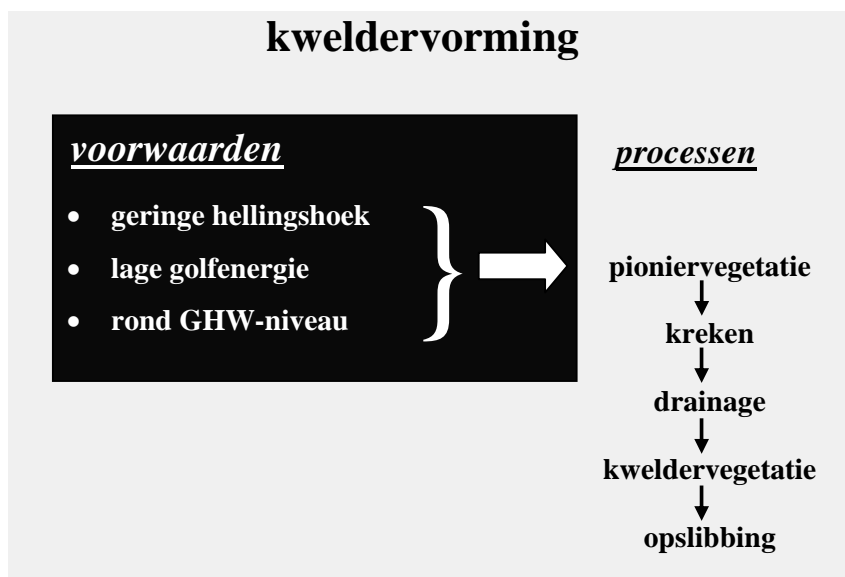
De biotiek kan niet los gezien worden van de abiotische processen. Daarom wordt in dit hoofdstuk naast een uitgebreide beschrijving van de biotiek, de levende natuur, ook ingegaan op de belangrijkste abiotische factoren, zijnde getij, opslibbing en erosie. Achtereenvolgens worden de vastelandkwelders en de kombergingsgebieden besproken.

3.1 Kwelders Noordoost Friesland

In het bodemdalingsgebied in noordoost Friesland liggen de volgende vastelandkwelders: 't Schoor, Wierum en de Peazemerlannen. Over de laatste is de meeste kennis beschikbaar en deze kennis zal ook gebruikt worden om uitspraken over de twee andere gebieden te doen. De abiotiek zal vooral de bestaande kennis over opslibbing in het gebied betreffen en de biotiek de vegetatie, de vogels en een overzicht van gegevens van het natuurloket met betrekking tot andere beschermde organismen die in het gebied gevonden kunnen worden.

3.1.1 Abiotiek

Laaggelegen kwelders worden tijdens hoge hoogwaters (bijvoorbeeld rond springtij) regelmatig overstroomd door het getijdewater (Figuur 3.2). De middelhoge kwelders worden minder vaak overstroomd, de hooggelegen schorren slechts incidenteel. De zone die dagelijks kort wordt overstroomd bestaat uit zoutminnende pionierplanten, vooral Zeekraal en Engels Slijkgras.



Figuur 3.1 Voorwaarden en processen bij kweldervorming.

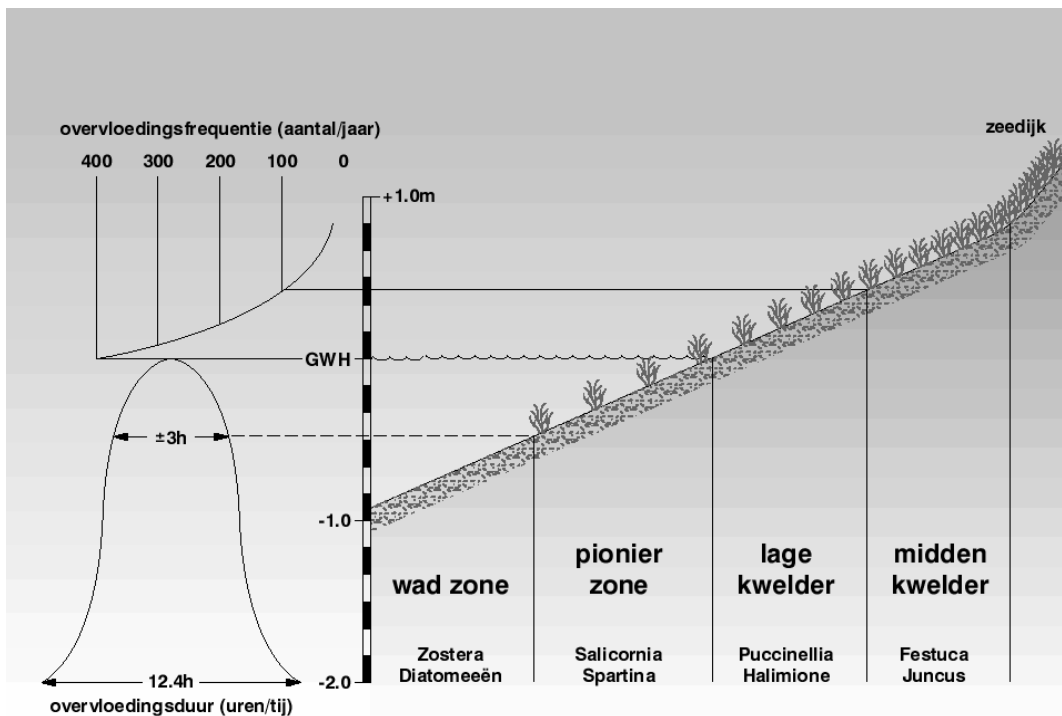
Opslibbingsproces

Voor de opslibbing op een kwelder zijn bepalend (Figuur 3.1): de hoeveelheid sediment die aangevoerd wordt, de hydrodynamische omstandigheden (golfhoogte, stroomsnelheid van het water), de morfologie (overstromingsfrequentie, afstand tot de Waddenzee, afstand tot de krekens, de ligging in het oeverwallen-kommen systeem; Stoddart *et al.* 1989, Van Duin *et al.* 1997, Esselink 2000) en de structuur en biomassa van de vegetatie (Nyman *et al.* 1993). In de Waddenzee is normaal gesproken voldoende sediment aanwezig voor een hoge opslibbing langs de vastelandkust (Kamps 1956, 1962, Van den Bergs *et al.* 1992). In vergelijking met het kale wad wordt op de begroeide kwelder een hogere opslibbing gevonden (Dijkema *et al.* 1990, Dijkema 1997). De belangrijkste bijdrage van de vegetatie is, naast invangen van sediment, het dempen van de golven (Moeller *et al.* 1997).

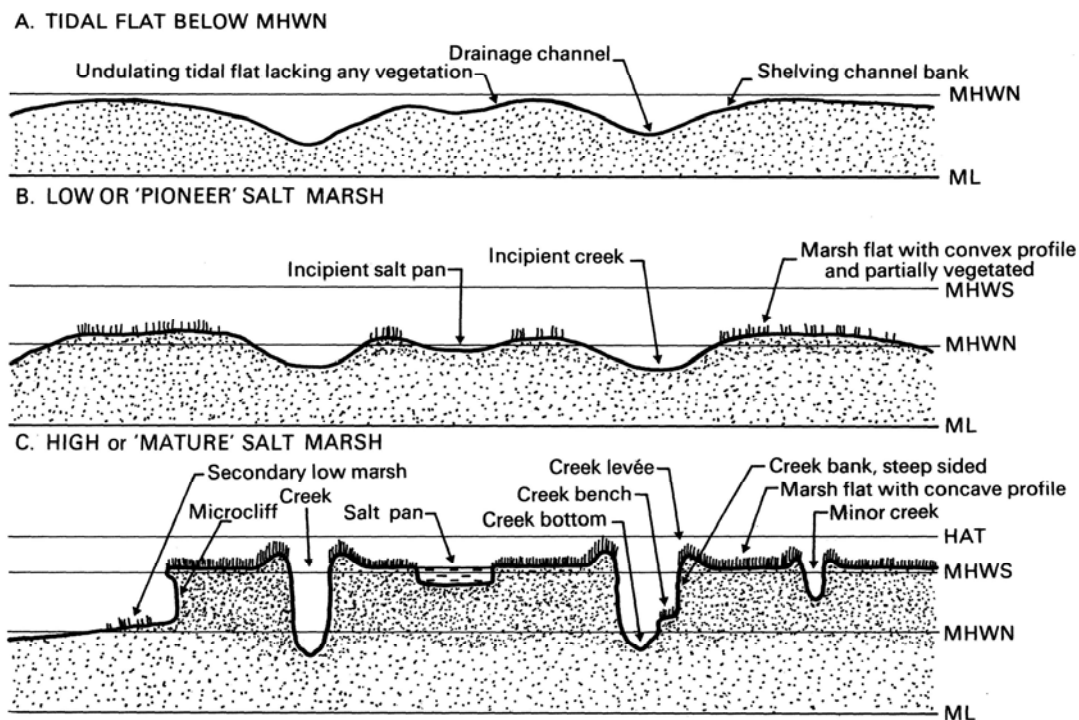
Kwelders liggen in het bereik van het getij (Figuur 3.2). Er vindt sedimentatie en erosie plaats. Planten spelen een essentiële rol in de kweldervorming (Figuur 3.3). De belangrijkste pionierplant Zeekraal is éénjarig en groeit vanaf enkele decimeters onder gemiddeld hoogwater (GHW). Zeekraal faciliteert de eerste vorming van krekens en de vestiging van Gewoon kweldergras. Rond het niveau van GHW bereikt dit meerjarige kweldergras voldoende bedekking om:

- De opslibbing op te voeren tot de hoogste waarden in de gehele kweldervorming (Wohlenberg 1933, Jakobsen 1954, Andresen *et al.* 1990, Dijkema 1997, Dijkema *et al.* 2001).
- Het krekensysteem verder te ontwikkelen. De betere ontwatering door het krekensysteem is doorslaggevend voor de groei van de meeste kwelderplanten en bevordert de successie naar de opvolgende vegetatietypen in de kwelderontwikkeling (Yapp *et al.* 1917, Grotjahn *et al.* 1983, Dijkema *et al.* 1991 2001, French & Stoddart 1992, Reents 1995).
- Erosie van de jonge kwelder tegen te gaan (Wohlenberg 1953, Kamps 1956 1962, Von Weihe 1979).

De opslibbing en de vastlegging van slib wordt in deze fase van kwelderontwikkeling door de vegetatie gestimuleerd, want eigenlijk zou er door het afnemend aantal overstromingen door de toenemende kwelderhoogte minder slib moeten worden afgezet. Bij het verder toenemen van de kwelderhoogte neemt de opslibbingssnelheid uiteindelijk wel af door het geringer aantal overvloedingen. Of het omgekeerde het geval is, dus of bodemdaling zorgt voor meer opslibbing op de kwelder, is een belangrijke vraag. De monitoring op Ameland zal daar in de komende jaren wanneer de bodemdaling afneemt een antwoord op geven (Eysink 2005).



Figuur 3.2 Voorbeeld van zonerings- en inundatiefrequentie (naar Erchinger 1985).



Figuur 3.3 Vorming van patronen van krekens, oeverwallen, kommen, plassen en kliffen in een kwelder (Long & Mason 1983).

Methoden om opslibbing te meten

Er zijn verschillende methoden om opslibbing te meten. De verticale verdeling van radionucliden (bijv. ^{210}Pb) in de grond en pollen analyses geven een beeld van het verloop van de opslibbing over periodes van 100 tot 200 jaar (Kearney *et al.* 1994). De activiteit van het radioisotoop ^{137}Cs kan gebruikt worden om de gemiddelde opslibbingssnelheid gedurende enkele decades te bepalen (Ehlers *et al.* 1993, Milan *et al.* 1995). Het Cesium-137 dat in de grondlagen wordt aangetroffen is voornamelijk afkomstig van bovengrondse kernbomproeven tussen 1955 en 1963. Door het ongeluk met de kerncentrale in Tsjernobyl in 1986 ontstond er een duidelijk dateerbare horizont met een ^{137}Cs -concentratie die veel hoger ligt dan die veroorzaakt door de 'fall-out' afkomstig van vroegere kernbomproeven. Deze methoden kunnen alleen gebruikt worden als de bodem niet erg dynamisch is. Erosie en andere (plaatselijke) grondverplaatsingen, zoals bij bioturbatie, kunnen voor een zodanige verstoring van de bodemlagen zorgen dat deze methodes onbetrouwbaar worden.

Gegevens over recente sedimentatie worden vaak verzameld door gebruik te maken van zand-, houtskool- of gravellagen (De Glopper 1981, Stoddart *et al.* 1989), ingegraven bamboe stokjes (Ranwell 1964) of opslibbingsplaten (Eysink 2005), of een filtertechniek zoals beschreven door Reed (1989). Deze laatste methode is bij uitstek geschikt om de hoeveelheid sediment te bepalen die gedurende één (storm) tij of enkele tijen wordt aangevoerd. Nadeel van veel van de bovengenoemde methoden is dat ze alleen bruikbaar zijn bij opslibbing. In geval van erosie kan de, al dan niet zelf aangebrachte, referentielaag worden weggespoeld. De 'sedimentation-erosion bar' (SEB; Figuur 3.4) of 'sedimentation-erosion table' (SET) (Boumans & Day 1993) zijn wel geschikt om beide processen te meten. Bovendien kunnen ze zowel op het kale wad als in de begroeide kwelder gebruikt worden zodat het effect van de vegetatie op opslibbing en erosie mede bepaald kan worden.

Klifvorming

Zolang kwelders horizontaal groeien is er een geleidelijke overgang in hoogte van pionierzone naar kwelder (Figuur 3.2). Stagneert de aanwas, dan ontstaat op natuurlijke wijze een kwelderklif (Figuur 3.3). Stabiele kwelders bestaan niet, tenzij als gevolg van beheermaatregelen (bezinkvelden of oeververdediging). De oorzaak van klifvorming is de genoemde hoge opslibbing in de kweldervegetatie, terwijl de opslibbing in de aangrenzende éénjarige pionierzone alleen in de groeifase hoog genoeg is om een geleidelijke overgang in stand te houden. Een eroderende of zelfs een stabiele pionierzone leidt altijd tot een kwelderklif met terugschrijdende erosie van de kwelder. Zeewaarts van een klif ontstaat in een stabiele of in een opslibbende pionierzone soms nieuwe kwelderaanwas. Een dergelijke secundaire kwelder kan na verloop van tijd ook weer een klif vormen (Yapp *et al.* 1917, Koppel *et al.* 2005). De pionierzone is daarom een gevoelig gebied voor zeespiegelstijging en bodemdaling (Dijkema *et al.* 1990, Dijkema 1997). Op de Waddeneilanden bepalen natuurlijke morfologische processen wat de opslibbingsbalans in de pionierzone is. De natuurlijke processen van opbouw en afslag mogen op grond van het bestaande beleid ongestoord hun gang gaan, omdat het kwelderareaal op de eilanden veel groter is dan op grond van historische referenties verwacht mag worden (Dijkema 1987, Dijkema *et al.* 2005). Langs het vasteland wordt de opslibbingsbalans in de

pionierzone voor een belangrijk deel bepaald door de beheermaatregelen in de kwelderwerken (Dijkema 2001). De processen van opbouw en afslag worden daar door rijshoutdammen gereguleerd, omdat het kwelderareaal veel kleiner is dan de historische referentie voor het kwelderareaal langs het vasteland van de Waddenzee.

Kwelderplasjes (Reents 1995)

Kwelderplassen of poeltjes komen in bijna alle kwelders voor. Er bestaan meerdere typen die door hun ontstaan gekarakteriseerd zijn (Yapp *et al.* 1917, French *et al.* 1990):

- De primaire plasjes ontstaan gelijktijdig met de kwelder. Door de onregelmatige vestiging van vegetatie kunnen open gebleven plekken helemaal door een vegetatiedek worden omsloten, met het gevolg dat het water niet meer aflopen kan (ook Steers 1959, Pestrong 1965, Steers 1977, Long & Mason 1983). Deze poeltjesvorming gebeurt niet overal, volgens Adam (1990) zijn er pionierplanten (b.v. *Salicornia*) die een gelijkmatige vegetatiebedekking vormen en die door krekten doorbroken kan worden.
- De secundaire plasjes ontstaan eigenlijk op dezelfde manier als de primaire poeltjes, alleen zijn zij bestaandeel van de secundaire kwelder en liggen tegen de kwelderrand aan, waar neerstortende brokken klei een laagte kunnen afsluiten.
- Kreek plasjes ontstaan doordat krekten afgedamd worden door laterale erosie, waarbij de neerstortende brokken de kreek afdammen, of door dichtslibbing van een kreekgedeelte waarbij de ontwatering geblokkeerd wordt. Deze kreek poeltjes hebben meestal een langgerekte vorm en liggen vaak in het verlengde van een kreek.
- Kleinere plasjes kunnen de resten van grotere poeltjes zijn, die op de een of andere manier verbinding met krekten hebben gekregen (b.v. door de terugschrijdende erosie van krekten of door erosie van de poeltjesranden), zodat de afwatering weer hersteld werd.

Ook op oude, min of meer stabiele, kwelders kunnen nieuwe poeltjes ontstaan (Warming 1904, Ranwell 1964 en Pethick 1974, alle in French *et al.* 1990). Door het blijven liggen van aanspoelsel (vooral algen), door de invloed van dieren (vertrapping, kaal eten), door ijs (hogere breedtegraden) of door hoge saliniteit over een lange periode sterft de vegetatie af en er ontstaan kale plekken. Als er gedurende langere tijd water op een kale plek blijft staan, dan wordt de herbegroeiing met vegetatie belet en ontstaat een poeltje. De dichtheid van plasjes neemt met toenemende kwelderhoogte toe en de grootste hoeveelheid poeltjes ligt dicht bij de kwelderrand, waar vaak ook het grootste gedeelte van het aanspoelsel ligt (Pethick 1974 in French *et al.* 1990). Kwelderplasjes blijven in stand doordat er gedurende lange tijd water in blijft staan. Door kleine windgolfjes kunnen de randen van de poeltjes eroderen en groter worden. Als met hoge tijden water de poeltjes binnen stroomt, ontstaan wervels die de kwelderplasjes een afgeronde vorm geven (Yapp *et al.* 1917, Pestrong 1965, Steers 1977). Door ontwatering, het overgroeien van de randen en door de vorming van bulten binnen een poeltje kunnen deze kleiner worden of verdwijnen (Yapp *et al.* 1917). Als een kwelderplasje ontwaterd wordt dan kunnen zich weer planten vestigen en blijft er alleen maar een laagte over (Steers 1959). Kwelderplasjes kunnen dus in

grootte toe- of afnemen, hun vorm en positie kan veranderen en uit een verbinding van meerdere kleine plasjes kan een grote poel ontstaan (Yapp *et al.* 1917).

De Peazemerlannen

Gebiedsbeschrijving

De enige kwelder in het studiegebied met zowel bodemdaling van betekenis als ook veel kennis van de abiotiek en biotiek is de Peazemerlannen (Figuur 3.5). De Peazemerlannen zijn gelegen in het uitsterste noordoosten van Friesland bij de plaatsen Peazens en Moddergat. Het Wetterskip Fryslân is eigenaar van het gebied en It Fryske Gea is de beheerder (kwelder in pacht tot 2014). In dit gebied is eerst in opdracht van NAM en daarna op eigen initiatief van Alterra vanaf 1994 onderzoek naar de opslibbing en de ontwikkeling van de vegetatie uitgevoerd. Net zoals de overige kwelders en zomerpolders langs de Friese en Groninger kust is het gebied voornamelijk via landaanwinningswerken ontstaan (Dijkema *et al.* 2001). Op kaarten van het gebied uit 1861 is te zien dat er greppels op het wad waren gegraven en een strekdam was gebouwd op de huidige locatie. Op de topografische kaart van 1927-1930 zijn de ontstane kwelderakkers al duidelijk waar te nemen, maar er liggen nog geen zomerkades om het gebied. De hoogtij-jaren voor de landaanwinning met een grootschalige aanpak waren van 1954 tot 1964. Vanaf 1970 is de actieve landaanwinning gestopt (De Raad 1993).

De Peazemerlannen liggen grotendeels ingesloten tussen een in 1974-1976 op deltahoogte gebrachte zeedijk in het zuiden en een gedeeltelijk verwoeste bitumen zomerkade in het noorden (ca. 3,10 m + NAP; aangelegd in 1951). Halverwege de Delta-dijk en de noordelijke kade loopt een groene zomerkade die nog intact is (ca. 2,25 m + NAP; aangelegd in 1945). Tijdens een storm in april 1973 is het midden van de bitumen zomerkade van 1951 doorgebroken. Vanaf dat moment vindt er weer sedimentuitwisseling plaats tussen de Waddenzee en de noordelijke zomerpolder (Figuur 3.5). In het winterseizoen daarop heeft een groot aantal stormvloeden plaatsgevonden waarna de herstelpogingen om financiële redenen werden gestaakt (Dhr. G.J. de Weert, voormalig dijkopzichter waterschap De Contributie Zeedijken van Westdongeradeel en hoofd technische dienst waterschap Eastergoa's Sédiken, pers. comm.). In 1979 is een tweede deel van de bitumen zomerkade (in het westen) weggeslagen. Als gevolg van deze spontane verkweldering kon zich in de noordelijke zomerpolder een dynamische kwelder ontwikkelen (Figuur 3.5) met oeverwallen en kommen, met een diverse zilte vegetatie en met een omvangrijke avifauna.

In de Peazemerlannen zijn de volgende deelgebieden te onderscheiden:

1. Zomerpolder, 89 ha. Intensief begraasd grasland, voornamelijk schapen. Aan alle zijden door (zomer)dijken omgeven, waardoor de overvloedingsfrequentie en daarmee de opslibbing sterk verminderd wordt. Lozing van overtollig zeewater en regenwater vindt plaats door negen klepduikers.

2. Buitendijks kweldergebiedje in het westen dat onder te verdelen is in:
 - a. het hooggelegen deel voor de Deltadijk, 15 ha; langs de wadkant voorzien van oeverbescherming in de vorm van palen en stortsteen. Net zoals de zomerpolder intensief begraasd door schapen,
 - b. het laaggelegen deel langs de strekdam, 4 ha. Extensief beweid.
3. Kwelder (de voormalige noordelijke zomerpolder) achter de doorgebroken zomerkade, 100 ha. Onbeweid (behoudens incidenten) en nog onder te verdelen in:
 - a. oeverwallen
 - b. lage kwelder
 - c. kommen/secundaire pionierzone
4. Primaire pionierzone, onder te verdelen in:
 - a. delen achter de gaten in de bitumen zomerkade, 15 ha.
 - b. recente ontwikkeling van pionierzone op het wad buiten de bitumen zomerkade.

De zomerpolder (1) en de kwelder (3 + 4a) zijn qua areaal verreweg de belangrijkste deelgebieden (samen ca. 200 ha). De primaire pionierzone achter de gaten in de bitumen zomerkade (4a) is door Van Duin *et al.* (1997) en door Oost *et al.* (1998) als kwetsbaar gebied voor bodemdaling aangewezen. De deelgebieden worden hierna verder apart behandeld, waarbij moet worden opgemerkt dat over deelgebiedje 2 weinig informatie beschikbaar is.

De Peazemerlannen zijn aangewezen als natuurmonument volgens de Natuurbeschermingswet. In dit kader wordt de huidige afwisseling van kwelder en grasland als karakteristiek en waardevol aangemerkt, met name voor de vogels (zie ook hoofdstuk 1). Het streven is om het gebied in zijn huidige toestand te behouden.

Hoogteligging en opslibbing

Uit vooronderzoek dat in 1993 in opdracht van NAM door Alterra en de Universiteit Utrecht is uitgevoerd (Oost & Dijkema 1993), bleek dat de Peazemerlannen het meest gevoelige gebied voor bodemdaling waren. Die conclusie was niet op metingen in de kwelder gebaseerd, maar op voorzichtige aannames voor de opslibbing. In de periode eind 1994-1996 is daarom door Alterra, wederom in opdracht van de NAM, een onderzoek uitgevoerd naar de (historische) opslibbing en vegetatie in de Peazemerlannen. Het onderzoek is deels uitgevoerd in samenwerking met het Kernfysisch Versneller Instituut (KVI) uit Groningen. De resultaten kunnen beschouwd worden als nul-meting en zijn vastgelegd in Van Duin *et al.* (1997). Dit rapport maakt onderdeel uit van de Integrale Bodemdalingstudie (Oost *et al.* 1998). De opslibbing is toen onderzocht met verschillende methoden:

- hermeting: vergelijking van de maaiveldhoogte in 1996 met gegevens van een uit 1964 stammende hoogtekaart. Dit leverde een opslibbingsgetal op over de periode 1973-1996,
- Cesium 137-datering. Dit leverde gegevens over de opslibbingsperiodes 1973-1986 en 1986-1996),
- de sedimentatie erosie balk (SEB). Dit leverde gegevens over 1995-1997.

Daarnaast zijn toen metingen aan import en export van sediment gedaan om de opslibbing of erosie te kunnen verklaren.

Gezien het belang van dit onderzoek aan een spontaan verkwelderde zomerpolder zijn de metingen van de opslibbing met behulp van de SEB vanaf 1997 door Alterra op eigen initiatief voortgezet. De reeks SEB-metingen is nu zo lang en de opslibbingscondities zijn zo divers, dat de SEB-gegevens nu als beste schatting van de actuele opslibbing in de verschillende zones kunnen worden beschouwd. Mede daarom zal de SEB-methode ook ruim aandacht krijgen in dit rapport. Voor een uitgebreide beschrijving van de overige opslibbingsmethoden en -resultaten wordt verwezen naar Van Duin *et al.* (1997). De belangrijkste resultaten en conclusies uit dat rapport zullen hieronder kort behandeld worden.

Historische opslibbing en sedimentbudget (Van Duin et al. 1997)

Hermeting maaiveldhoogte

Op basis van de gegevens die bekend waren van een hoogtekaart uit 1964 is in 1996 een hermeting gedaan van de maaiveldhoogte. Door de hoogtes uit de twee jaren met elkaar te vergelijken kon een schatting gemaakt worden van de opslibbing die heeft plaatsgevonden vanaf het moment dat de zomerkade doorbrak in 1973.

Op de meetpunten in de zomerpolder (Deelgebied 1, inclusief enkele punten op de groene zomerkade) varieerde de maaiveldhoogte in 1996 van 0,91 tot 2,92 m+NAP (gemiddeld 1,60). De hermeting leverde een gemiddelde netto lange termijn daling van het bodemniveau op van 0,03 cm (o.a. door inklink en betreding).

Het in het westen gelegen buitendijkse deelgebied (2) viel, ook wat verandering in bodemhoogte betreft, duidelijk uiteen in twee delen:

- a. De maaiveldhoogte van de meetpunten voor de deltadijk varieerde van 1,31 tot 1,91 m+NAP (gemiddeld 1,64) met een gemiddelde lange termijn opslibbing van 0,50 cm/j.
- b. De maaiveldhoogte van de meetpunten langs de strekdam varieerde van 0,80 tot 1,07 m+NAP (gemiddeld 0,92), met een lange termijn erosie van 2,12 cm/j.

In de kwelder (deelgebieden 3 en 4) kwam de gemiddelde netto lange termijn opslibbing voor de 115 meetpunten op 16,1 mm per jaar.

Voor de afzonderlijke kwelderzones, ingedeeld op grond van de vegetatie-opnames en de ontwateringstoestand, zijn de volgende gemiddelde opslibbingscijfers gevonden (zie ook Tabel 3.1):

- 3a. Midden kwelder (oeverwallen); hooggelegen met Strandkweek (*Elytrigia atherica*) als dominante soort: 22,5 mm/jaar (47 meetpunten; maaiveldhoogte 1,26 tot 2,14 m +NAP, gemiddeld 1,56).
- 3b. Lage kwelder; met Kweldergras (*Puccinellia maritima*) als dominante soort: 15,6 mm/jaar (29 meetpunten; maaiveldhoogte 1,23 tot 2,02 m +NAP, gemiddeld 1,40).
- 3c. Secundaire pionierzone (kommel); met Zeekraal (*Salicornia spec.*) als

dominante soort: 10,9 mm/jaar (24 meetpunten; maaiveldhoogte 1,14 tot 2,14 m +NAP, gemiddeld 1,33).

- 4a. De primaire pionierzone; gelegen achter de gaten in de zomerkade: 5,4 mm/jaar (15 meetpunten; maaiveldhoogte 0,88 tot 1,35 m +NAP, gemiddeld 1,06). Hoewel de vegetatie in deze categorie overeenkomt met die in de kommen is er toch een aparte groep van gemaakt omdat de punten in de primaire pionierzone door een grotere blootstelling aan golfenergie veel gevoeliger zijn voor erosie. Dat is een gevolg van de geringere vegetatiebedekking.

De situatie achter de gaten in de zomerkade wijkt sterk af van het beeld op de rest van de kwelder. Net boven de ondergrens van de vegetatie zijn de hydrodynamische condities erg ongunstig en is de bedekking van *Salicornia* en *Puccinellia* minimaal. Achter het gat was zelfs op een hoogte van 1,23 m + NAP nog maar slechts 50% van het bodemoppervlak begroeid met *Salicornia* als enige soort, terwijl *Puccinellia* op die hoogte normaal gesproken al dominant en bodembedekkend had behoren voor te komen. Daarom is een apart deelgebied (4a) onderscheiden: de primaire pionierzone (achter het gat in de buitenste zomerkade). De planten in deze zone zullen een geringere bijdrage aan optimalere condities voor de sedimentatie kunnen leveren. De pionierzone van vastelandkwelders is als hét probleemgebied bij zeespiegelstijging en/of bodemdaling beschreven (Dijkema *et al.* 1990, Oost & Dijkema 1993, Dijkema 1997, Oost *et al.* 1998).

De aanwezigheid, samenstelling en de bedekking van de vegetatie en de netto opslibbing in de Peazemerlannen bleken niet uitsluitend door de overvloedingsfrequentie te worden bepaald, maar ook door het patroon van oeverwallen en kommen. Dezelfde bevindingen zijn gedaan door Esselink *et al.* (1998) in de Dollard.

Tabel 3.1. Gemiddelde netto opslibbing/erosie (mm/jaar) in de Peazemerlannen gemeten tijdens de hermeting, de ¹³⁷Cs-methode en met de sedimentation-erosion bar (SEB) in twee periodes.

Deelgebied	Hermeting		¹³⁷ Cs		SEB		SEB	
	1964-1996	n	1973-1986 en 1986-1996	n	1995-1997	n	1995-2005	n
Kwelder	16,1	115			8,1	25		27
Midden kwelder (oeverwal)	22,5	47			10,8	6	15,5	15
Lage kwelder (kom)	15,6	29	10,0	2	8,1	11	11,9	9
Sec. pionier (kom)	10,9	24			4,1	6	7,9	2
Prim.pionier (gat)	5,4	15			12,3	2	24,2	1
Buitendijks		19						
Voor deltadijk	5,0	15						
Langs strekdam	-21,2	4						
Zomerpolder	-0,3	89			-7,0	3	-1,9	3

¹³⁷Cs-laag

In 1996 zijn twee bodemkernen van 30 cm gestoken op de lage kwelder bij pq 18. Uit de resultaten van de spectrometrie analyse (Venema 1997) konden duidelijke aanwijzingen over de opslibbing over een langer tijdsbestek verkregen worden. De

activiteitsconcentraties vertoonden twee scherpe pieken in het ¹³⁷Cs-profiel. Eén op 10 cm diepte (te verklaren door cesium-afzetting na het ongeluk bij de kerncentrale in Tsjernobyl in 1986) en één op 22 cm diepte (veroorzaakt door cesium-afzettingen door o.a. bovengrondse kernproeven vóór de dijkdoorbraak in 1973). Van zowel 1973 tot 1986 als van 1986 tot 1996 was de gemiddelde netto opslibbing op de lage kwelder 10 mm/j (Tabel 3.1). Hieruit blijkt dat de opslibbing op dit meetpunt met het toenemen van de hoogte constant is gebleven.

De ¹³⁷Cs-meting is een bruikbare methode gebleken om snel een waarde te krijgen voor de gemiddelde historische opslibbing op een locatie. De locatie mag echter niet te dynamisch zijn (geweest). Hoge golfenergie tijdens afzetting van de Cs-laag, uitzakking van de afgezette laag of bioturbatie, veroorzaakt door bodemdieren, kunnen voor onbetrouwbare resultaten zorgen. Op grote schaal is de methode duurder en bewerkelijker dan de SEB-methode.

Sedimentbeschikbaarheid

Door meting van de hoeveelheid sediment die tijdens vloed en tijdens eb een gebied binnenkomt of verlaat, kan de totale import of export van sediment gedurende een tijd berekend worden (Dankers *et al.* 1984, Asjes & Dankers 1994). Met de aldus verkregen getallen bij diverse tijden en met de hoogwateroverschrijding is voor de Peazemerlannen in de periode 1994-1996 een globale schatting gemaakt van de jaarlijkse netto sediment toevoer voor de voormalige noordelijke zomerpolder.

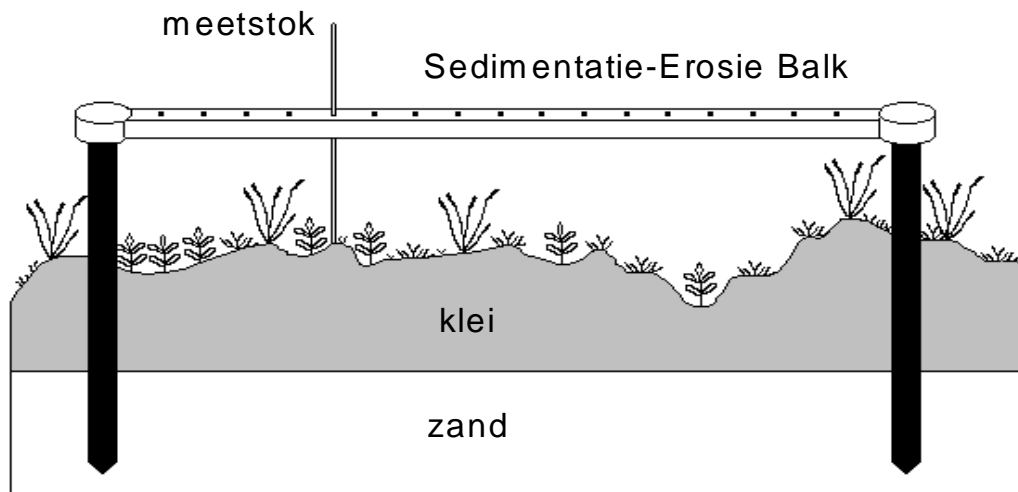
De bepalingen van het sedimentbudget gaven geen aanleiding te concluderen dat er een tekort is aan sediment in het gebied. De (restanten van de) voormalige zomerkade rond de Peazemerlannen lijkt niet voor een reductie van de sedimenttoevoer (o.a. blokkade van het near-bed zandtransport) te zorgen, waardoor de netto opslibbing in het gebied beperkt zou kunnen worden. Hoge (storm-) vloed (‘events’) bleken een allesbepalende rol te spelen bij sedimentverplaatsingen op de kwelder: één zeer hoge vloed bracht net zoveel sediment op de kwelder als 125 ‘normale’ tijden. Een uitspraak over de jaarlijkse opslibbing op grond van deze metingen zou te speculatief zijn, omdat daarvoor nog veel meer metingen onder extreme omstandigheden verricht zouden moeten zijn.

Sedimentatie-erosie balk metingen

Methode

Vanaf 1995 tot heden is door Alterra Texel de opslibbing gemeten m.b.v. de sedimentatie-erosie balk (SEB). Per meetveld zijn twee kunststof palen (Ø 7,5 cm) in de bodem geslagen tot in de zandlaag (op ongeveer 125 cm diepte) en waterpas gesteld. Van de palen is de hoogte ten opzichte van NAP bepaald (deze hoogte wordt jaarlijks gecontroleerd). Op deze palen wordt de SEB geplaatst, een 2 m lange aluminium balk met 17 gaten (Figuur 3.4). Met behulp van een meetstok wordt op deze 17 vaste punten de bodemhoogte bepaald met een nauwkeurigheid van 1 mm. Door verschillende metingen in een jaar te verrichten wordt of in de tussenliggende periode erosie/inklinking dan wel opslibbing heeft plaatsgevonden. In januari 1995 zijn achter het zomerdijkje in het weiland van de zomerpolder 3 SEB-veldjes uitgezet. Aangezien hier geen tot nauwelijks opslibbing plaatsvindt, omdat de

zomerpolder vrijwel nooit overvloed wordt, zullen deze SEB-veldjes de inklinking/zwelling van de grond weergeven.



Figuur 3.4. De Sedimentatie erosie balk

In de kwelder zelf zijn aanvankelijk 17 SEB-velden uitgezet in de dominante vegetatietypes (verdeeld over kommen met *Salicornia*, lage kwelder met *Puccinellia* en oeverwallen met *Elymus*): 12 aan de westzijde en 5 in het midden van de kwelder. In maart 1996 is het aantal veldjes in de kwelder met 10 uitgebreid, allen aan de oostzijde van het gebied, zodat het totaal op 30 komt (Tabel 3.2 en **Figuur 3.5**). De metingen vinden drie maal per jaar plaats, in maart, augustus/september en in november/december.

Peazemerlannen (Friesland)



Figuur 3.5. False color luchtfoto uit 1992 met daarop de ligging van de 30 SEB-velden.

(© DeltaPhot-Middelburg in opdracht van RWS-DNN)

Tabel 3.2. Maaielveldhoogte en indeling op grond van vegetatie, kweldertype, kwelderzone en SALT 97-zone van de 30 SEB-velden bij aanvang van de metingen in 1995/1996 en de situatie in 2004. Afkortingen soorten: Spa=Engels Slijkgras; Puc=Gewoon kweldergras; Sal=Zeekraal; Ast=Zeeaster; Sua=Schorrenkruid; Apor=Zoutmelde; Ely=Strandkweek; Atp=Spiesmelde.

PQ/SE B	Kweldertype	1995				2004			
		Dominante soort(en)	Kwelderzone	SALT 97 zone	Maaielveld m + NAP	Dom. soort(en)	Kwelderzone	SALT 97 zone	m + NAP (maart 2005)
1	zomerpolder				1.54				1.51
2	zomerpolder				1.54				1.52
3	zomerpolder				1.51				1.50
4	kom	Puc	laag	21	1.33	Puc	laag	21	1.41
5	kom	Puc/Sal	laag	22	1.35	Puc	laag	21	1.39
6	kom	Sal	sec. pionier	12	1.29	Sua	sec. pionier	22	1.37
7	oeverwal	Puc/Ast/Sua	laag	22	1.37	Ely	midden	32	1.50
8	kom	Sal	sec. pionier	12	1.30	Sua	sec. pionier	22	1.37
9	oeverwal	Puc/Ast	laag	21	1.41	Puc 7/Ely 3 *	laag	21	1.49
10	oeverwal	Ely	midden	32	1.57	Ely	midden	32	1.70
11	oeverwal	Puc/Ast	laag	21	1.45	Ely	midden	32	1.53
12	kom	Sal	sec. pionier	12	1.21	Puc	laag	21	1.35
13	kom	Puc/Sua	laag	22	1.35	Ely 6/Puc 2 *	midden	32	1.41
14	kom	Sal	sec. pionier	12	1.26	Puc	laag	21	1.35
15	oeverwal	Puc/Ast	laag	32	1.33	Ely	midden	32	1.51
16	oeverwal	Puc/Apor/Ast	laag	21	1.40	Ely	midden	32	1.48
17	kom	Sal	sec. pionier	12	1.31	Puc	laag/kwelderplas	21	1.44
18	kom	Puc/Ast	laag	21	1.38	Ely	midden	32	1.50
19	kom (gat)	Sal/Spa	pionier	12	1.39	Puc	laag	21	1.62
20	oeverwal	Ely	midden	32	1.57	Ely	midden	32	1.69
21	kom	Apor 8/Puc 1 *	laag	21	1.34	Puc 7/Apor 1 *	laag	21	1.48
22	oeverwal	Puc/Ast	laag	21	1.41	Ely	midden	32	1.65
23	oeverwal	Puc/Ast	laag	21	1.41	Ely	midden	32	1.66
24	kom (gat)	Sal	pionier	12	1.16	Puc	pionier/laag/kaal	12	1.40
25	kom	Sua/Sal/Puc	sec. pionier/laag	22	1.38	Puc	laag/kwelderplas	21	1.53
26	oeverwal	Puc/Ast	laag	21	1.54	Ely	midden	32	1.71
27	oeverwal	Puc/Ast/Atp	laag	21	1.50	Ely	midden	32	1.63
28	oeverwal	Puc/Ast/Atp	laag	21	1.49	Ely	midden	32	1.61
29	oeverwal	Puc/Ast/Atp	laag	21	1.47	Ely 4/Puc 3 *	midden (vrij nat)	32	1.57
30	oeverwal	Puc/Ast/Atp	laag	21	1.53	Ely	midden	32	1.65

* cijfers duiden op bedekking volgens de Schaal van Londo (zie ook Tabel 3.7).

Behalve in de Peazemerlannen worden door Alterra ook SEB-metingen gedaan in verschillende andere kwelders, die daardoor als referentiegebied kunnen dienen:

1. Nieuwlandsrijd op Ameland (voor een beschrijving zie Eysink *et al.* 2000a, 2005). Van dit gebied is een SEB-meetreeks vanaf mei 1993 (21 SEB-velden in verschillende vegetatietypen: *Salicornia* in de secundaire pionierzone, *Puccinellia* op de lage kwelder, *Puccinellia/Seriphidium* op de midden kwelder en *Elymus/Juncus* op de hoge kwelder).
2. De Hon op Ameland vanaf augustus 1995 (Eysink *et al.* 2000a, 2005).
3. Negenboerenpolder en Julianapolder in de Groninger kwelderwerken (voor een beschrijving zie Dijkema *et al.* 2001, 2004). Hier loopt de SEB-meetreeks resp. vanaf juni 1994 (15 SEB-velden -> 5 SEB-velden in drie vegetatietypen: *Salicornia* in de pionierzone, *Spartina* in de pionierzone en *Puccinellia* op de lage kwelder en vanaf maart 1998).
4. Noard-Fryslân Bûtendyks zomerpolder, proefverkweldering en kwelderwerken; meetreeks vanaf december 2000 (Van Duin *et al.* 2005).
5. Holwerd; meetreeks vanaf maart 1998 (Van Duin & Dijkema 2003).

In dit rapport worden met name vergelijkingen gemaakt met Nieuwlandsrijd op Ameland.

Resultaten Sedimentatie-erosie balk 1995-2005

In de Peazemerlannen waren de weersomstandigheden in het eerste meetjaar 1995 vrij uitzonderlijk: een warme zomer met sterke krimpings van de bodem door uitdroging (tot ca. 2 cm). Onder invloed van waterabsorptie en waterverlies kunnen oude, gerijpte bodems een variatie in bodemhoogte vertonen van 3-4 cm (Veenstra 1965, De Gloppe 1973). De mate van fluctuatie hangt sterk samen met de hoeveelheid neerslag en dus het vochtgehalte van de bodem. Bij een binnendijkse uitgerijpte bodem is de zomerse inklink (vrijwel) geheel reversibel (pers. comm. De Gloppe 1997). Dat zomerse inklink van de bodem niet uitsluitend optrad in de Peazemerlannen (Figuur 3.6 en Figuur 3.7), maar ook elders, blijkt uit de figuur van de SEB-metingen in het referentiegebied Nieuwlandsrijd (Figuur 3.8). In alle zomers is er in mindere of meerdere mate inklink geweest. Herstel treedt meestal vrij snel op na weer nat worden van de bodem door neerslag of overvloeding. In de herfst trad dan ook enig herstel op. Echter, de winter van 1995/1996 werd vrijwel net zo uitzonderlijk als de zomer: de Waddenzee was gedurende lange tijd met ijs bedekt en de wind kwam vrijwel uitsluitend uit het oosten waardoor er nauwelijks overvloedingen (en zeker geen stormtijden) plaatsvonden. Bovendien was de neerslag zeer gering. Vandaar dat gedurende 1995 in plaats van een verwachte opslibbing een daling van het bodemniveau werd gemeten van gemiddeld 5 mm. Uit de SEB-metingen in alle drie de gebieden blijkt dat de winter de essentiële periode is voor bodemhoogteveranderingen, zowel opslibbing als werkelijke erosie (dus geen inklink).

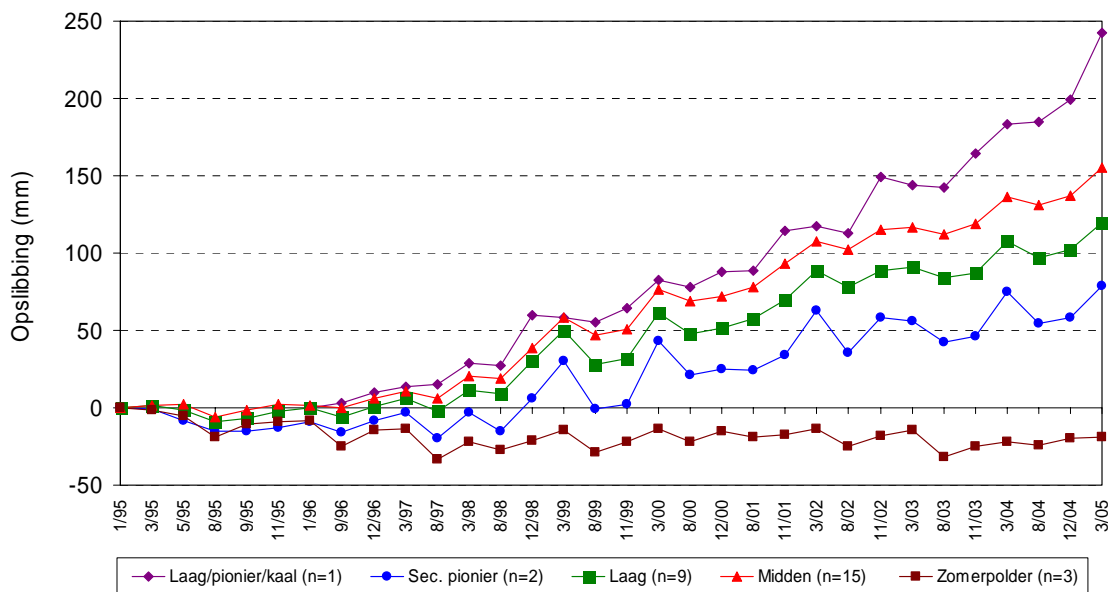
In de referentiegebieden werd voor de winter 1995/1996 dezelfde trend waargenomen en ook op Schiermonnikoog, waar door de Rijksuniversiteit van Groningen SEB-metingen worden verricht (pers. comm. Prof. Dr. J.P. Bakker). Deze bijzondere weersomstandigheden vormden één van de redenen om naast de SEB-

metingen naar alternatieven te zoeken om een gefundeerde uitspraak te kunnen doen over de gemiddelde jaarlijkse opslibbing over een langere periode in de Peazemerlanden (Van Duin *et al.* 1997). Nu de SEB-metingen echter over een periode van 10 jaar zijn uitgevoerd vormen ze de beste schatting betreffende de opslibbing in het gebied. Ter vergelijking staan in *Tabel 3.1* zowel de SEB-gegevens uit de periode 1995-1997 als die uit de periode 1995-2005. De gemiddelde opslibbing, op basis van de SEB-metingen over de periode maart 1995-maart 2005, bedroeg ca. 24 mm/j voor de primaire pionierzone (achter het gat in de bitumenkade), ca. 8 mm/j voor de secundaire pionierzone (kommen met Schorrekruid), ca. 12 mm/j in de lage kwelder (kom met Kweldergras), ruim 15 mm/j op de midden kwelder (oeverwallen met Strandkweek) en - 2 mm/j in de zomerpolder.

Het is aannemelijk dat op een kwelder de overvloedingsfrequentie hoofdzakelijk bepalend is voor de mate van opslibbing (Figuur 3.2). Het aangevoerde water is immers bepalend voor het beschikbare sediment. Dit is ook te zien in het referentiegebied Nieuwlandsrijd waar de opslibbing afneemt met de hoogte (Tabel 3.3) en de Dollard (Esselink *et al.* 1998). De gemiddelde opslibbing in het grootste deel van de kwelder van de Peazemerlanden neemt echter toe met de hoogte van de bodem (Tabel 3.3 en Figuur 3.7). Dit is te verklaren als wordt aangenomen dat de opslibbing afhankelijk is van speciale gebeurtenissen ('events'): bij normale tijden vindt een ophoping van sediment in kreken plaats en pas tijdens extreme tijden wordt dit sediment op de kwelder afgezet. Dit gebeurt dan vooral op de oeverwallen en andere plaatsen die dicht bij kreken liggen waarin zich het sediment heeft kunnen ophopen. Ook Reed *et al.* (1999) en Esselink *et al.* (1998) vonden dat de opslibbing afnam naarmate de afstand tot kreken groter werd.

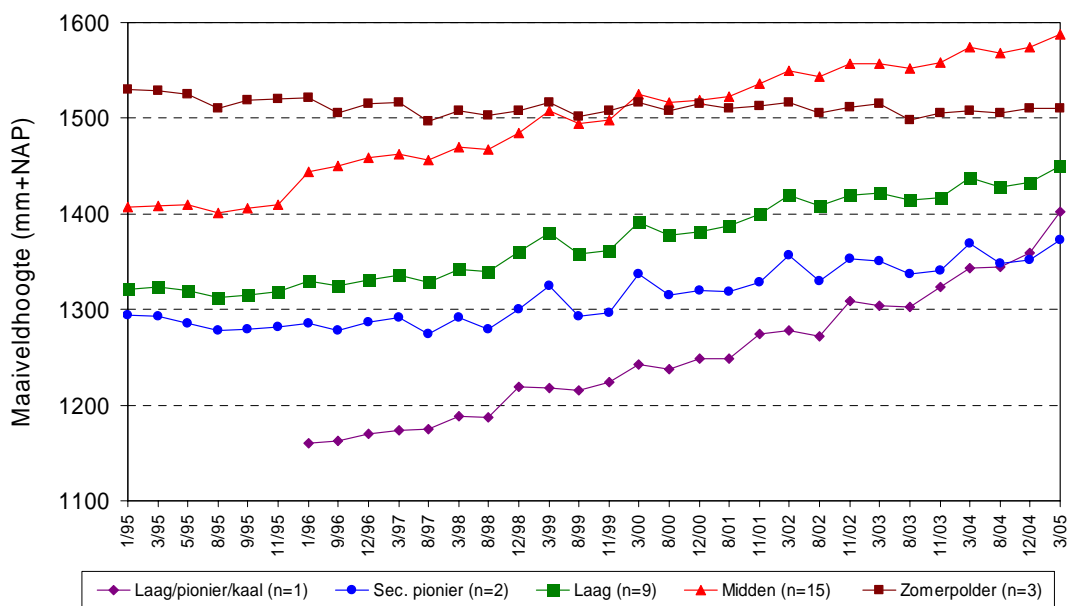
Voor de drie SEB-velden in de zomerpolder van de Peazemerlanden is er na tien jaar een netto gemiddelde daling van de bodem van ca. 2 mm per jaar. Er is hier vrijwel geen opslibbing mogelijk, omdat er zelden overvloedingen plaatsvinden. Als er in een jaar bovendien weinig neerslag valt leidt dit ertoe dat inklink slechter herstelt dan in de kwelder. Alleen lokaal achter de klepduikers in het zomerdijkje tussen kwelder en zomerpolder komt bij hoge tijden sediment de zomerpolder binnen.

Peazemerlannen



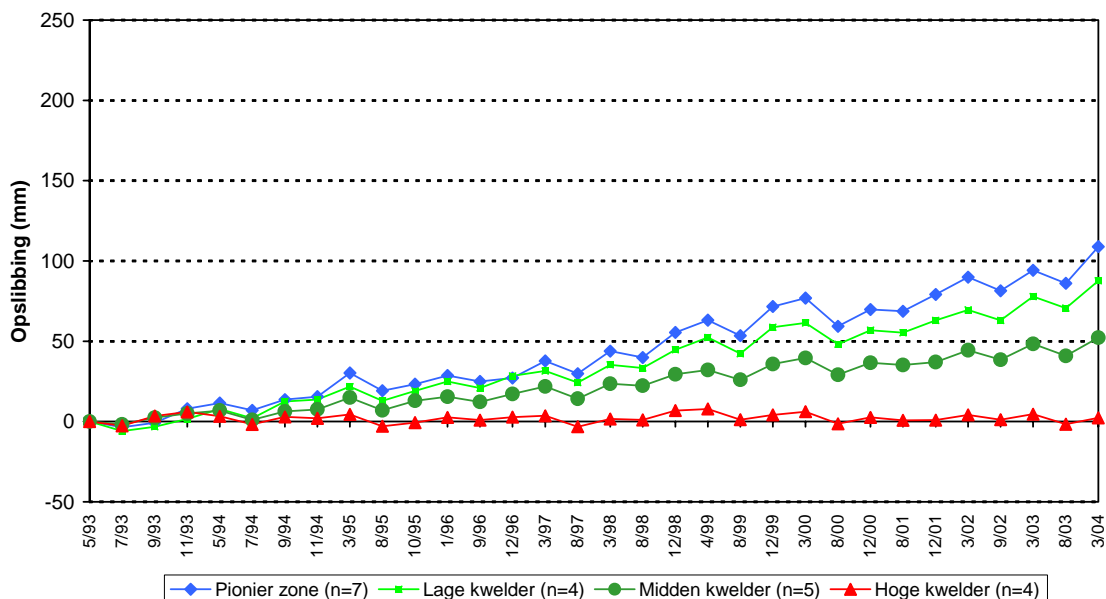
Figuur 3.6. Maaiveldhoogteverandering van januari 1995 – maart 2005 in de vier kwelderzones en de zomerpolder in de Peazemerlannen gemeten met de Sedimentatie-Erosie Balk.

Peazemerlannen



Figuur 3.7. Maaiveldhoogteverandering van januari 1995 – maart 2005 in de vier kwelderzones en de zomerpolder in de Peazemerlannen gemeten met de Sedimentatie-Erosie Balk.

Nieuwlandsrijd (Ameland)



Figuur 3.8. Maaiveldhoogteverandering van mei 1995 – maart 2005 in de vier kwelderzones op Nieuwlandsrijd (Ameland) gemeten met de Sedimentatie-Erosie Balk.

Tabel 3.3. Gemiddelde netto opslibbing/erosie (mm/j)) gemeten met de Sedimentation-Erosion-Balk, de gemiddelde maaiveldhoogte (mm+NAP) en het aantal SEB-meetpunten per deelgebied in de Peazemerlannen (januari 1995-maart 2005) en het referentiegebied op Ameland (maart 1993-maart 2003).

Code	Vegetatiezone	Peazemerlannen 2005			Nieuwlandsrijd (Ameland) 2003		
		gem. mm/jaa r	gem. mm+N AP	n	gem. mm/jaar	gem. mm+NAP	n
4	Zomerpolder	-1,9	151	3	-	-	-
4	Hoge kwelder			-	0,1	1680	4
3	Midden kwelder	15,5	158	15	3,8	1460	6
2	Lage kwelder	11,9	145	9	8,6	1330	6
1	Sec. pionier zone	7,9	137	2	7,6	1220	6
1	Primaire pionier zone	24,2	140	1	-	-	-

Kwelder bij 't Schoor

Gebiedsbeschrijving, huidige staat en ontwikkeling

De kwelder bij 't Schoor is in eigendom bij het Wetterskip Fryslân en besloeg in 2002 ca. 28 ha. Hiervan is ca. 3 ha pionierzone (Habitattypen 1310) en ca. 25 ha kwelder (Habitattypen 1330). In Tabel 3.6 wordt een uitsplitsing per vegetatiezone gegeven waaruit blijkt dat de hoge kwelderzone het grootste oppervlak beslaat. Er vindt reeds decennia lang intensieve beweiding plaats, momenteel met schapen en pinken. De oude kweldertjes bij 't Schoor en Wierum (zie hieronder) zijn gemiddeld veel hoger gelegen dan de jonge kwelder de Peazemerlannen.

Kwelder bij Wierum

Gebiedsbeschrijving, huidige staat en ontwikkeling

De kwelder bij Wierum is eveneens in eigendom bij het Wetterskip Fryslân en besloeg in 2002 ca. 11 ha. Het betreft alleen Habitatype 1330. Aan de wadkant kan een van jaar tot jaar sterk wisselend strookje pionierzone liggen. Aan de wadkant is dit gebied al meer dan een halve eeuw aan natuurlijke kliferosie onderhevig. Deze kliferosie zal onveranderd doorgaan tot aan de dijkvoet, die momenteel al bijna bereikt is. De hoge en lage kwelder vormen met resp. meer dan de helft en ca. een kwart van het gebied de belangrijkste vegetatiezones. In Tabel 3.6 worden alle vegetatiezones gegeven. Er vindt reeds decennia lang intensieve beweiding plaats, momenteel met schapen en pinken.

Van de kweldertjes bij 't Schoor (zie hierboven) en Wierum zijn alleen een serie vegetatiekaarten beschikbaar, maar geen gegevens over de opslibbing. Daarom zullen uitspraken over deze gebieden grotendeels gebaseerd moeten worden op extrapolatie van de bevindingen in de Peazemerlanden en in de overige vastelandkwelders (kwelderwerken, Dijkema *et al.* 2001) in de Waddenzee.

3.1.2 Conclusies huidige staat en ontwikkeling abiotiek

1. De gemiddelde jaarlijkse maaiveldverandering in de zomerpolder is nihil.
2. Het in het westen gelegen buitendijkse gebied voor de deltadijk ligt relatief hoog en er is enige opslibbing, die lager is dan in de aangrenzende kwelder. Een bijzonderheid is dat er oeverbescherming aan de wadkant is. Hierdoor zijn er geen directe aanwijzingen voor een toekomstige achteruitgang.
3. Het kweldertje langs de strekdam heeft gezien de geëxponeerde en lage ligging en de gemeten erosie (Van Duin *et al.* 1997), mogelijk versterkt door golfoverslag over de stenen dam, vermoedelijk weinig overlevingskansen.
4. Zowel uit de hermeting van de maaiveldhoogte, de ¹³⁷Cs-meting en de SEB-meting komt naar voren dat de gemiddelde opslibbing voor de kwelder in de Peazemerlanden vergelijkbaar is met die langs de rest van de Friese en Groninger kust en ca. 1,5 cm/jaar bedraagt. Op grond daarvan zijn er dus geen problemen met de sedimentbalans te verwachten.
5. De aanwezigheid, samenstelling en de bedekking van de vegetatie en de netto opslibbing in de Peazemerlanden worden niet uitsluitend door de overvloedingsfrequentie bepaald, maar ook door het patroon van oeverwallen en kommen en de nabijheid van krekken.
6. Extreme meteorologische omstandigheden (weinig neerslag, warme zomer, veel oostenwind in de winter, ontbreken van stormtijden) hebben in 1995 in de Peazemerlanden een sterke inklink en een lage netto opslibbing veroorzaakt ¹.

¹ Uit de verschillende meetmethoden is gebleken dat korte termijn metingen een vertekend beeld kunnen geven van de opslibbing in een bepaald gebied. Zowel een lage als een hoge opslibbing kunnen veroorzaakt zijn door extreme meteorologische omstandigheden (weinig neerslag, warme zomer, veel oostenwind in de winter, ontbreken van stormtijden). Lange termijn metingen geven wat dat betreft een beter beeld, omdat grote fluctuaties uitgemiddeld worden. Toch zijn de frequente korte termijn metingen onmisbaar, omdat hierdoor processen zoals de grote effecten van speciale gebeurtenissen (stormen en inklink) aan het licht komen. Bovendien blijken extreme omstandigheden niet alleen een positief effect (bijv. grote sediment import) te kunnen hebben op de opslibbing, maar ook een negatief effect (bijv. inklink, erosie).

7. De oude kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn hoger gelegen dan de Peazemerlannen, maar er zijn geen gegevens over de opslibbing beschikbaar. De ontwikkelingen zullen weinig verschillen van de naburige vastelandkwelders, waaronder de Peazemerlannen, waarvan zeer veel gegevens beschikbaar zijn.
8. Bij Wierum vindt reeds vele decennia kliferosie plaats die momenteel bijna tot aan de zeedijk is genaderd.

3.1.3 Biotiek

Vegetatie-ontwikkeling kwelders noordoost-Friesland

Basiskaarten

Door Rijkswaterstaat AGI (voorheen Meetkundige Dienst) zijn in 1992, 1996 en 2002 vegetatiekarteringen verricht van de Friese en Groninger vastelandkust. De kartering is een 'landscape guided vegetation survey' op basis van false colour luchtfoto's (1:5.000). De legenda van de kaarten bestaat uit een matrix. De legenda-eenheden zijn hiërarchisch opgebouwd op basis van landschapskenmerken. Op de kaarten van AGI bestaan de legenda-eenheden uit complexen van vegetatietypen. In een matrix is af te lezen welke vegetatietypen in de legenda-eenheden aanwezig zijn (met het procentuele aandeel van de SALT97-typen uit De Jong *et al.* (1997). Op verschillende kaarten staan daarom niet dezelfde legenda-eenheden. Dat geeft veel extra informatie, maar maakt het vergelijken van de kaarten lastig. Voor de leesbaarheid van dit rapport is daarom door mevr. E.M. Dijkman van Alterra een vertaalslag gemaakt waarbij de dominante SALT97-typen (De Jong *et al.* 1997) zijn omgezet naar de vegetatiezones die in dit rapport worden gehanteerd.

Tabel 3.4. SALT97-typen (De Jong *et al.* 1997) en vertaling naar habitattype.

SALT97 code	SALT97 vegetatiezone	Habitattype ¹
00	Water	
10	Kaal	
11	pre-pionier zone	1310: Eénjarige pioniervegetatie van slik- en zandgebieden met <i>Salicornia</i> ssp. en andere zoutminnende soorten.
12	Pionier zone	
21	lage kwelder zone	
22	idem met pioniersoorten	
31	midden kwelder zone	1330: Atlantische kwelders (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimae</i>).
32	idem met strandkweek	
33	idem met hoge kwelder-soorten	
41	hoge kwelder zone	
42	hoge en brakke kwelder en zilte duinvalleien	

¹ Habitattype 1320 "Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*)" komt algemeen in de Waddenzee en dus ook in NO Friesland voor. De kenmerkende soort Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en is niet in de Waddenzee aanwezig. Wel heeft de exoot Engels slijkgras (bijnaam "slikpest") zich in de Waddenzee gevestigd, ten koste van de inheemse zoutplanten in de zones van 1310 en 1330. De exoot valt formeel onder Habitattype 1320 omdat de Associatie van Engels slijkgras onder het Verbond *Spartinion maritimae* valt. Habitattype 1320 is in deze studie behandeld onder de pionierzone Habitattype 1310.

Veranderingen in areaal kwelderzones

De figuren op pagina 62 tot 64 geven de zoneringskaarten voor de jaren 1992, 1996 en 2002 van de kwelders bij 't Schoor, Wierum en in de Peazemerlannen. De globale hoogtes van deze zones in de internationale Waddenzee staan in Tabel 3.5. Vegetatiekaarten zijn een waardevol hulpmiddel om veranderingen in de kwelder pq's vlakdekkend te toetsen. Op de zoneringskaarten zijn de oppervlaktes van de vegetatiezones voor de verschillende jaren gemeten (Tabel 3.6). Daarvoor is een vast polygoon van de gehele kwelders gebruikt. De westgrens van het polygoon is de stenen dam bij 't Schoor. De noordgrens op het wad loopt om de pre-pionierzone. De zuidgrens ligt vast aan de voet van de Deltadijk. De verklaringen voor de waargenomen veranderingen zijn:

- De wisseling van het totale kwelderareaal kan als gevolg van het gebruikte polygoon op de gekarteerde grens met het wad/pionierzone slaan of op de vorming van secundaire pioniervegetatie binnen de kwelder.
- De pre-pionierzone is door de jaren heen het meest veranderlijk. Deze zone bestaat uit een ijle vegetatie van éénjarige planten die zich elk jaar opnieuw moeten vestigen. De weersomstandigheden in het voorjaar spelen daarbij een grote rol. Op het wad voor de Peazemerlannen heeft zich na 1992 een groot areaal ijle pioniervegetatie gevestigd.
- De opvallende veranderingen tussen de kaarten van 1992 en 1996 van 't Schoor en Wierum lijken veroorzaakt door beter veldwerk in 1996. Soortgelijke veranderingen op Ameland bleken in de evaluaties van 1995 en 2000 toe te schrijven aan geringe verschuivingen binnen de complexen van vegetatietypen waaruit onze vegetatiezones bestaan (Eysink *et al.* 2000a). Bij de veranderingen in deze twee kort afgegraasde kwelders spelen ook verschillen in foto-interpretatie een rol (Kers, mond. med.).
- Het meest wezenlijk en goed gekarteerd zijn de veranderingen van de vegetatie in de verkwelderde noordelijke zomerpolder van de Peazemerlannen (zie hoofdstuk 3.1). Direct zichtbaar is een ruimtelijke structuur van oeverwallen en kommen. Als gevolg van het ontbreken van beweiding vindt er een snelle autonome successie naar een climax-vegetatie plaats. Strandkweek op de oeverwallen dringt steeds verder de kommen binnen, een proces dat we veroudering noemen en dat gepaard gaat met een afname van de biodiversiteit. De pionierzone in de kommen maakt plaats voor de vegetatie van de lage kwelder. De ijl begroeide pioniervegetatie achter de doorbraak in de zomerpolder maakt plaats voor de dichter begroeide pionierzone en lage kwelder. GHW, gemiddeld hoogwater niveau.

Tabel 3.5. Zone-indeling internationale Waddenzee (Salt97, De Jong et al. 1997)

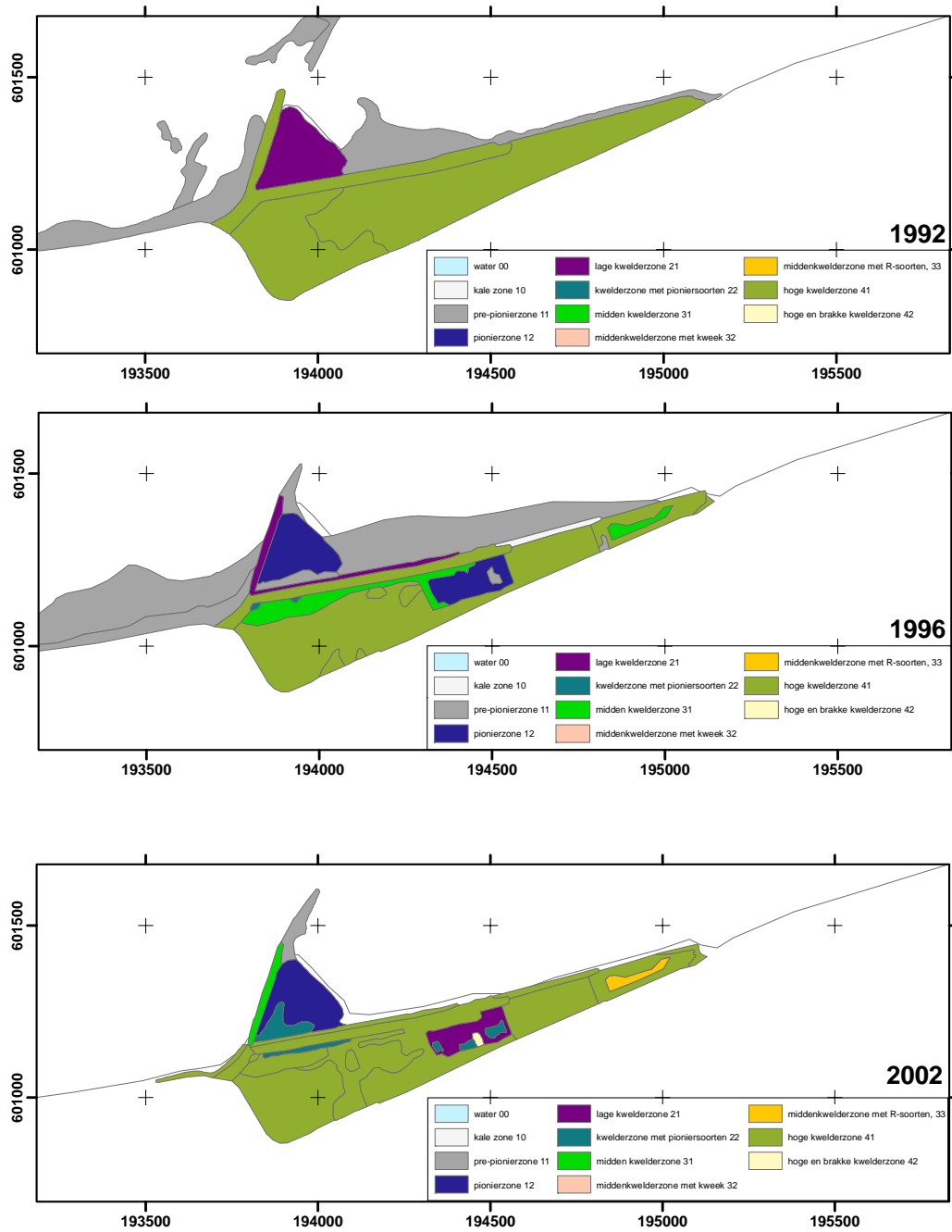
Code	Zone	Ondergrens	Bovengrens
1	pionier	40-20 cm onder GHW dagelijks overspoeld	lage kwelder
2	lage kwelder	GHW tot GHW+15cm overspoelingsfrequentie/jaar: < 300-150	midden kwelder
3	midden kwelder	GHW+30cm - GHW+40 cm overspoelingsfrequentie/jaar: < 100-70	hoge kwelder
4	hoge kwelder	GHW+70cm overspoelingsfrequentie/jaar: < 30-20	opslibbing tot overspoelingsfrequentie/jaar < 5 of geleidelijke overgang naar duinen, duinvalleien of strandvlaktes

Vegetatie-ontwikkeling bij de SEB-locaties in de Peazemerlannen

De SEB-palen markeren tevens één zijde van permanente kwadraten van 2x2 m voor opnames van de vegetatie volgens de decimale schaal van Londo (1975). Bij de SEB-velden 1-20 zijn in september 1995 en augustus 1996 en bij de velden 21-30 in augustus 1996 vegetatie-opnames gemaakt. Vanaf 2000 zijn de vegetatie-opnames jaarlijks gemaakt in augustus/september.

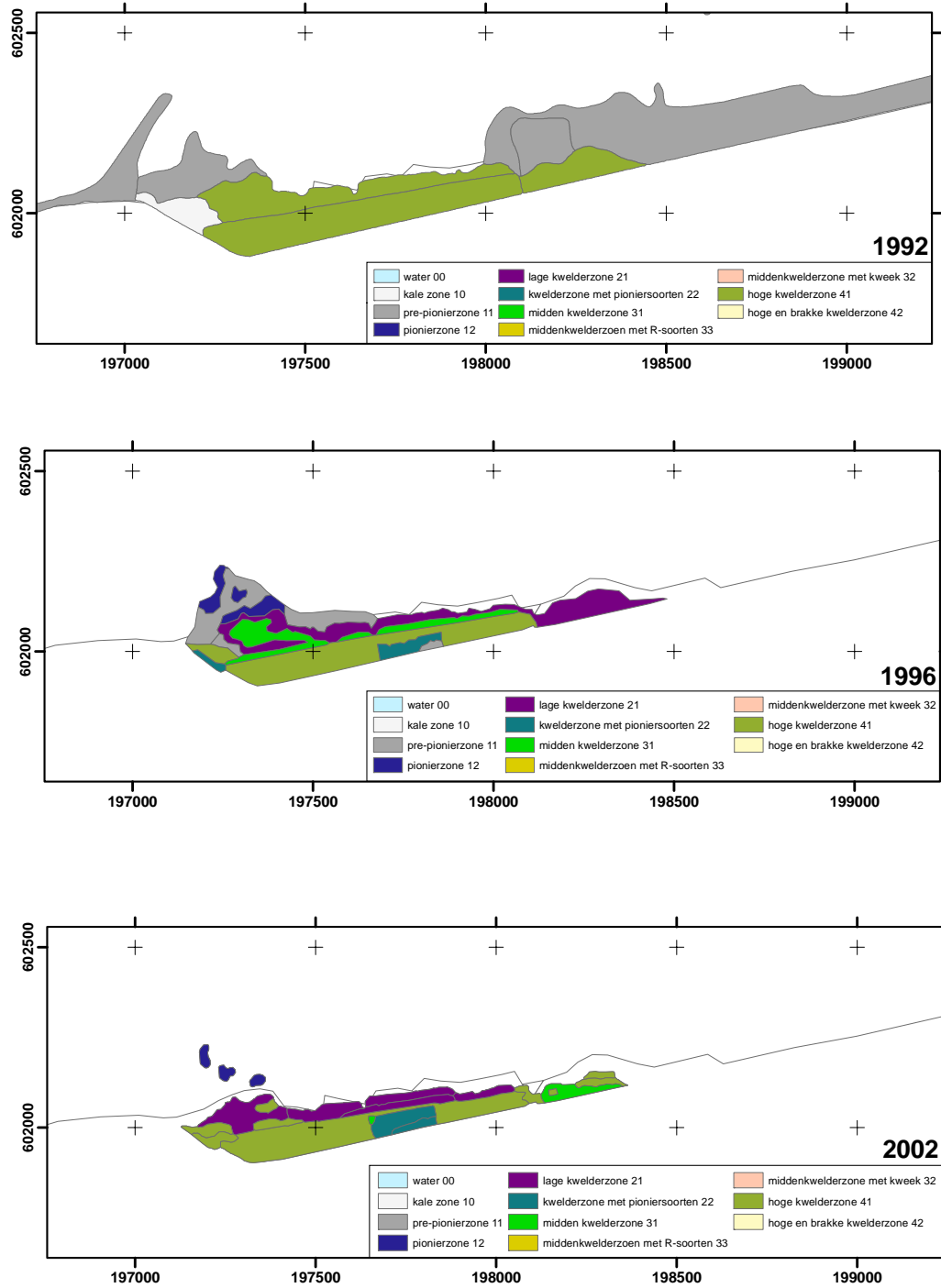
Het algemene beeld uit deze opnames is dat zich de afgelopen tien jaar bij een groot aantal pq's een snelle successie heeft voorgedaan van Gewoon Kweldergras (*Puccinellia maritima*) naar Strandkweek (*Elytrigia atherica*, Tabel 3.7). Bij de lager gelegen en/of nattere pq's (bijv. de meeste pq's in het westen, 21, 25 en 29) weet Kweldergras zich nog wel te handhaven. In het westelijke deel mogelijk ook geholpen door de onbedoelde beweiding door schapen. De sterke teruggang van Kweldergras bij pq 17 hangt samen met het feit dat in de kom waarin deze pq ligt zich de laatste jaren een steeds verder uitbreidende plas aan het ontwikkelen is. In voorgaande jaren werd de pq steeds natter, maar wist Kweldergras zich nog wel te handhaven, maar in 2004 stonden er enkele centimeters water en was het grootste deel van de pq kaal.

't Schoor



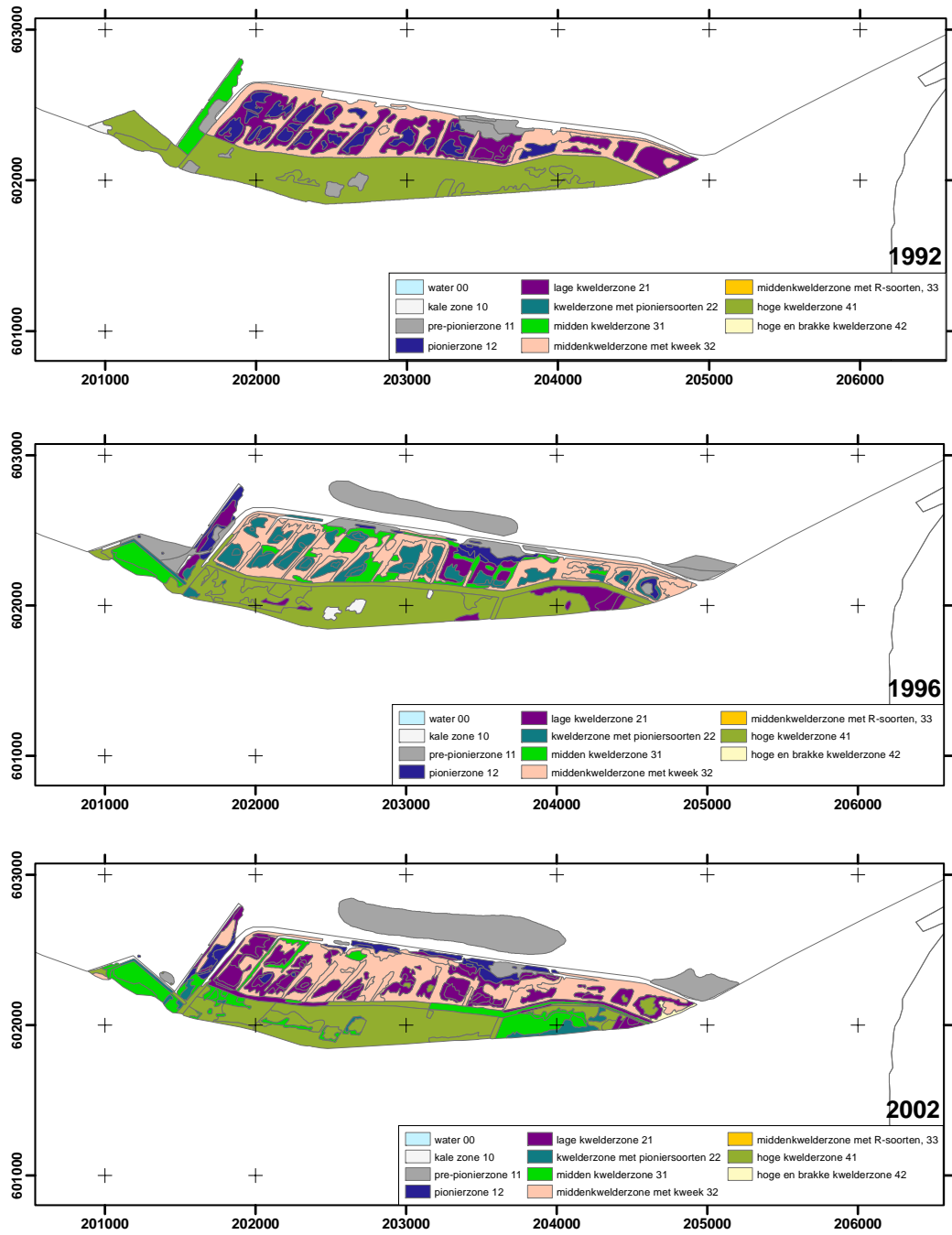
Figuur 3.9. Zoneringskaart vegetatie kwelder 't Schoor.

Wierum



Figuur 3.10. Zoneringskaart vegetatie kwelder Wierum.

Peazemerlannen



Figuur 3.11. Zoneringskaart vegetatie de Peazemerlannen.

Tabel 3.6. Veranderingen over 10 jaar van de arealen (ha) van de vegetatiezones (Salt97) en van de Habitattypen voor de drie deelgebieden in NO Friesland.

gebied 't Schoor	code	1992	1996	2002
kale zone	10		1	
pre-pionierzone	11	5	10	1
pionierzone	12		5	3
totaal Habitatype 1310⁵		5	14	3
lage kwelderzone	21	4	1	1
lage kwelderzone met pioniersoorten	22		0	1
midden kwelderzone	31		3	1
midden kwelderzone met Strandkweek	32			
midden kwelderzone met R-soorten	33			0
hoge kwelderzone	41	26	18	21
hoge en brakke kwelderzone	42			0
totaal Habitatype 1330		30	22	25

gebied Wierum	code	1992	1996	2002
kale zone	10	1		
pre-pionierzone	11	14	3	
pionierzone	12		1	0
totaal Habitatype 1310		14	4	0
lage kwelderzone	21		4	3
lage kwelderzone met pioniersoorten	22		1	1
midden kwelderzone	31		2	1
midden kwelderzone met Strandkweek	32			
midden kwelderzone met R-soorten	33			
hoge kwelderzone	41	14	5	6
hoge en brakke kwelderzone	42			
totaal Habitatype 1330		14	12	11

Vervolg op volgende pagina

gebied Peazemerlannen	code	1992	1996	2002
kale zone	10	1	2	
pre-pionierzone	11	9	31	37
pionierzone	12	14	6	8
totaal Habitatype 1310		23	37	45
lage kwelderzone	21	33	13	37
lage kwelderzone met pioniersoorten	22		24	5
midden kwelderzone	31	5	16	24
midden kwelderzone met Strandkweek	32	40	45	52
midden kwelderzone met R-soorten	33			
hoge kwelderzone	41	78	67	52
hoge en brakke kwelderzone	42			1
totaal Habitatype 1330		156	164	170

⁵ Habitatype 1320 "Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*)" komt algemeen in de Waddenzee en dus ook in NO Friesland voor. De kenmerkende soort Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en is niet in de Waddenzee aanwezig. Wel heeft de exoot Engels slijkgras (bijnaam "slikpest") zich in de Waddenzee gevestigd, ten koste van de inheemse zoutplanten in de zones van 1310 en 1330. De exoot valt formeel onder Habitatype 1320 omdat de Associatie van Engels slijkgras onder het Verbond *Spartinion maritimae* valt. Habitatype 1320 is in deze studie behandeld onder de pionierzone Habitatype 1310.

Tabel 3.7. Aanwezigheid van de twee belangrijkste soorten *P. maritima*, Gewoon kweldergras, en *E. atherica*, Strandkweek, in de 27 kwelder pq's in de periode 1995-2004.

Puccinellia maritima

PQ	1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004
4	8	7	8	8	8	6	7
5	5	9	9	9	9	6	7
6		.1r	.4a	1	.4a	.2a	.2a
7	8	8*	2	.1p			
8	.1p	.1r	2	8	5	2	1
9	9	9*	5	4	7	9	7
10							
11	7	8*					
12	.1p	.1p	6	9	8	9	10
13	6	8	7	6	7	1	2
14	.1a	.2a	2	8	9	9	9
15	8	4*					
16	4	.2a*					
17	.1a	.4a	9	8	9	9	1
18	5	9	6	5-	1	.1a *	1-
19	.4a	3	8	6	8	8	8
20	nvt	nvt					
21	nvt	1	.4a	1	2	5	7
22	nvt	9	7	5	2		
23	nvt	9	5	6	.4a		
24	nvt	.1r	.2a	.4a	1	2	4
25	nvt	.4a	7	7	10	10	9
26	nvt	10					
27	nvt	9*	7	.1p			
28	nvt	9*	4	1	.4a	.1a *	
29	nvt	9*	8	2	1-	1-	3
30	nvt	7*					

Elytrigia atherica

1995	1996	2000	2001	2002	2003	2004
		1	8	10	10	10
		.1r	.1p	.1a	.2a	3
10	10	4	10	9	10	10
		10	10	9	10	10
			.1p	1-	5	6
	.1p	10	10	10	10	10
1	5	10	10	9	10	10
		.4a	2	6	9	10
				.1p	.1p	.1p
nvt	nvt	10	10	10	10	10
nvt		.1p	.1p	1	.4a	.1p
nvt		.1p	.1p	8	9	10
nvt		.1p	2	10	10	10
nvt						
nvt						
nvt	.1p	10	10	9	10	10
nvt		1-	10	8	10	10
nvt		1-	5	7	9	9
nvt		1	5	7	7	4
nvt	.1	10	10	10	10	10

Decimale schaal van Londo:

Symbol	Bedekking (%)
.1	<1
.2	1-3
.4	3-5
1-	5-10
1	5-15
1+	10-15
2	15-25
3	25-35
4	35-45
5-	45-50
5	45-55
5+	50-55
6	55-65
7	65-75
8	75-85
9	85-95
10	95-100

r (raro) = sporadisch
 p (paupulum) = niet talrijk
 a (amplius) = talrijk

* 1996 en 2003: Veel *Puccinellia* verdord en mogelijk dood
 nvt: pq was in betreffende jaar nog niet aanwezig

Broedvogels: Historische ontwikkeling en huidige situatie

De vogelgegevens zijn afkomstig van SOVON. SOVON beschikt over verschillende meetprogramma's die gericht zijn op het vaststellen van de aantallen vogels in de Waddenzee en op de aantallen broedende vogels.

Gebruikte gegevens voor de broedvogels op de vastelandkwelders zijn afkomstig van:

1. Het Landelijke Soortonderzoek Broedvogels (LSB) gericht op kolonievogels en zeldzame Broedvogels;
2. De Broedvogelatlas⁶ (Hustings *et al.* 2002);
3. Het Broedvogelmonitoringsproject (BMP), gericht op algemene en schaarse broedvogels.

Deze programma's geven, met uitzondering van de kolonievogeltellingen, geen echt gebiedsdekkende aantallen (hoewel er wel vaak schattingen gemaakt worden), maar moeten als indicatie gezien worden van de broedvogels die in het gebied kunnen worden aangetroffen. Belangrijke publicaties op dit gebied zijn Hustings *et al.* (2002) en Dijkse en Koks (2003). In dit rapport worden de broedvogels besproken als onderdeel van de kwelders van Noordoost Friesland omdat de vogels voor het broeden veelal gebruik maken van de kwelders of aangrenzende polders. De functies (broeden, foerageren, hoogwatervluchtplaats, slapen, ruien) die de verschillende habitatgebieden hebben voor de wadvogels zijn weergegeven in Tabel 2.2. De tellingen van vogels op de hoogwatervluchtplaatsen worden in hoofdstuk 0 besproken.

Het aandachtsgebied valt binnen het door Kwak en van den Berg (2004) onderscheiden kwelderdistrict: 'Het extreme kustmilieu, arm aan bos en struweel en rijk aan kwelder en strand is arm aan broedvogelsoorten. Slechts 69,4 soorten per blok werden gevonden, waarvan 40 in vrijwel elk blok. Daaronder echte kustvogels als bontbekplevier en kluut en ook kokmeeuw en visdief. Dit district is bij uitstek het domein van de pioniervogels; met name de soorten van het zoutwatermilieu (strandplevier-groep, scholekster-groep), maar ook pioniers met een voorkeur voor het zoetwatermilieu komen geregeld voor (kleine plevier-groep). Behalve de pioniers zijn soorten van structuurrijk grasland en kleine wateren relatief algemeen (Zomertaling-groep, Slobeend-groep). De overige groepen van open tot half-open landschappen als weidevogels, moerasvogels en struweelvogels hebben een gemiddeld voorkomen. Broedvogelsoorten die opgaand geboomte prefereren ontbreken vrijwel (Kruisbekgroep, Geelgors-groep, Buidelmees-groep, Havik-groep, Appelvink-groep)'. Kenmerkende soorten zijn Noordse stern, Eidereend, Strandplevier, Bontbekplevier, Zilvermeeuw, Kleine mantelmeeuw, Dwergstern en Grote stern.

⁶ Veldwerk voor de atlas is verricht in de broedseizoenen van 1998, 1999 en 2000, met aanvullend veldwerk in 2001 om enkele hiaten in de inventarisaties op te vangen.

Landelijke Soortonderzoek Broedvogels (LSB)

Uit het LSB (SOVON) blijkt dat het aandachtsgebied vooral belangrijk is voor Kluut, Bontbekplevier, Kokmeeuw, Noordse stern, Eidereend en Visdief (Tabel 3.8). In 2003 lijkt onder de kluten een daling te hebben plaats gevonden. Dit lijkt een Waddenzee brede trend (Dijksen & Koks 2003) die ten dele met vossen te maken heeft, maar omdat de trend ook in gebieden zonder vossen is waargenomen, lijkt het niet de enige verklaring te zijn.

Tabel 3.8. Waargenomen broedparen in het aandachtsgebied gesorteerd op totaal aantal broedparen (Bron Sovon LSB). Bovenschrift geeft aan of de soort een Rode lijst soort is (TRCJZ/2004/5727 van 05-11-2004): e, ernstig bedreigd; b, bedreigd; k, kwetsbaar; g, gevoelig. Data SOVON.

Soort	1998	1999	2000	2001⁷	2002	2003	2004
<i>Vogels volgens het toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzee</i>							
Kluut	411	533	450	141	415	256	
Bontbekplevier ^k	22	20	17	7	18	13	
Kokmeeuw						83	13
Noordse Stern						19	12
Eidereend	4	14	2		4	5	
Visdief ^k						24	2
<i>Extra soorten n.a.v. tabel 2.1</i>							
Dwergmeeuw ^e	1	1					
Pijlstaart ^b	1						
Strandplevier ^b	1						

Kolonievogels

Naast de broedvogels die aangetroffen zijn in het kader van het Landelijke Soortonderzoek Broedvogels (Tabel 3.8) en het broedvogelatlasproject (Tabel 3.10) wordt er ook specifiek gekeken naar kolonies van broedvogels. SOVON tracht alle kolonies te tellen van 17 soorten die (vrijwel altijd) in kolonies broeden (aalscholver, blauwe reiger, purperreiger, lepelaar, zwartkopmeeuw, kokmeeuw, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, grote stern, visdief, Noordse stern, dwergstern, zwarte stern, oeverzwaluw, huiszwaluw). Minder typische kolonievogels als kluut en eidereend, evenals kolonievogels die in Nederland zeldzaam zijn zoals kleine zilverreiger en grote mantelmeeuw, worden gerekend tot de zeldzame broedvogels.

Het aantal broedparen van relevante kolonievogels staat in Tabel 3.9. Dit is een redelijk gebiedsdekkende telling. Bij alle soorten lijkt een dalende trend aanwezig te zijn (r^2 respectievelijk 0.87, 0.63 en 0.47 en significant voor de eerste twee). Dit wordt wel toegeschreven aan de toename van het aantal vossen in het gebied.

⁷ Het jaar 2001 is niet representatief omdat er door de MKZ crisis niet geteld kon worden.

Tabel 3.9. Kolonievogels: aantal broedparen in het aandachtsgebied. Bovenschrift Rode lijst soorten: e, ernstig bedreigd; b, bedreigd; k, kwetsbaar; g, gevoelig. Tussen haakjes het percentage van alle broedparen van de betreffende soort in het Waddengebied dat broedt in het aandachtsgebied (Dijkse en Koks 2003).

SOORT	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Kokmeeuw	4554 (8)	3273 (5.6)	2386 (4.1)	1788 (2.8)	512 (0.9)	100	13
Visdief ^k	92 (1.6)	110 (1.8)	109 (1.8)	107 (1.7)	59 (0.9)	24	2
Noordse Stern	126 (5.5)	116 (5.2)	16 (0.9)	29 (1.7)	6 (0.4)	33	

Broedvogelatlas

De soortenlijst is niet compleet zoals blijkt uit gegevens van de Broedvogelatlas (Tabel 3.10). Bij het maken van de Broedvogelatlas (1998-2000) is zeer uitvoerig gekeken welke broedvogels aanwezig waren en vond men nog 54 extra soorten. In Tabel 3.10 staan de relevante soorten opgedeeld in soorten die genoemd worden in het document "Toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzeegebied" van DRZ-Noord (maart 2005) en andere relevante soorten (zie ook tabel 2.1).

Tabel 3.10. Andere soorten in het aandachtsgebied die als broedvogel zijn waargenomen (op basis van gegevens uit de broedvogelatlas (Husting et al. 2002). Bovenschrift Rode lijst soorten: e, ernstig bedreigd; b, bedreigd; k, kwetsbaar; g, gevoelig. Data SOVON.

Broedvogelsoorten aandachtsgebied

Vogels volgens het toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzee

Bergeend

Kluut

Scholekster

Tureluur^g

Extra soorten n.a.v. tabel 2.1

Grutto^g

Slobeend^k

Wilde Eend

Broedvogelmonitoringproject

Tabel 3.11 geeft de aantalsverlopen in de plots van het Broedvogelmonitoringproject die in het aandachtsgebied liggen. De plots zijn door de waarnemers gekozen en dus niet representatief voor het gebied. Het aantalsverloop in de plots moet dus als indicatief gezien. Als de aantalsverlopen geanalyseerd worden door middel van regressie analyse (zonder 2001) blijkt dat alle soorten waarvoor voldoende data voorhanden zijn een negatieve trend vertonen, met uitzondering van de Bergeend en de Wintertaling waarbij van de laatste te weinig nesten geteld zijn om een goede uitspraak te kunnen doen.

Dijkse en Koks (2003) inventariseren de broedvogels in de gehele Waddenzee. Deze auteurs melden voor de projectsoorten (bergeend, eidereend, scholekster, grutto, wulp, tureluur) slechts één soort met een stijgende trend, namelijk de bergeend. Bij de kolonievogels (aalscholver, lepelaar, kluut, zwartkopmeeuw, dwergmeeuw, kokmeeuw, stormmeeuw, kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, grote mantelmeeuw, grote stern, visdief, Noordse stern en dwergstern) nemen alleen de eerste twee toe.

Voor de meeste soorten lijkt dus het aantal broedparen af te nemen. Oorzaken die genoemd worden zijn voortgaande successie van de vegetatie, voedseltekort, veranderd beheer cultuurland, predatie, verstoring en wegspoelen van nesten.

Tabel 3.11. Aantal broedparen in het aandachtsgebied geteld in het Broedvogel Monitoringproject (BMP) en gesorteerd op totaal aantal. 2001 is niet representatief omdat er door de MKZ crisis niet geteld kon worden. Bovenschrift Rode lijst soorten: e, ernstig bedreigd; b, bedreigd; k, kwetsbaar; g, gevoelig. Trend geeft aan of een soort significant toeneemt (+), afneemt (-), niet veranderd is (0) of indien niet ingevuld, er niet genoeg gegevens waren.

SOORT	Trend	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
<i>Vogels volgens het toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzee</i>								
Kokmeeuw	-	1386	1614	962	9	109	86	13
Scholekster	-	505	499	490	410	413	383	268
Tureluur ^g	-	174	213	219	147	182	143	109
Kluut	-	162	317	186	36	217	114	68
Noordse Stern	-	225	120	17	3	7	15	17
Visdief ^k	-	64	47	49	4	8	11	4
Bergeend	0	18	14	33	18	24	30	14
Bontbekplevier ^k	-	19	17	9	9	10	8	6
Eidereend	0	2	13	4		3	4	2
Brandgans					1		3	
Wulp		2						
Stormmeeuw		1						
Zilvermeeuw		1						
<i>Extra soorten n.a.v. tabel 2.1</i>								
Grutto ^g	-	44	51	49	69	37	30	33
Wilde Eend	-	51	63	64	21	41	38	29
Slobeend ^k	-	13	29	17	11	13	4	8
Wintertaling ^k		3	8	5	6	8	4	
Pijlstaart ^b		1	1	1			1	
Smient				2			2	
Dwergmeeuw ^c		2						
Grauwe Gans								1
Strandplevier ^b		1						

Zeldzame planten, paddestoelen, amfibieën en reptielen

Bij het natuurloket is een opgave gevraagd van zeldzame planten (FLORON), paddestoelen (MNV), amfibieën, vissen en reptielen (RAVON). De rapporten hiervan zijn opgenomen in bijlagen.

Van het plangebied is alleen het voorkomen van de bruine kikker bekend. Naast deze algemeen voorkomende amfibieënsoort kan op basis van uurhokwaarnemingen het voorkomen van de kleine watersalamander en het groene kikker complex binnen het plangebied niet uitgesloten worden.

Binnen de km-hokken zijn bij FLORON geen groeiplaatsen van nationaal of internationaal beschermde plantensoorten bekend. Het beschermde groot zeegras komt echter wel langs de Waddenkust voor. Er zijn 9 soorten van de Rode-lijst 2000 en 14 LNV-Doelsoorten binnen de km-hokken waargenomen.

3.1.4 Conclusies huidige staat en ontwikkeling biotiek kwelders

1. De vegetatie van de kwelders bij 't Schoor, Wierum en de Peazemerlannen vertonen over de periode 1992-2002 een natuurlijke ontwikkeling waarbij vegetatie die kenmerkend is voor de pionierzone van de kommen plaats maakt voor soorten van de lage kwelder.
2. Hogerop de kwelder vindt er een autonome successie naar een climax-vegetatie gedomineerd door Strandkweek plaats, mede versneld indien beweiding ontbreekt.
3. De kleinere kwelders ('t Schoor en Wierum) vertonen meer variatie in de tijd (vooral in de pre-pionierzone) dan de grotere (Peazemerlannen). Ze lijken minder stabiel te zijn.
4. Voor de broedvogels is de huidige situatie zorgelijk. Bijna alle soorten in het aandachtsgebied, met uitzondering van de Bergeend, tonen een neerwaartse trend. De oorzaken voor de geobserveerde dalingen zijn onduidelijk. Voor de vogels die gebruik maken van de kwelders als hoogwatervluchtplaats wordt verwezen naar het volgend hoofdstuk.

3.2 Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag

Het kombergingsgebied Pinkegat/Zoutkamperlaag is een goed ontwikkeld deel van het Waddenzee estuarium waarin alle voor dit gebied kenmerkende habitats en planten- en diersoorten, en de processen die voor het voortbestaan daarvan noodzakelijk zijn, aanwezig zijn. Deze ter plaatse aanwezige natuurlijke processen kunnen worden verdeeld in processen die sterk samenhangen met de getijdebeweging en de aanvoer van zeewater en processen die samenhangen met de sedimentatie en erosie van platen en geulen en, in de omgeving van de eilanden, met de erosieprocessen en de vorming van stranden en duinen. Sleutelprocessen in estuaria zijn de werking van de getijden vanuit zee, plaatselijk in combinatie met de aanvoer van rivierwater. De invloed van de getijden strekt zich niet alleen uit tot het waterpeil maar ook tot het zoutgehalte van het water. In de Nederlandse Waddenzee varieert het getijdeverschil tussen de 2 en 3 meter. Hierdoor ontstaan zandige en slibrijke platen langs de geulen tot slikrijke bezinkvelden en kwelders op grotere afstand.

Het intergetijdegebied valt dagelijks, afhankelijk van de hoogteligging, korte of langere tijd droog en bestaat uit zandplaten, slikwadden en geulen. Vaatplanten, indien aanwezig, zijn voornamelijk Klein zee gras, maar de meest opvallende planten zijn wieren. De biomassa wordt met name bepaald door de bodemdieren. De diepere geulen hebben vanwege de hoge stroomsnelheden een relatief eenvoudig opgebouwde levensgemeenschap (Bal *et al.* 2001).

3.2.1 Abiotiek

Het overzicht van de historische en autonome ontwikkeling van de abiotiek dat hieronder gegeven wordt, is vooral gebaseerd op Oost (1995), Oost en Dijkema (1993) en Oost *et al.* (1998).

De Waddenzee bestaat uit een aantal aparte zeegatsystemen (kombergingsgebieden) welke van elkaar worden gescheiden door hoogliggende platen (de wantijen) en die gedraineerd worden via aparte zeegaten. Elk zeegatsysteem bestaat uit een in de Waddenzee vertakkend systeem van geulen. Deze geulen draineren een gebied bestaande uit platen die al dan niet boven gemiddeld laagwater liggen. In de Noordzee ligt vóór elk zeegat een buitendelta waarvan de grootte nauw samenhangt met het volume aan getijdewater dat door de zeegaten in en uit stroomt. Aangrenzend aan de buitendelta's en de eilanden ligt het Noordzeekustgebied dat ook in belangrijke mate wordt beïnvloed door de ontwikkelingen in de achterliggende Waddenzee. Tot het waddensysteem moeten daarom, morfologisch gezien, ook worden gerekend het aangrenzende Noordzeegebied (tot circa -20 meter) en de eilanden. Binnen dit gebied kunnen we vijf belangrijke onderdelen onderscheiden: de kwelders, de getijdeplaten, de geulsystemen, de buitendelta's en de eilanden. Voor de diverse onderdelen van de zeegatsystemen blijken empirische wetmatigheden te gelden die duiden op een dynamisch evenwicht van de morfologie van de onderdelen met getij en golfklimaat. Een verstoring kan daarom worden uitgedrukt in een relatieve afwijking van het dynamisch evenwicht (Eysink 1994). De verschillende onderdelen van een zeegatsysteem (eilandpunten, buitendelta's, zeegaten, geulen en platen) hangen onderling nauw samen en zijn daardoor te beschouwen als een "zanddelend systeem" (Dean 1988). Wanneer in een deel van het zanddelend systeem verstoringen optreden, zal het systeem het evenwicht trachten te herstellen door zand aan te voeren naar de plaats waar een tekort is. Hierdoor kan in eerste instantie erosie optreden in de overige delen van het systeem. Uiteindelijk moet, indien netto sediment nodig is, dit van buitenaf worden aangevoerd. Door de per tijdseenheid geringe zandverplaatsingen vanaf de diepere Noordzee wordt momenteel in het grootste deel van de sedimentbehoefte van het waddensysteem voorzien door erosie van de noordzijde van de eilandkusten en de buitendelta's. Met name daardoor verplaatsen deze geleidelijk landwaarts.

De dynamische ontwikkeling van de Waddenzee hangt af van de netto sedimentbalans. Wanneer zeespiegelstijging (of bodemdaling) niet wordt gecompenseerd door sedimentaanvoer, dan komt het waddensysteem gemiddeld dieper te liggen ten opzichte van gemiddeld zeeniveau. Hoogtemetingen die sinds het begin van de vorige eeuw zijn uitgevoerd geven aan dat momenteel sedimentatie plaats vindt in de Waddenzee. Deze hoogtemetingen hebben echter een dermate grote foutenmarge dat de geringe verticale sedimentatie statistisch gezien veelal binnen de meetfout ligt. Er zijn echter nog meer aanwijzingen dat de sedimentatie in de Waddenzee gemiddeld de zeespiegelstijging volgt of zelfs meer dan volgt. Zo vindt er sinds circa 1500 een netto aanslibbing plaats die heeft geleid tot de vorming van nieuwe kwelders. Deze netto verlanding houdt ook in dat de geulen in volume afnemen door sedimentatie ten gevolge van een afnemend getijdeprisma (getijdeprisma: de verandering in het watervolume dat een gebied bedekt tussen laag

water en het daarop volgend hoogwater). Gezien het langzame verloop van de verlanding kan het plaatareaal gezien worden als vrijwel constant over decennia. Ook de netto afslag aan de eilandkusten laat zien dat er grote hoeveelheden zand vrij komen die, gezien de geringe sedimentatie op andere plekken, vrijwel geheel in de Waddenzee tot afzetting komen. Voorts suggereert de hoogteverdeling van de intergetijdeplaten, dat deze (vrijwel) in evenwicht moeten zijn met de bestaande hydrodynamische condities en daarmee dus ook met de huidige zeespiegelstijging.

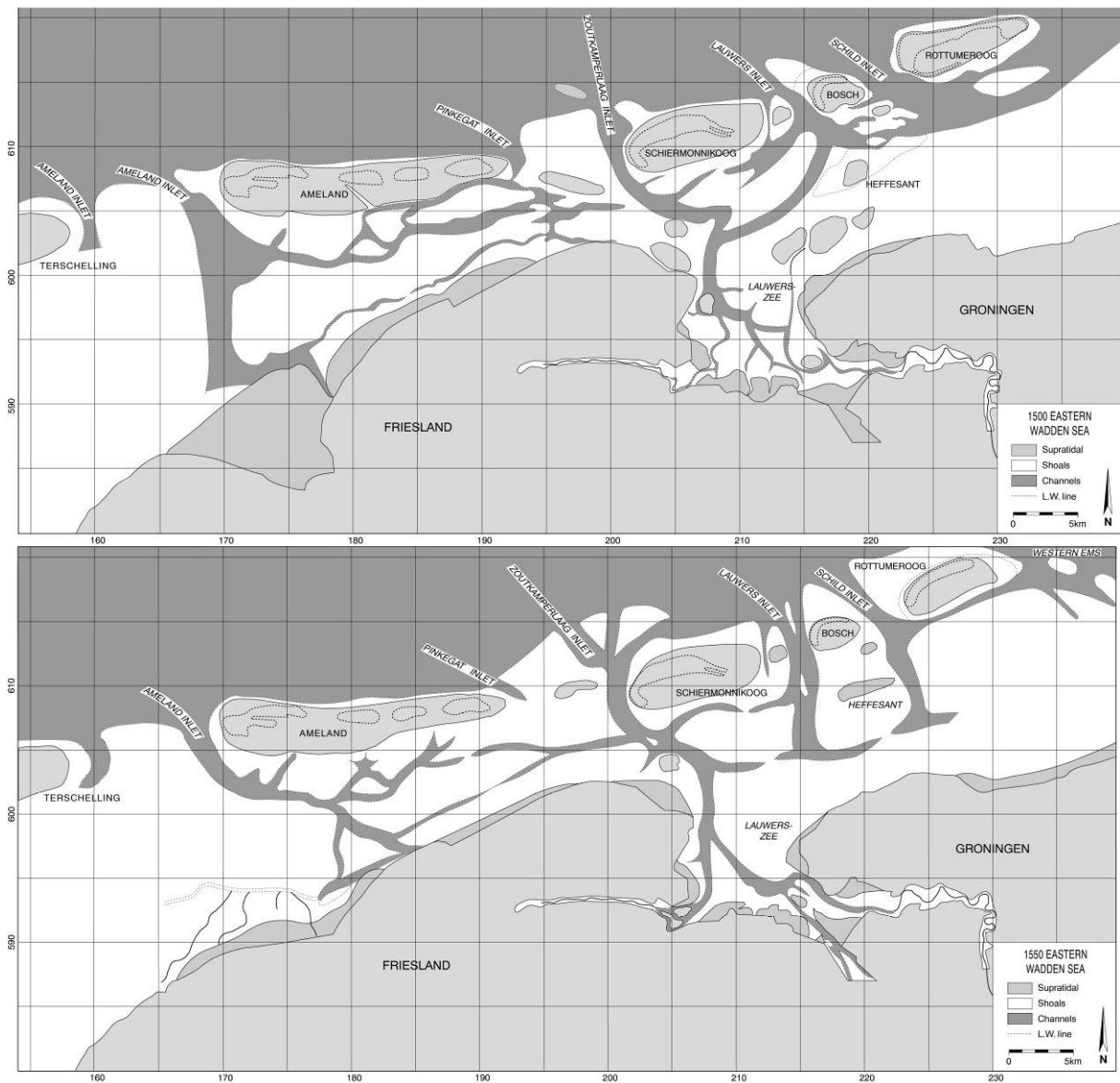
Beschrijving historische ontwikkeling

De Waddenzee bestaat uit een aantal aparte zeegatsystemen welke van elkaar worden gescheiden door hoogliggende platen (de wantijen) en die gedraineerd worden door aparte zeegaten. Reeds sinds het begin van onze jaartelling bestond het oosten van de Nederlandse kust uit getijdegebieden en eilanden. Geologisch is de Waddenzee nog vrij jong aangezien ze gevormd werd na de laatste ijstijd van het Pleistoceen. Het oostelijke waddengebied werd waarschijnlijk al tussen 6000-5000 BP gevormd. Door het tekort aan sedimentaanvoer in combinatie met een doorgaande zeespiegelstijging konden de oostelijke waddeneilanden hun oorspronkelijke positie niet handhaven: sediment nodig om de zeespiegelstijging te compenseren werd onttrokken aan de Noordzeekust van de eilanden waardoor deze kust zich landwaarts terug trok. Als gevolg heeft de kust van Ameland zich over 11 km teruggetrokken en de kust van Schiermonnikoog zelfs over 15 km. Daarnaast trad een sterke oostwaartse verplaatsing op van de barrière-eilanden en de tussenliggende zeegaten.

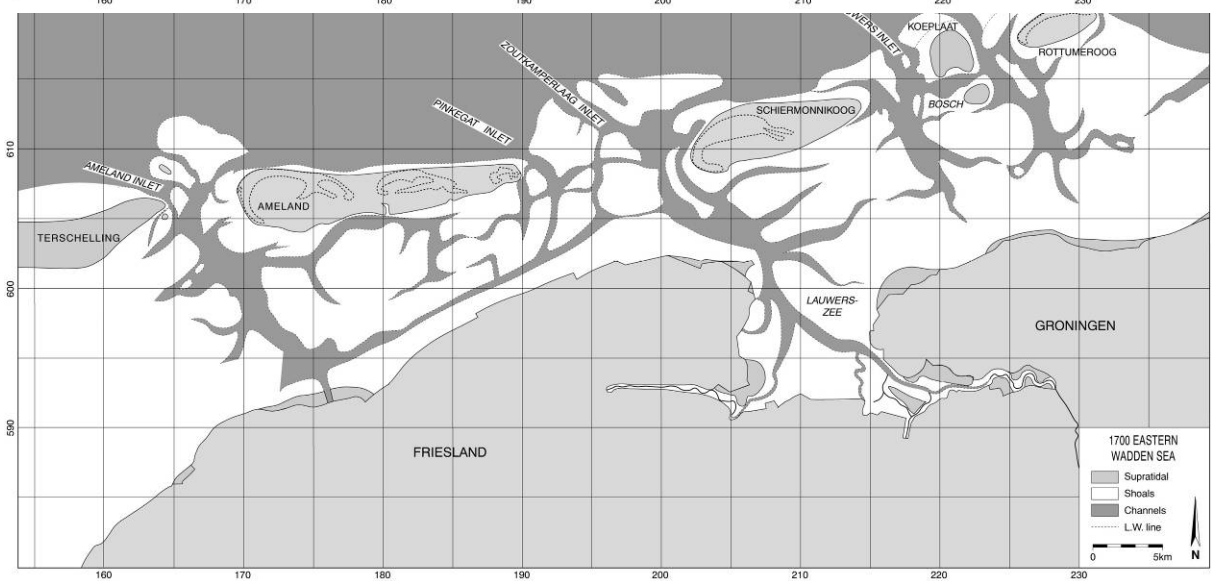
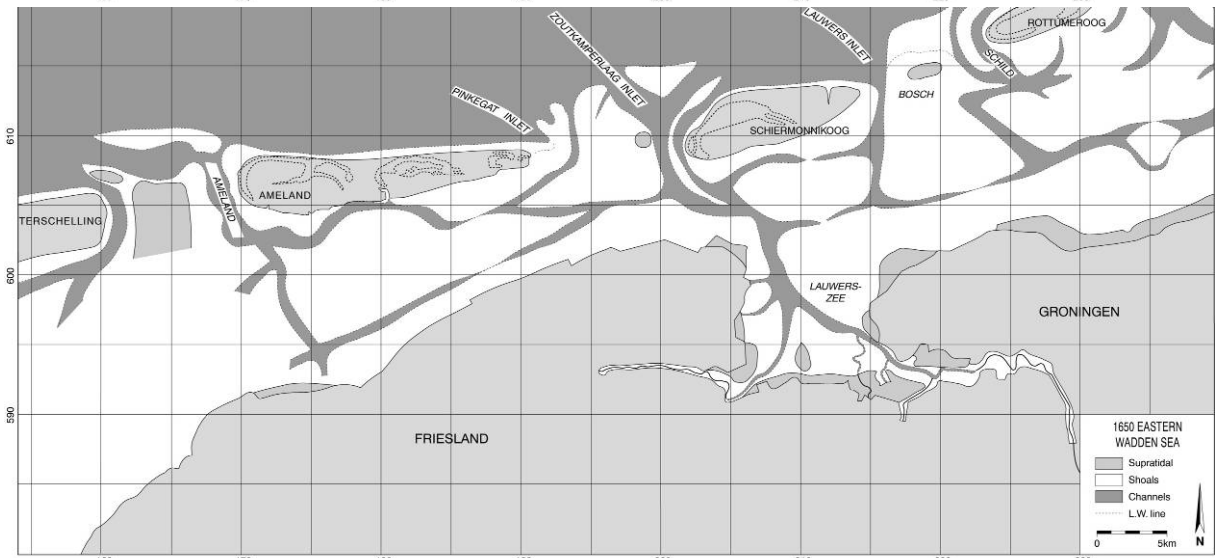
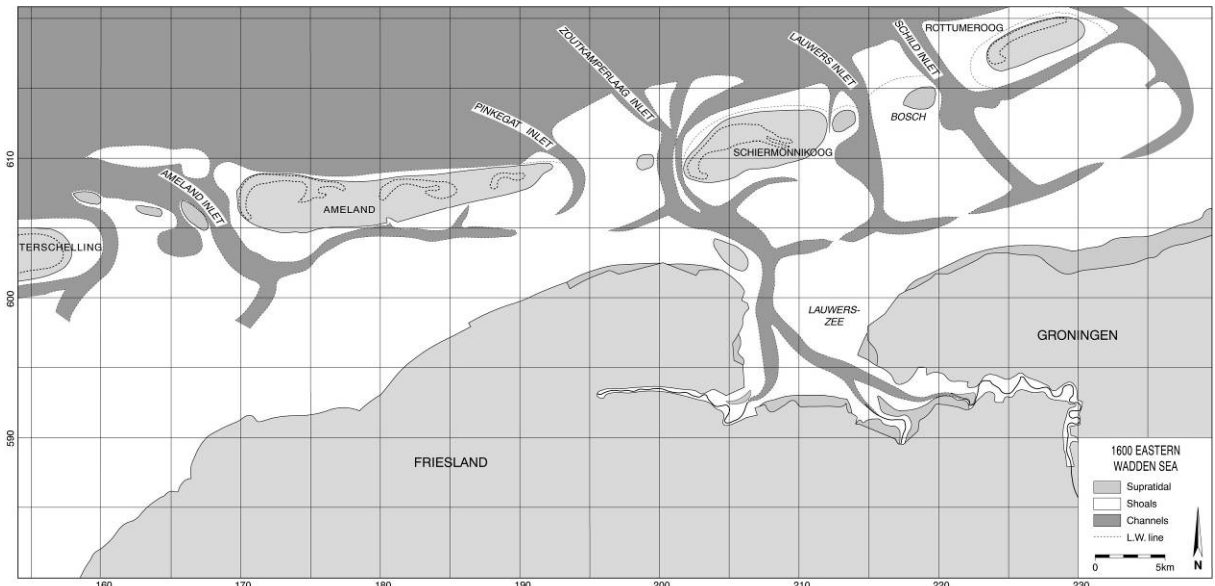
Tussen 800 en 1300 A.D. ontstonden de Middelzee, de Lauwerszee en het Dollard estuarium. Dijken werden aangelegd vanaf de 11/12de eeuw, allereerst ter bescherming en later voor landaanwinning. Sedimentatie op de hogere kwelders werd actief vergroot voor landaanwinning. De kustwaartse migratie van de eilanden nam vanaf ca. 1500 af, waarschijnlijk vooral door de toenemende invloed van de mens op de kustontwikkeling. Ook nam door de indijkingen de breedte van de Waddenzee af, hetgeen onder natuurlijke omstandigheden niet zou zijn gebeurd. Een belangrijke dynamische ontwikkeling in het gebied was de overname van de drainage van de Lauwerszee door de Zoutkamperlaag, die oorspronkelijk werd verzorgd door het Lauwers Zeegat (ca. 1350-1450). Dit proces ging gepaard met sterke veranderingen, zoals de verplaatsing en erosie (soms over meerdere kilometers) van de eilanden en zeegaten tussen Ameland en Rottumeroog. Desondanks bleef het oostelijke waddengebied als geheel bestaan uit een barrière kust van waddeneilanden met erachter kwelders, inter- en subgetijdeplaten en geulen.

Een grafisch overzicht van de ontwikkeling van de oostelijke Waddenzee wordt gegeven in Figuur 3.12.

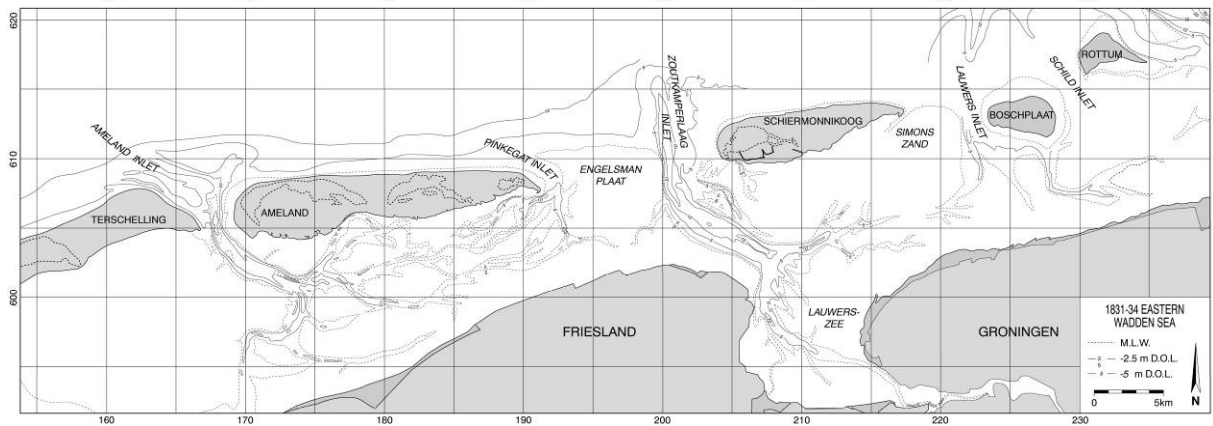
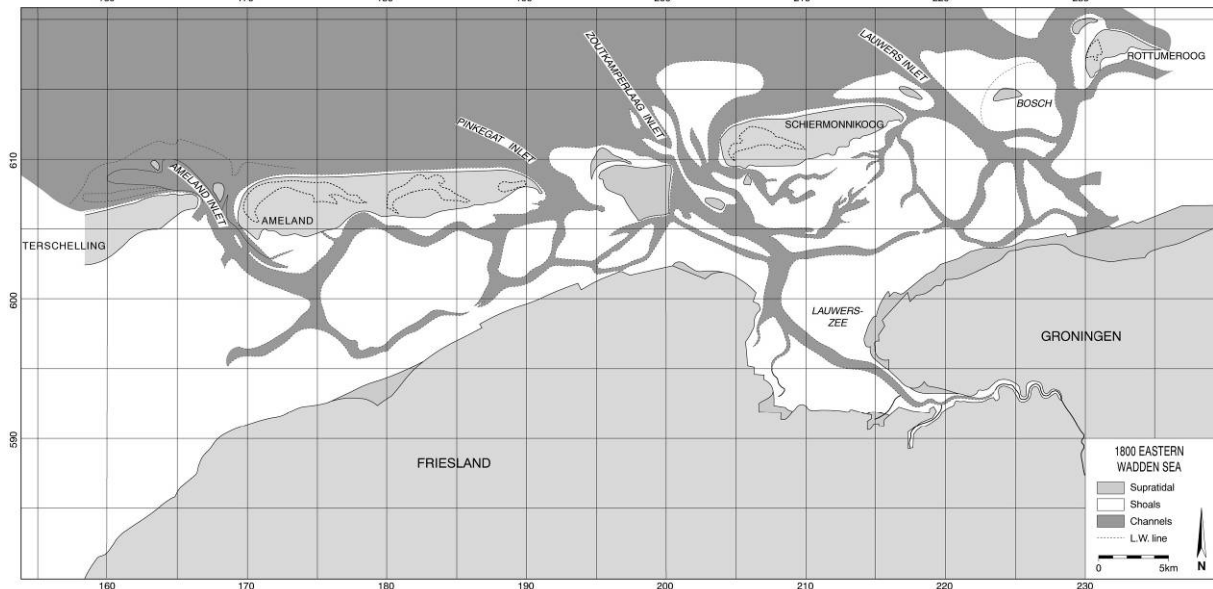
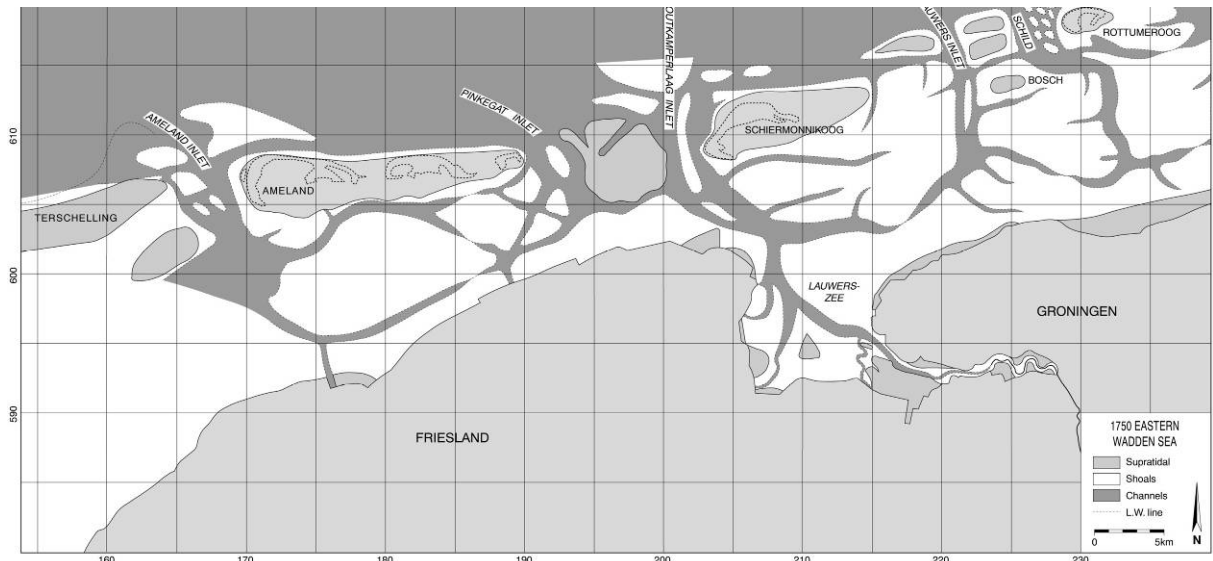
Concluderend kan gesteld worden dat de Waddenzee morfologisch een zeer dynamisch gebied is waar voortdurend grote hoeveelheden sediment worden getransporteerd. Historisch gezien lijkt het grootste deel van de Waddenzee (mogelijk met uitzondering van Marsdiep en Vlie) in een dynamisch evenwicht te verkeren en vindt compensatie van zeespiegelstijging plaats door sedimentatie.



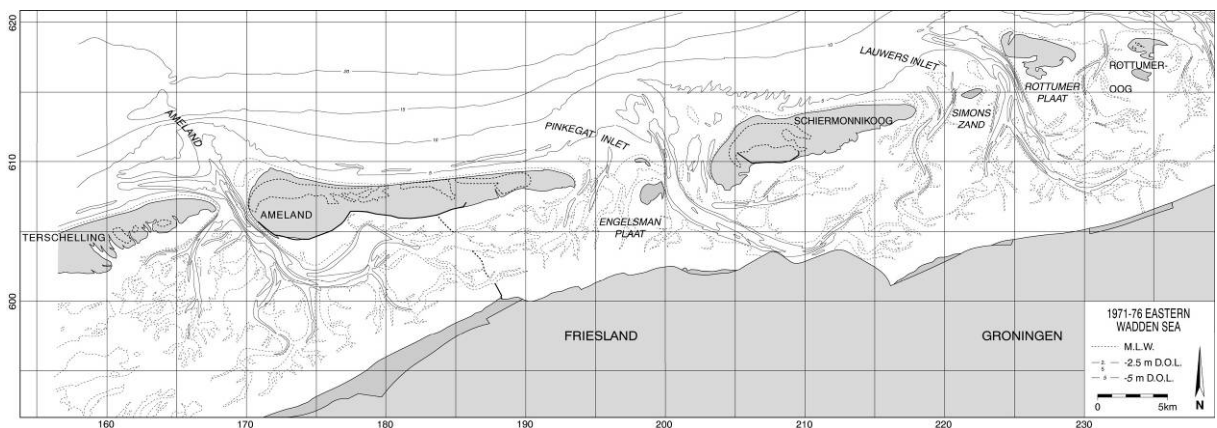
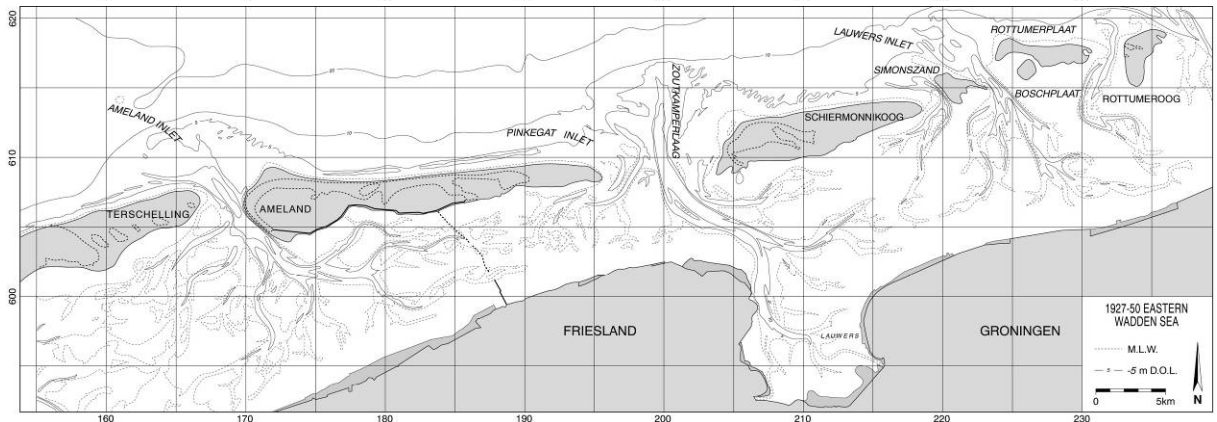
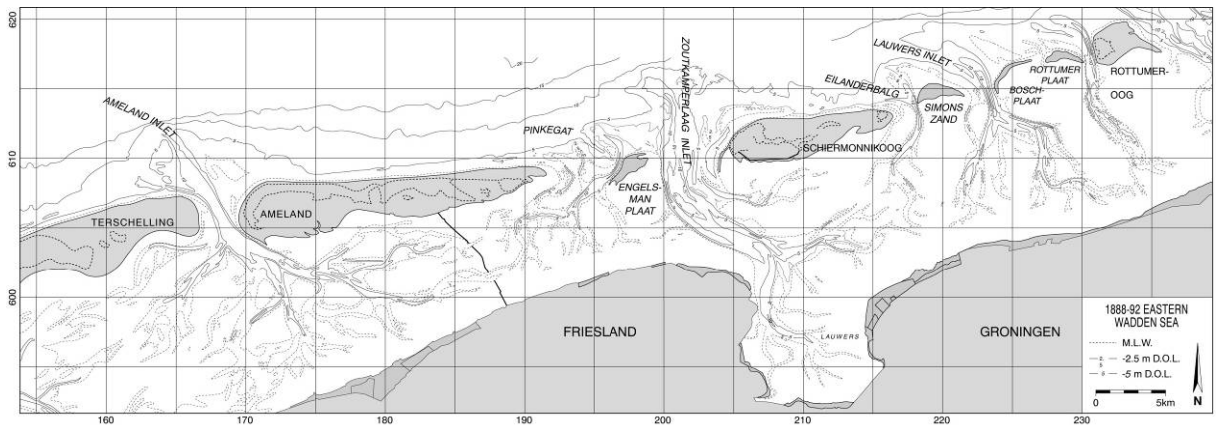
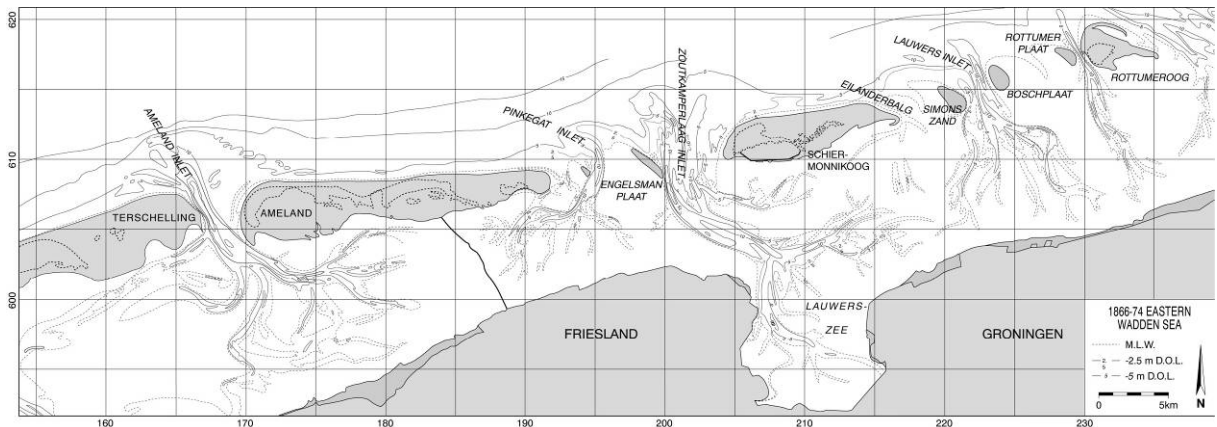
Figuur 3.12: Ontwikkeling van de oostelijke Waddenzee vanaf 1500 tot recent (Oost 1995).



vervolg



vervolg



vervolg

Beschrijving huidige staat

Het sediment wordt getransporteerd door (getijde)stromingen en golven. Er treedt sortering op in de richting van de (oostelijke) reststroom; langs de kust neemt de korrelgrootte dan ook geleidelijk af van west naar oost. Het zand en slib dat in de Waddenzee wordt afgezet, wordt onttrokken aan het Noordzeegebied, o.a. van de kust en de duinen van de eilanden en waarschijnlijk ook uit diepere delen van de Noordzee. Het zand in de Waddenzee is iets fijnkorreliger dan de zanden langs de Noordzeekust. Het grofkorrelige zand komt dus in mindere mate naar binnen door de zeegaten. Het slib wordt aangevoerd in suspensie en is oorspronkelijk afkomstig van de rivieren (o.a. Rijn), het Kanaal, de Vlaamse Banken en de Noordzeebodem, terwijl het zand deels ook als bodemlast wordt vervoerd.

In het oostelijke waddengebied verkeren de zeegatsystemen in een dynamisch evenwicht. Berekeningen geven bijvoorbeeld aan dat langs de kust van Ameland een netto transport van $0,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ optreedt. Daarnaast vindt over het inter- en supragetijde deel van het strand eolisch zandtransport plaats wanneer daar droog zand aanwezig is. Over het strand van Ameland zou bijvoorbeeld onder invloed van de overheersende westenwinden een transport in de orde van grootte van $0,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ in oostelijke richting optreden. De grote sprongen in korrelgrootte en mineralogie die soms van eiland tot eiland optreden, wijzen erop dat de zeegaten het passerende sediment voor een belangrijk deel effectief wegvangen, zodat slechts een gering deel het volgende eiland kan bereiken. Over de periode 1858-1980 heeft de kust van Texel, Vlieland, Terschelling, Ameland en Schiermonnikoog zich voornamelijk landwaarts teruggetrokken, met voor het midden van de eilanden gemiddelde snelheden tot 3 m/jaar (over Rottumerplaat en Rottumeroog zijn onvoldoende detailgegevens beschikbaar). Daarbij valt waar te nemen dat vanuit de zeegaten erosie- en sedimentatie-golven naar het centrum van de eilanden trekken over een periode van 30 tot 70 jaar. Het ontstaan van deze golven wordt bepaald door de positie van de geulen in de zeegaten. Met name op de eilandkoppen heeft dit verschijnsel grote invloed, zodat op korte termijn grote variaties optreden in de locatie van de kustlijn van de Waddeneilanden. Uit trendanalyse over de periode 1984-1994 met betrekking tot de kustlijnligging kwam het volgende beeld naar voren voor Ameland en Schiermonnikoog:

Ameland: In de periode 1984-1994 hebben zich zeer grote veranderingen voorgedaan op Ameland. Op de westkant, bij het Bornrif en omgeving, doet zich een sterke erosie en sedimentatie voor ten gevolge van veranderingen op het Bornrif. Kustlijnverplaatsingen van meer dan 100 meter per jaar komen voor. Op de rest van de Amelandse kust zijn de veranderingen niet zo sterk.

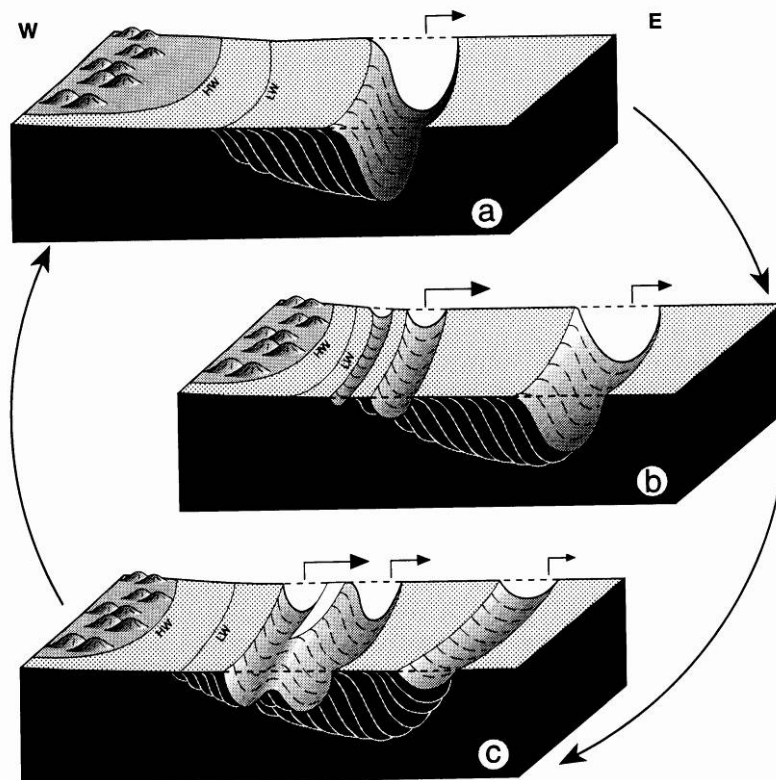
Schiermonnikoog: Voor zover gemeten, blijkt dat ook de westkant van Schiermonnikoog grote veranderingen kent. Dit hangt nauw samen met het ontstaan van door golfwerking gevormde haakvormige banken ten gevolge van de afsluiting van de Lauwerszee in 1969 en hun recente verplaatsingen. Over het algemeen bouwt de kustlijn van Schiermonnikoog zich daardoor sinds 1970 zeewaarts uit.

Pinkegat

Vóór 1600 was het Pinkegat kleiner dan tegenwoordig. Uit historische bronnen blijkt dat het Pinkegat, waarschijnlijk vanaf 1600, maar in ieder geval vanaf 1800 een cyclische ontwikkeling kent. Voortdurend ontwikkelt het zeegat vanuit een enkelvoudige hoofdgeul naar een meervoudige hoofdgeul en weer terug (Figuur 3.13). Dergelijke cycli duren 20 tot maximaal 54 (maar waarschijnlijk maximaal 41) jaar. Tijdens de enkelvoudige fase is het zeegat diep en schuift het op in oostelijke richting. Hierbij wordt de oostpunt van Ameland langer, waarbij de jaarlijkse aangroei van de oostpunt soms toeneemt tot 100 m/jaar gedurende meerdere decennia. Bij het ontstaan van een nieuwe westelijk gelegen hoofdgeul kan deze aangegroeide punt in enkele jaren weer worden afgeslagen. Tijdens de aangroei moet de vloed een steeds lagere weg afleggen naar de vloedkom van het Pinkegat. Na verloop van tijd worden in de zandplaat aan de oostpunt van Ameland nieuwe zeegaten uitgeschuurd en ontstaat een situatie met een meervoudig zeegat. In de situatie van een meervoudig zeegat zijn de geulen ondieper. Een meervoudig zeegat is evenwel instabiel. De westelijke geulen schuiven het snelst naar het oosten, waarbij de oostpunt van Ameland weer aangroeit. Na verloop van enkele decennia versmelten de geulen met elkaar of verzanden, zodat slechts een geul overblijft. Bij het oostwaarts opschuiven van de hoofdgeulen vindt, van tijd tot tijd, afslag plaats van de oostelijk gelegen Engelsmanplaat. In 1987 bevond het Pinkegat zich nog in een enkelvoudige hoofdgeulfase, in 1991 waren er al bescheiden nieuwe geultjes zichtbaar en momenteel is weer duidelijk sprake van een meervoudig geulstelsel. Door het voortdurend opschuiven van de hoofdgeulen worden ook de belangrijke geulen in het Waddengebied gedwongen om zich steeds te verleggen, omdat ze de verbinding vormen tussen het zeegat en de kleinere geulen in het waddengebied. Doordat ten gevolge van het verschuiven van de positie van de zeegaten, de belangrijke geulen in de Wadden steeds van positie veranderen, verandert ook de positie van de waterscheiding onder Ameland voortdurend.

Bovenop deze cyclische ontwikkeling blijkt zich ook een lange termijn ontwikkeling voor te doen sinds circa 1800. Vermoedelijk onder invloed van het oostwaarts opschuiven van het Zeegat van Ameland wordt de oostwaartse verplaatsing van het Pinkegat tijdens de ontwikkeling van een meervoudige hoofdgeul naar een enkelvoudige niet meer volledig ongedaan gemaakt tijdens de daaropvolgende vorming van nieuwe hoofdgeulen. Dit kan eventueel bevorderd zijn door het aanleggen van kunstmatige duinen langs de zeezijde van de oostkant van Ameland in de periode 1855-1893. Als gevolg van de oostwaartse verplaatsing is het gehele Pinkegat systeem sinds 1800 over ca 4 km naar het oosten verplaatst. Ook het wantij onder Ameland en de oostpunt van Ameland zijn over deze afstand naar het oosten verplaatst. In relatie tot de verplaatsing is een netto afslag van 5 km opgetreden aan de westzijde van de Engelsmanplaat. Daarbij is ook de vroeg-Holocene kleikern, die het Pinkegat systeem scheidt van de Zoutkamperlaag kleiner geworden. De verwachting is dat in de loop van de volgende eeuw de Engelsmanplaat door deze ontwikkelingen geheel zal verdwijnen. Pinkegat en Zoutkamperlaag zullen zich dan kunnen verenigen tot één zeegat, analoog aan de vereniging van Buisetief en Norderneyer Tief na het verdwijnen van het eilandje Buis (Luck 1975). Dit nieuwe zeegat zal, naar het zich laat aanzien, minder ruimte innemen dan de huidige twee

zeegaten, waardoor Ameland fors zou kunnen gaan aangroeien aan haar oostkant, naar analogie met de sterke aangroei van Juist na vereniging van Buisetief en Norderneyer Tief.



Figuur 3.13. Schematisch overzicht van de cyclische ontwikkeling van het Pinkegat: (a) een enkelvoudige hoofdgeul schuift naar het oosten, waarbij een zandplaat ontwikkelt aan de oostkant van Ameland, (b) tijdens stormen doorsnijden nieuwe geulen deze zandplaat, (c) deze geulen verplaatsen sneller oostwaarts dan de oorspronkelijke hoofdgeul en worden steeds belangrijker voor de drainage van het achterliggende gebied. Als gevolg daarvan nemen de dimensies van deze nieuwe geulen toe en die van de oude af. Uiteindelijk slijt de oude geul dicht of wordt ingehaald door een nieuwe geul en ontwikkelt zich opnieuw een enkelvoudige geul (a).

In samenhang met het cyclische gedrag en door de afslag aan de westzijde van Ameland is de oostpunt van het eiland én ook de hele vloedkom van het Pinkegat sinds 1800 zo'n 4.5 km naar het oosten geschoven. De verkleining van het oppervlak van de vloedkom ten gevolge van het opschuiven van het wantij werd gecompenseerd doordat de westzijde van de Engelsmanplaat (oostelijk van het Pinkegat) steeds verder werd geërodeerd.

De ontwikkeling van de Engelsmanplaat verloopt ook cyclisch. Beginnende met erosie door geulen aan de noordzijde van de plaat, gevolgd door opbouw van een nieuwe plaat door golven en stroming aan de Noordzee-zijde van de geul. Hierbij worden grote hoeveelheden sediment vastgelegd, waardoor de sedimentaanvoer naar de Engelsmanplaat afneemt, die hierop lager wordt. De geul tussen de

Engelsmanplaat en de nieuwe plaat raakt dan buiten gebruik. Na opvulling ervan versmelten de twee platen waardoor de Engelsmanplaat weer hoger en groter wordt.

Zoutkamperlaag

Het Friese Zeegat is een oude naam voor Zoutkamperlaag, maar wordt tegenwoordig in toenemende mate gebruikt voor Zoutkamperlaag en Pinkegat samen. De Zoutkamperlaag is het zeegatsysteem direct westelijk van Schiermonnikoog. Vóór 1969 draineerde dit zeegat de Lauwerszee. Dit is vermoedelijk niet altijd zo geweest. Rond 1300 was de Zoutkamperlaag waarschijnlijk een klein zeegat dat niet of nauwelijks contact had met de Lauwerszee. Deze baai werd gedraineerd via het Zeegat van de Lauwers langs de oostzijde van Schiermonnikoog. De Lauwerszee, waarvan het zuidelijke deel was gevormd in de 8e-9e eeuw, bereikte vermoedelijk rond de 13e eeuw haar maximale dimensies. Misschien ten gevolge daarvan ontwikkelde zich een drainagesysteem met twee hoofdgeulen (vergelijk Middelzee en Dollard): rond 1500 verzorgden de Zoutkamperlaag, westelijk van Schiermonnikoog en het Zeegat van de Lauwers, oostelijk van Schiermonnikoog nog samen de drainage. De Lauwerszee werd vanaf ca 1300 geleidelijk ingepolderd. Na 1550 verliep de drainage ervan vrijwel uitsluitend via de Zoutkamperlaag. Mede als gevolg van de resulterende toename van het getijdeprisma (en bijbehorende dimensies) en door het cyclische gedrag van het zeegat sloeg de westzijde van Schiermonnikoog netto over 2,5 km af. Belangrijke erosieperioden waren 1530-1600 en 1700-1930.

Zoals de meeste zeegaten in het Waddengebied vertoont ook de Zoutkamperlaag een sterk cyclisch gedrag van de geulen in de buitendelta. Daarbij ontwikkelen zich vloedgedomineerde geulen aan de westkant van de buitendelta. Deze schuiven vervolgens naar het noorden en worden daarbij eb-gedomineerd. Ze schuiven vervolgens oostwaarts en verzanden. Tijdens dit oostwaarts verschuiven worden de geulen doorgaans weer vloedgedomineerd. Daarnaast vormen zich soms ook nieuwe vloedgeulen aan de westkant van Schiermonnikoog. Bij het verzanden van de geulen versmelt de zandplaat ten westen ervan met Schiermonnikoog. Zandhaak Schiermonnikoog zal in toekomst verdwijnen. In 1969 werd de Lauwerszee afgesloten door een dam en werd Lauwersmeer. Het getijdeprisma van het Zoutkamperlaag systeem nam met 1/3 af tot $200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Als gevolg daarvan veranderde het evenwicht tussen de eb-stromen die zand naar buiten vervoeren en de golven die zand kustwaarts vervoeren ten gunste van de laatste. Het zandvolume van de buitendelta was daardoor niet langer in evenwicht met de nieuwe hydrodynamische condities en nam af met $26 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ in de periode 1970-1987. Verwacht mag worden dat het zandverlies uiteindelijk nog groter zal zijn, omdat momenteel nog een deel van het surplus zand is opgeslagen binnen de delta o.a. in de vorm van de grote zandhaak (volume $6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) aan de westkant van Schiermonnikoog (Oost 1995). Deze zal naar verwachting in de nabije toekomst verdwijnen. Door afsluiting Lauwersmeer in 1970-1987 ca. $34 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ sedimentatie. De dwarsdoorsnede van de hoofdgeul in het achterliggende Waddengebied was na de afsluiting te groot voor het overgebleven getijdvolume, waardoor de stroomsnelheden laag waren. Ten gevolge daarvan nam de sedimentatie in de hoofdgeul sterk toe en namen de dimensies af. Alleen al in de periode 1970-1987 werd zo'n $34 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ aan klei en zand in de geul afgezet (Oost 1995; ruwweg vergelijkbaar met zandverlies in buitendelta). Het zand

kwam voornamelijk uit de buitendelta van de Zoutkamperlaag: een goed voorbeeld van hoe een zand-delend systeem veranderingen in de evenwichtscondities opvangt en weer streeft naar de bij het nieuwe getijdeprisma behorende evenwichtsdimensies.

Beschrijving autonome ontwikkeling

Uit de historische ontwikkeling per zeegat blijkt dat de diverse onderdelen van elk zeegatsysteem gekenmerkt worden door een sterke dynamiek. De sterke variaties die optreden in de abiotische toestand in en rond het Waddengebied, zijn op hun beurt weer mede bepalend voor de biotische toestand. Deze waargenomen variabiliteit vormt ook een referentiekader voor de effecten van de bodemdaling. Verwacht mag worden dat de dynamiek zich ook in de nabije toekomst zal blijven manifesteren. Eventuele dynamische ontwikkelingen ten gevolge van bodemdaling kunnen daar bovenop komen. Gezien de grootte van de waargenomen variabiliteit zal de bodemdaling relatief groot moeten zijn wil de invloed ervan op de dynamiek over een korte meetperiode meetbaar zijn. Daar waar zich netto effecten voordoen (kustafslag) zou op langere termijn wel een (mogelijk meetbare) trendmatige verandering mogen worden verwacht.

Zeegatsystemen kunnen niet los kunnen worden gezien van aangrenzende zeegatsystemen. Veranderingen in één zeegat beïnvloeden de ontwikkelingen in een volgend zeegatsysteem. Dit leidt tot een domino-effect, waardoor grootschalige veranderingen vaak vele eeuwen doorwerken. Door deze autonome ontwikkeling kunnen zich dus ook in de toekomst sterke (autonome) veranderingen voordoen/voortzetten die niet direct het resultaat zijn van bodemdaling door gaswinning, maar daardoor versneld of vertraagd kunnen worden. Naast een sterke dynamiek zien we aan de hand van de historische ontwikkelingen hoe de grootschalige veranderingen in een zeegatsysteem nog vele eeuwen lang de ontwikkelingen in met name meer oostwaartse gelegen zeegaten en eilanden sterk beïnvloeden. Geïllustreerd onder andere door de invloed van de veranderingen in het Zeegat van Ameland (vanaf 1000 A.D.) op het Pinkegat-systeem en Ameland. Mocht in de toekomst, ten gevolge van het oostwaarts opschuiven van het Pinkegat, de Engelsmanplaat verdwijnen dan zal ook de Zoutkamperlaag worden beïnvloed. Mogelijk nog indrukwekkender zijn de gevolgen van de veranderde drainage van de Lauwerszee sinds 1300: Het verdwijnen van Rottumeroog en het aangroeien van Rottumerplaat zijn waarschijnlijk tot op de dag van vandaag directe gevolgen van deze verandering. Daarnaast is de afslag van Rottumeroog gerelateerd aan de zandhonger van het aangrenzende Eems-Dollard estuarium. In dit licht bezien, mag worden verwacht dat de grote ingrepen in de Nederlandse kust en in de achterliggende Waddenzee van de afgelopen eeuw autonoom zullen leiden tot langdurige morfologische veranderingen. Eén en ander wordt ook duidelijk geïllustreerd door de veranderingen ten gevolge van het afsluiten van het IJsselmeer en de Lauwerszee. Vanaf 1800 kan de sterke dynamiek van het waddensysteem duidelijk geobserveerd worden (Oost & Dijkema 1993). De zeegatsystemen vertonen veelal een cyclisch gedrag, naast ontwikkelingen die duiden op trends in een richting, zoals het oostwaarts opschuiven van Ameland en het eroderen van de westkant van de Engelsmanplaat. Dit laatste zal ertoe leiden dat binnen 100 jaar, bij een

doorgaande natuurlijke ontwikkeling, het Pinkegat en de Zoutkamperlaag zullen versmelten tot één enkel zeegat (Oost & Dijkema 1993).

3.2.2 Conclusies huidige staat en ontwikkeling abiotiek

De dynamische ontwikkeling van de Waddenzee hangt af van de netto sedimentbalans in het gebied. De intergetijdeplaten lijken in evenwicht met de bestaande hydrodynamische condities en daarmee dus ook met de huidige zeespiegelstijging. Sedimentaansvoer vindt vooral plaats door afslag aan de eilanden. Veranderingen in één zeegat beïnvloeden de ontwikkelingen in een volgend zeegatsysteem. Dit leidt tot een domino-effect, waardoor grootschalige veranderingen (b.v. het afsluiten van het IJsselmeer en de Lauwerszee) vele eeuwen blijven doorwerken. Belangrijke ontwikkelingen in het aandachtsgebied zijn het oostwaarts opschuiven van Ameland en het eroderen van de westkant van de Engelsmanplaat. Dit laatste zal ertoe leiden dat binnen 100 jaar, bij een doorgaande natuurlijke ontwikkeling, het Pinkegat en de Zoutkamperlaag zullen versmelten tot één enkel zeegat.

3.2.3 Biotiek

Achtereenvolgens wordt een overzicht gegeven van gegevens over zeegras, bodemdieren, vissen, vogels en zeezoogdieren in de Waddenzee. Waar mogelijk wordt ingegaan op de historische ontwikkeling, de huidige staat en de verwachte autonome ontwikkeling in het aandachtsgebied.

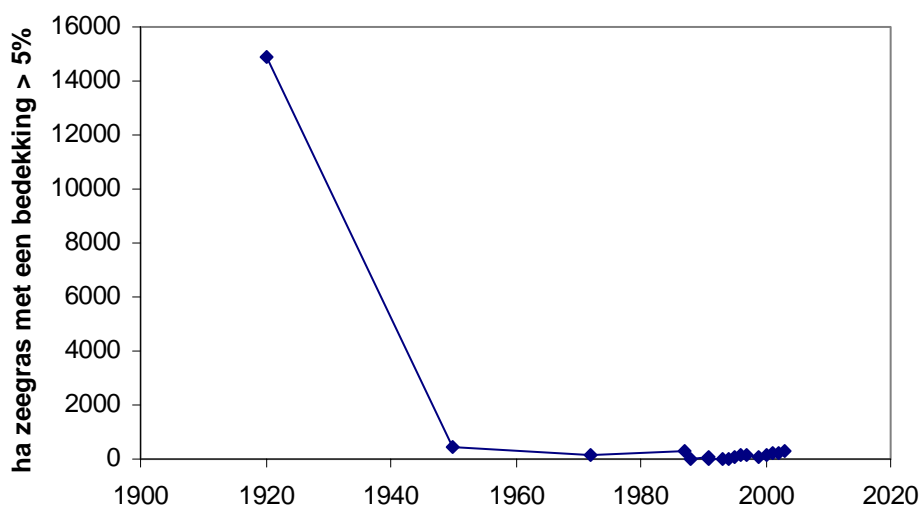
Zeegras

Dit overzicht is gebaseerd op Erftemeijer (2005) aangevuld met informatie van www.zeegras.nl.

Historische ontwikkeling

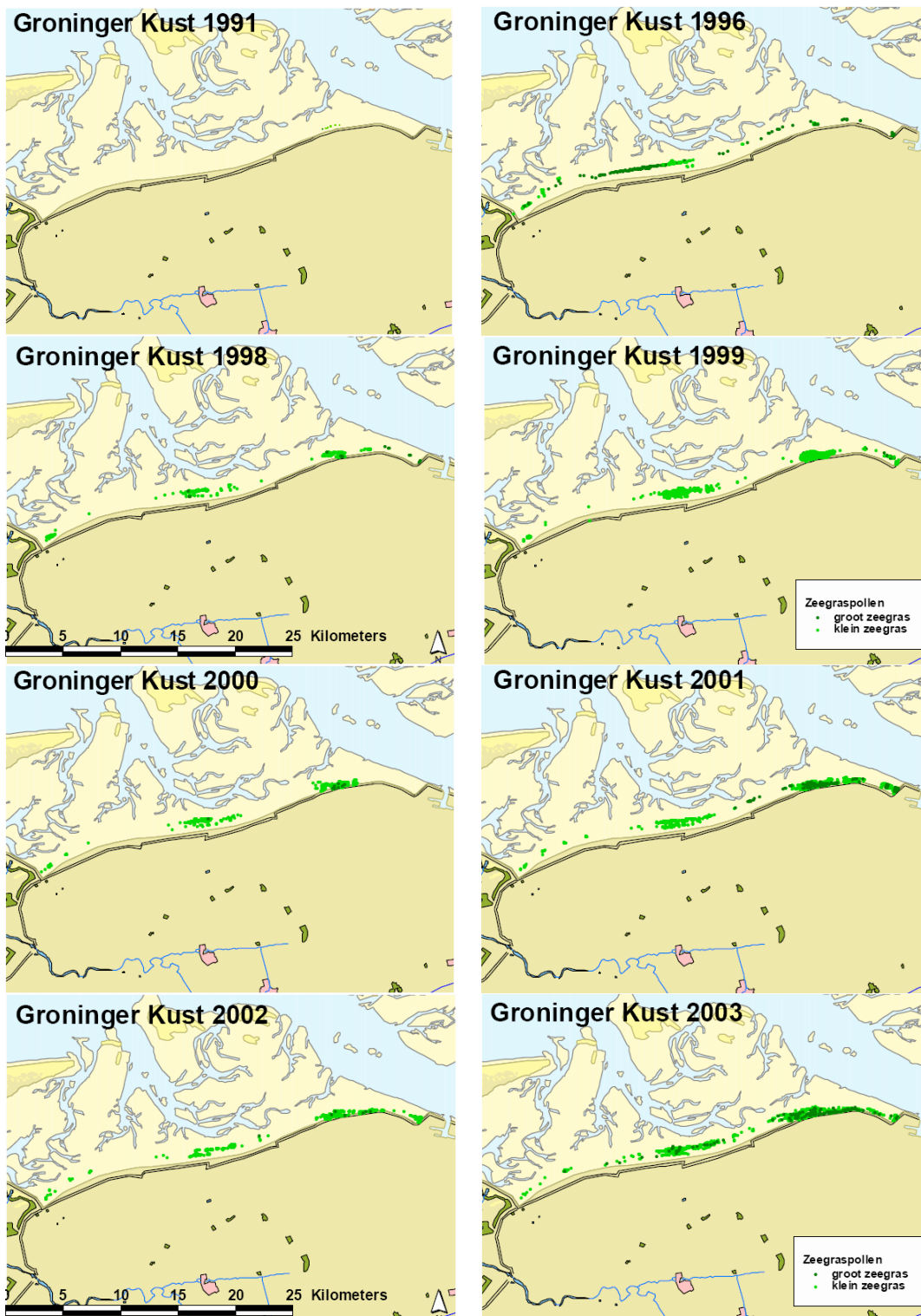
Voor 1930 kwamen in grote delen van de westelijke Waddenzee velden van het Groot zeegras voor. Dit was een breedbladige, robuuste ondersoort (*Zostera marina marina*) die was aangepast aan het leven rond en onder de laagwaterlijn. Deze zeegrasvelden vormden een eigen biotoop, waarin naast het zeegras nog talrijke andere soorten een geschikt leefmilieu vonden. Aan het begin van de dertiger jaren verdwenen de laaggelegen zeegrasvelden (Figuur 3.14), niet alleen in de Waddenzee maar in het gehele Noord-Atlantisch gebied. Deze achteruitgang wordt over het algemeen toegeschreven aan een samenloop van omstandigheden, namelijk de afsluiting van de Zuiderzee, klimatologische omstandigheden en misschien een ziekte die over het gehele Noord-Atlantische areaal optrad. Onduidelijk is in hoeverre de zeegrassen in de getijdezone hiervan hebben geleden. In de meeste gebieden binnen het Noord-Atlantische areaal heeft het zeegras zich weer kunnen herstellen, maar in de Waddenzee is nooit herstel van de robuuste vorm opgetreden; mogelijk is dit een gevolg van toegenomen troebelheid van het water in combinatie met visserijactiviteiten (Essink *et al.* 2003). Het zeegras in de getijdezone heeft zich

aanvankelijk wel hersteld, maar in de jaren 1970-1990 is weer sterke achteruitgang opgetreden en lokaal is het zeegras (beide soorten) zelfs geheel verdwenen, bv. op het Balgzand. Deze nieuwe achteruitgang is waarschijnlijk een gevolg geweest van een sterke toename in de troebelheid van de Waddenzee. Daardoor is de ondergrens sterk omhoog geschoven tot vlak bij de bovengrens, waardoor er geen groeimogelijkheden meer overbleven voor het zeegras. Sinds eind '80-er jaren is de helderheid weer verbeterd, maar in de westelijke Waddenzee is zeegras niet meer teruggekomen in de getijdzone, mogelijk omdat er geen zaden of andere plantendelen meer voorkomen en er ook niet makkelijk terecht kunnen komen als gevolg van de overheersende oostelijke stroming. In de oostelijke Waddenzee en de Eems heeft wel enig herstel plaatsgevonden. Vooral de laatste 10 jaar lijkt daar een voorzichtige uitbreiding van het zeegras plaats te vinden (Figuur 3.16), maar het herstel van zeegras in de Groningse kwelderwerken is al in de jaren 70 van de vorige eeuw ingezet (Philippart & Dijkema 1995).



Figuur 3.14. Geschatte hoeveelheden Groot Zeegras (*Zostera marina*) in de hele Waddenzee inclusief Eems Dollard vanaf 1920. Voor 1930 bestond het zeegras vooral uit de robuuste ondersoort en na de massasterfte vooral uit de andere ondersoort (*Zostera marina stenophylla*).

Langs de Groninger vastelandkust wordt door middel van karteringen vanuit de lucht en veldwerk gemonitord. Kaartjes kunnen via www.zeegras.nl gedownload worden. Een overzicht van de gegevens van verschillende jaren wordt gegeven in Figuur 3.15 (uit Erfteijer 2005). Langs de Friese vastelandkust komt zeegras niet voor.

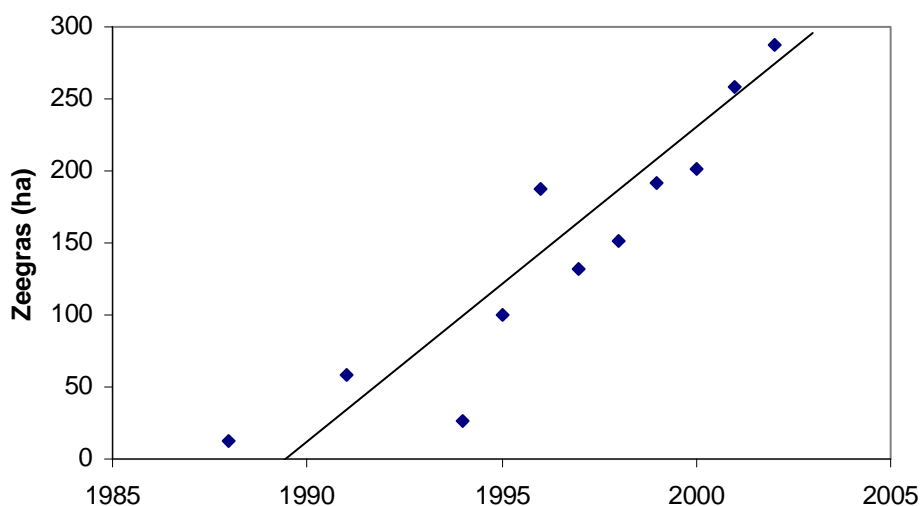


Figuur 3.15. Ontwikkeling zeegras op Groninger kust (Erfiemeijer 2005).

Huidige situatie

Anno 2000 resteerde niet meer dan ca. 250 ha verdeeld over de Waddenzee, de Oosterschelde en het Veerse Meer, hoewel er wel een langzame toename lijkt plaats

te vinden (Figuur 3.16). Voor het westelijke deel van de Waddenzee, eeuwenlang het bolwerk van het robuuste type Groot Zeegras, lijken kleinschalige aanplanten in de getijdzone succesvol te zijn. Onderzoek van de Katholieke Universiteit Nijmegen moet uitwijzen of ook het ondergedoken type zeegras kan worden geherintroduceerd. In de Oostelijke Waddenzee hebben de populaties op de Eems en het Klein zeegras (*Zostera noltii*) op Terschelling zich enigszins uitgebreid sinds begin jaren 90, terwijl het Groot zeegras op Terschelling vrijwel was uitgestorven. Langs de Groninger kust is het herstel al vanaf midden jaren 80 opgetreden (Philippart & Dijkema 1995). Ook in de Oosterschelde was het zeegras achteruitgegaan.



Figuur 3.16. Recente zeegrasontwikkeling in totale Waddenzee inclusief Eems Dollard vanaf 1988 (Erftemeijer 2005). De getoonde trend is significant ($r^2 = 0.84$; $p < 0.0001$).

Erftemeijer (2005) laat zien dat op de langere termijn een gestage toename in de ruimtelijke verspreiding van zeegrassen (zowel Groot als Klein Zeegras) in de Nederlandse Waddenzee aanwezig is (met uitzondering van één locatie (Terschellinghaven) waar een populatie Groot Zeegras sterk is achteruitgegaan en tenslotte geheel is verdwenen). Het totale areaal van zeegras in de Nederlandse Waddenzee (Groot + Klein Zeegras samen) is toegenomen van 13 ha in 1988 tot ruim 360 ha in 2003. Het betreft hier in 2003 totaal ca. 100 ha Klein Zeegras (*Zostera noltii*) en ca. 260 ha Groot Zeegras (*Zostera marina*), beide in hun verspreiding beperkt tot intergetijdegebieden. Deze toename is duidelijk significant, maar het gaat dan om over het algemeen vrij dun begroeide zeegrasvegetaties met een gemiddelde bedekking van minder dan 20%. Het geleidelijk herstel van zeegras in de Waddenzee lijkt voornamelijk veroorzaakt te worden door de toename in areaal van het zeegrasveld op de Hond/Paap dat de laatste jaren gemiddeld ca. 70% van de totale zeegrasoppervlakte in de Nederlandse Waddenzee voor haar rekening neemt. Er lijkt voornamelijk ook geen evidente toename op te treden in de dichtheid van de zeegrasvegetatie op de diverse locaties, met uitzondering van sommige locaties van begroeiingen van Klein Zeegras langs de Groninger kust.

Met betrekking tot het aandachtsgebied komen verspreid kleine hoeveelheden zeegras voor, meestal niet meer dan enkele pollen. In 2003 werd onder Ameland Klein Zeegras aangetroffen over een afstand van 200 meter onder de waddijk bij de Zinkesloot. Groot zeegras werd twee jaar geleden waargenomen nabij de Jachthaven op Schiermonnikoog. Verder is er in 2004 nog een melding binnengekomen van Groot zeegras aan de Noord/West kant van het eiland. Klein zeegras op Schiermonnikoog komt voor direct aan de dijk tussen de aanlegsteiger en de jachthaven (pers. med. A. Groeneweg, AGI-RWS).

Autonome ontwikkeling

De afname van eutrofiëring, een geleidelijke klimaatsverandering (minder strenge winters, meer warme voorjaren) en het afsluiten van gebieden voor schelpdiervisserij hebben vermoedelijk samen bijgedragen tot het beginnend herstel van zeegrassen in de Waddenzee. Bovendien lijkt zaadverspreiding vanuit de huidige groeilocatie van Groot Zeegras op de HondPaap goede kansen te bieden voor een verdere uitbreiding van het zeegrasareaal naar andere geschikte locaties in het oostelijk deel van de Nederlandse Waddenzee. Gezien het feit dat deze ontwikkelingen zich ook in de toekomst zullen voortzetten (de kokkelvisserij is met ingang 2005 gestopt) is de verwachting dat het zeegras zich verder zal uitbreiden in de Waddenzee.

Bodemdieren

In grote lijnen wordt het voorkomen van bodemdieren bepaald door de abiotische omstandigheden. Belangrijke factoren zijn droogvalduur, dynamiek (golfwerking en stroomsnelheid) en sedimentsamenstelling. Sedimentsamenstelling is ook sterk afhankelijk van de andere abiotische variabelen, en daarom is het moeilijk om directe causale relaties te leggen tussen sedimentsamenstelling en bodemdieren (Groenewold en Dankers 2002). Voor bijna alle soorten geldt een optimum curve met betrekking tot de relatie tussen het voorkomen en de abiotisch factoren waarbij gemiddelde omstandigheden meestal de voorkeur hebben (Dankers en Beukema 1981). In de geulen en prielen zijn de omstandigheden minder extreem dan op de platen en is de verspreiding van de soorten meer gecorreleerd met het sediment en de diepte. Naarmate het sediment fijner, slijkgiger en slechter gesorteerd is, neemt het aantal soorten toe, terwijl bij een toenemende diepte het aantal soorten afneemt (De Gee 1987). Bodemdieren hebben zelf ook invloed op het sediment, en daardoor ook op het voorkomen van andere bodemdieren. Dit geldt voor dieren die verantwoordelijk zijn voor bioturbatie (b.v. de Wadpier), voor dieren die het sediment begrazen en door verwijdering van de diatomeeënfilm de erosie versterken en voor dieren die zoveel slib en algen materiaal uit het water filteren dat de wijde omgeving verrijkt wordt met fijn sediment en organisch materiaal. Bodemdieren zijn een zeer belangrijke groep voor de Waddemzee. Ze zijn een belangrijke groep consumenten van de primaire productie en spelen een grote rol bij de nutriëntenkringlopen. Bovendien vormen bodemdieren de belangrijkste voedselbron voor de vogels in de Waddenzee. Sommige bodemdieren komen in zo'n grote hoeveelheden voor dat ze specifieke ecotopen vormen die weer vestigings- en overlevingsmogelijkheden geven voor andere organismen. In deze groep vallen vooral schelpdieren. Bij de beschrijving van de bodemdieren wordt daarom specifiek aandacht besteed aan schelpdieren.

Historische ontwikkeling en huidige situatie

Van 1970 tot eind jaren 80 is de biomassa van het macrozoobenthos in de westelijke Waddenzee verdubbeld (Beukema 1989, de Jonge & Essink 1992). In de oostelijke Waddenzee nam de biomassa van het macrozoobenthos af van 70 g asvrij drooggewicht (ADG)/m² in het begin van de jaren zeventig naar 50 gADG/m² in de tweede helft van de jaren tachtig (de Jonge & Essink 1992). In het sublitoraal van de westelijke Waddenzee vormen mosselen (inclusief cultuurpercelen) en strandkrabben samen ruim 80 % van de totale biomassa. In het sublitoraal van de oostelijke Waddenzee liggen geen mosselpercelen. De gemiddelde biomassa is er lager dan de 25 gADG/m² van het sublitoraal van de westelijke Waddenzee buiten de mosselpercelen (Essink 1989). De biomassa varieert ook sterk als gevolg van de aan- of afwezigheid van de mosselcultuurpercelen. Binnen de percelen is de biomassa ± 262 gADG/m² buiten de percelen 25 gADG/m² hetgeen iets lager is dan de gemiddelde biomassa van het droogvallende wad (30 à 40 gADG/m²) (Dankers & Wintermans 1996). In de jaren 90 bleef de totale biomassa aan macrozoöbenthos in de westelijke Waddenzee constant (Beukema *et al.* 2002) hoewel de biomassa van wormen toeneemt (Essink *et al.* 2005).

Dalende nutriëntconcentraties in het water van de westelijke Waddenzee als gevolg van het terugdringen van de nutriëntentoevoer naar het oppervlaktewater hebben waarschijnlijk tot gevolg gehad dat vanaf medio jaren 80 de Waddenzee een geringere draagkracht voor schelpdieren had (Brinkman en Smaal 2003), maar door terugkoppelingen in het systeem is het moeilijk om voorspellingen te doen over toekomstige ontwikkelingen.

Schelpdieren. Schelpdieren kunnen in zeer hoge dichtheden voorkomen. De belangrijkste soorten in het studiegebied zijn mossel, kokkel, Amerikaanse zwaardschede, strandgaper en nonnetje. De Japanse oester is sinds enkele jaren sterk in opkomst. Zowel ruimtelijk (Figuur 3.23 en Figuur 3.22) als temporeel vertonen schelpdieren grote dynamiek. Na een goede broedval komen ze in zeer grote hoeveelheden voor. Na één zware storm of strenge vorst kunnen ze ook weer grotendeels verdwijnen. Ook visserij kan zijn tol eisen, en in het verleden zijn grote delen van het bestand regelmatig weggevisst (Dankers *et al.* 2003, 2004, Ens *et al.* 2004). Daarentegen kunnen structuurvormende organismen zoals mosselen en oesters voor een relatieve stabiliteit vormen omdat ze beter bestand zijn tegen stormen als ze de kans krijgen zich een aantal jaren te ontwikkelen.

Dichte bestanden van schelpdieren vormen een link tussen het pelagiaal en het benthisch systeem (Dame *et al.* 1991). Ze filteren algen en fijn slib uit het water en faciliteren depositie van dat materiaal door vorming van pseudofaeces. In de wijde omgeving van schelpdierconcentraties is de bodem slijkgiger en komen andere en meer bodemdieren voor (voor een overzicht van de betreffende literatuur zie Dankers *et al.* 2004). Door het vastleggen van slib kan de bodem rond mosselbanken veel sneller stijgen dan de zeespiegel als gevolg van de klimaatsverandering. Schelpdieren hebben dus een invloed op het wad rondom hen, en kleine veranderingen in slibsamenvatting veroorzaakt door externe factoren zijn niet te meten tegen de fluctuaties die veroorzaakt worden door een andere samenstelling of

abundantie van de schelpdierfauna. Zelfs het monitoren van variabelen in het pelagiaal (chlorofyl, algensamenstelling etc) om relaties te leggen met invloeden zoals eutrofiëring en primaire productie is van beperkte waarde als er geen goede informatie is over de hoeveelheid schelpdieren en de hoeveelheid water die ze per tijdseenheid filtreren in relatie tot de verblijftijd van het water in het betreffende bekken (Dankers & Koelemaj 1989).

Schelpdierconcentraties kunnen biomassa's bevatten tot 1 kg asvrij drooggewicht per m² (10 – 20 kg versgewicht per m²). Gemiddelde waarden voor de platen van de Waddenzee variëren van 30 gram tot 80 gram asvrij drooggewicht per m²; individuele soorten komen zelden boven een paar gram.

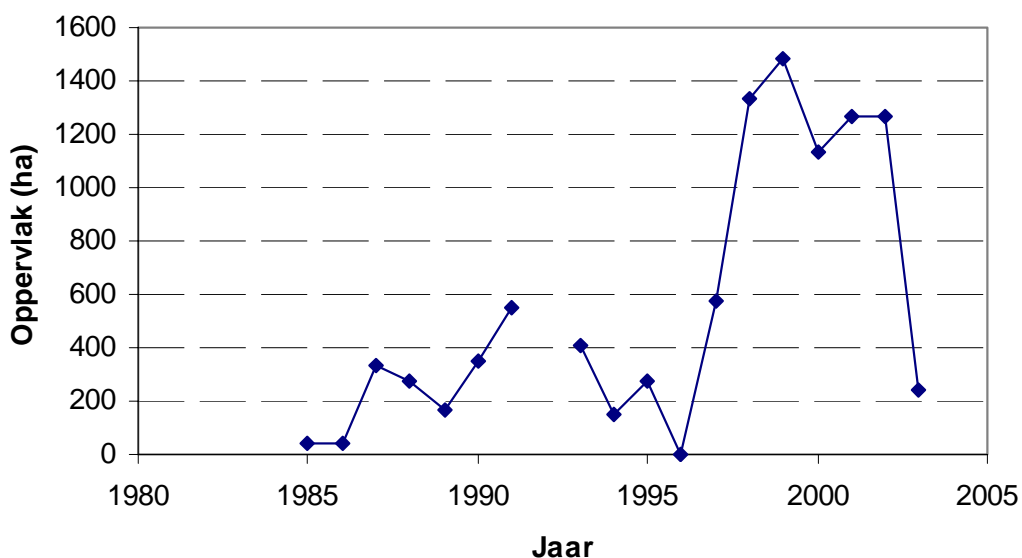
Daarmee is ook duidelijk dat schelpdieren belangrijk zijn voor het voorkomen van vogels en de aantallen daarvan in een bepaald deelgebied. Ook de soort schelpdier is daarbij belangrijk. De Amerikaanse zwaardschede komt vooral bij de laagwaterlijn voor en kan zich zeer snel ingraven. Van die soort lijken vooral juvenielen belangrijk en dan in hoofdzaak voor duikende vogels zoals de eidereend. De strandgaper zit diep ingegraven, en van deze soort zijn ook alleen de juvenielen belangrijk als vogelvoedsel. Het nonnetje is vooral belangrijk voor kleine vogels, mossel en kokkel daarentegen voor grotere vogels. Als de mossels klein zijn worden ze gegeten door zilvermeeuwen, kanoetstrandlopers en eidereenden. Grotere mossels zijn vooral interessant voor de scholekster en wellicht voor de eidereend.

Mosselbanken vallen ook eerder droog dan de omgeving. Tussen de mosselen bevinden zich poeltjes met een specifieke fauna, en ook tussen en op de mosselen komen verschillende soorten specifieke fauna voor. Daarop foerageren weer een aantal vogelsoorten (o.a. wulp, lepelaar, zwarte ruiter, groenpootruiter, diverse plevieren). Swarts (1991) toonde aan dat 25% van de in de Waddenzee aanwezige vogels foerageerde op de mosselbanken die slechts 3-4% van het wadoppervlak bedekten.

Met de voorgaande beschouwing is duidelijk geworden dat het zeer moeilijk is om veranderingen in bentische fauna en vogels te relateren aan menselijke activiteiten. Bestanden van oude strandgapers zijn met de standaard gebruikte monstertechnieken niet nauwkeurig te bepalen. De oude dieren zitten te diep. Hetzelfde geldt voor adulte zwaardscheden die zich zo snel kunnen ingraven dat ze in bemonsteringen onderschat worden. Dat er zeer veel zwaardscheden moeten zijn blijkt uit het feit dat larven van de zwaardschede overheersend zijn in het zoöplankton langs de Duitse Wadden (Ruth pers.com), en het voorkomen van veel delen van schelpen als met snelle bodemschaven wordt gemonsterd (RIVO pers.com). Nonnetjes komen voor in de standaard (kokkel) monitoring van het RIVO, maar zijn waarschijnlijk onderschat omdat ze voor een deel dieper voorkomen dan de diepte van de kokkelbemonsteringsapparatuur. In onderstaande beschrijving wordt verder ingegaan op de kokkel en mossel.

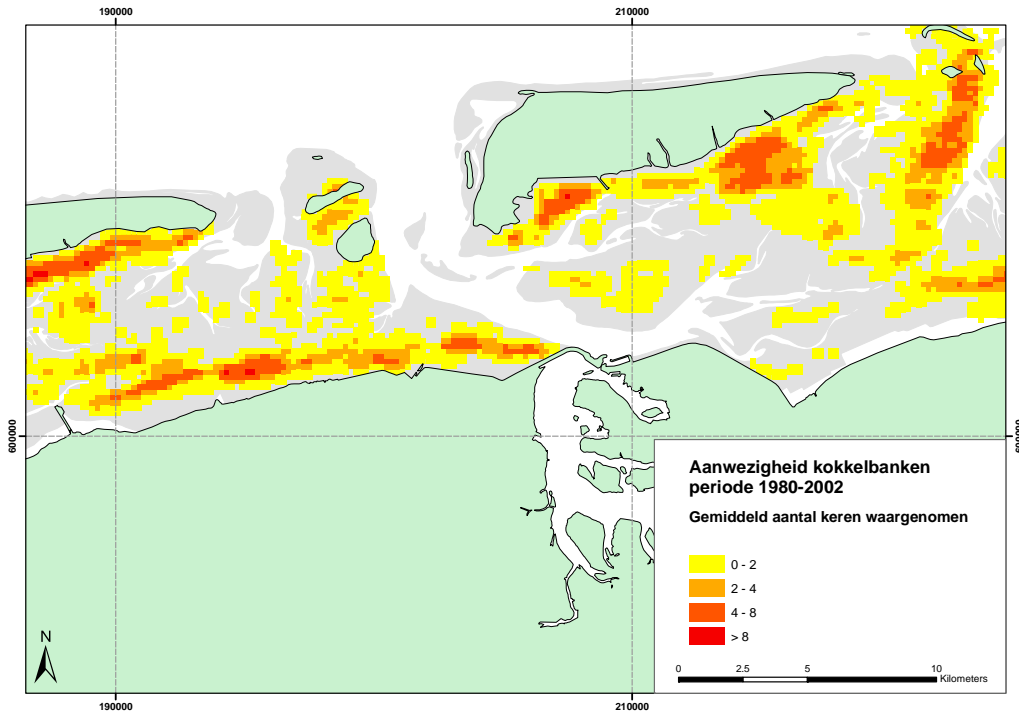
De Kokkel (Cerastoderma edule)

De kokkel vertoont maar af en toe een goede broedval. Uit Figuur 3.17 blijkt dat de jaarlijkse fluctuaties groot zijn. Kokkels vertonen een duidelijk aggregatiegedrag en komen daarom hoofdzakelijk voor in dichte banken. Een goede broedval kan een aantal jaren het beeld in een bank bepalen, maar door jaarlijkse sterfte is de dichtheid na een vijftal jaren meestal zodanig afgenomen dat nauwelijks nog van banken gesproken kan worden. In sommige jaren kunnen kokkelbanken een belangrijk substraat vormen voor mosselbroed en zodoende een aanzet zijn voor de ontwikkeling van mosselbanken (Dankers *et al.* 2004). Bij strenge vorst kan zeer grote sterfte optreden; bijvoorbeeld in de winter van 1996 werd een sterfte van 98% gemeten. Kokkels worden sinds begin jaren 90 kwantitatief bemonsterd door het RIVO en jaarlijks gerapporteerd ten behoeve van het vaststellen van quota voor de visserij. Vanaf 1 januari 2005 is de kokkelvisserij in de Waddenzee gestopt.



Figuur 3.17. Kokkelbankoppervlak (ha) in aandachtsgebied. Data visserijsector.

Ook door de visserijsector werden jaarlijks inventarisaties uitgevoerd. Daarbij werden de omtrekken van de banken in kaart gebracht. In Figuur 3.18 is weergegeven waar in het aandachtsgebied banken in de periode 1980-2002 aanwezig waren. In verschillende kleuren is aangegeven hoe dikwijls op een bepaalde plek sprake was van een bank. Dit is een relatieve maat voor de belangrijkheid van gebieden voor de vestiging en/of overleving van kokkelbanken.



Figuur 3.18. Gemiddeld aantal keren dat een kokkelbank op een bepaalde locatie is waargenomen.

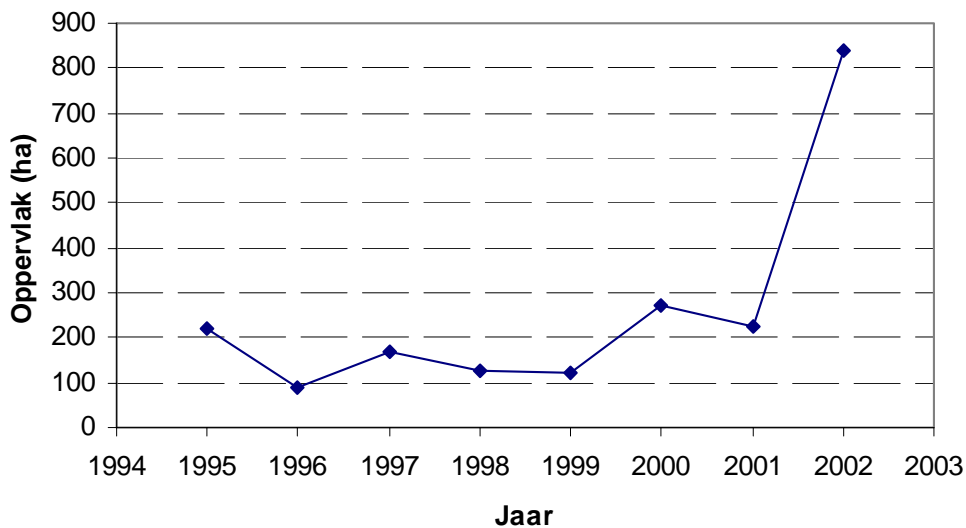
Uit de beschikbare informatie is duidelijk dat er delen van het aandachtsgebied zijn die meer geschikt zijn voor het ontstaan van kokkelbanken dan andere. Ook is het duidelijk dat er van nature grote jaarlijkse fluctuaties optreden.

De Mossel (*Mytilus edulis*)

De mossel vormt duidelijk herkenbare banken in het vlakke Waddenlandschap.

Evenals de kokkel is er sprake van onregelmatige broedval (

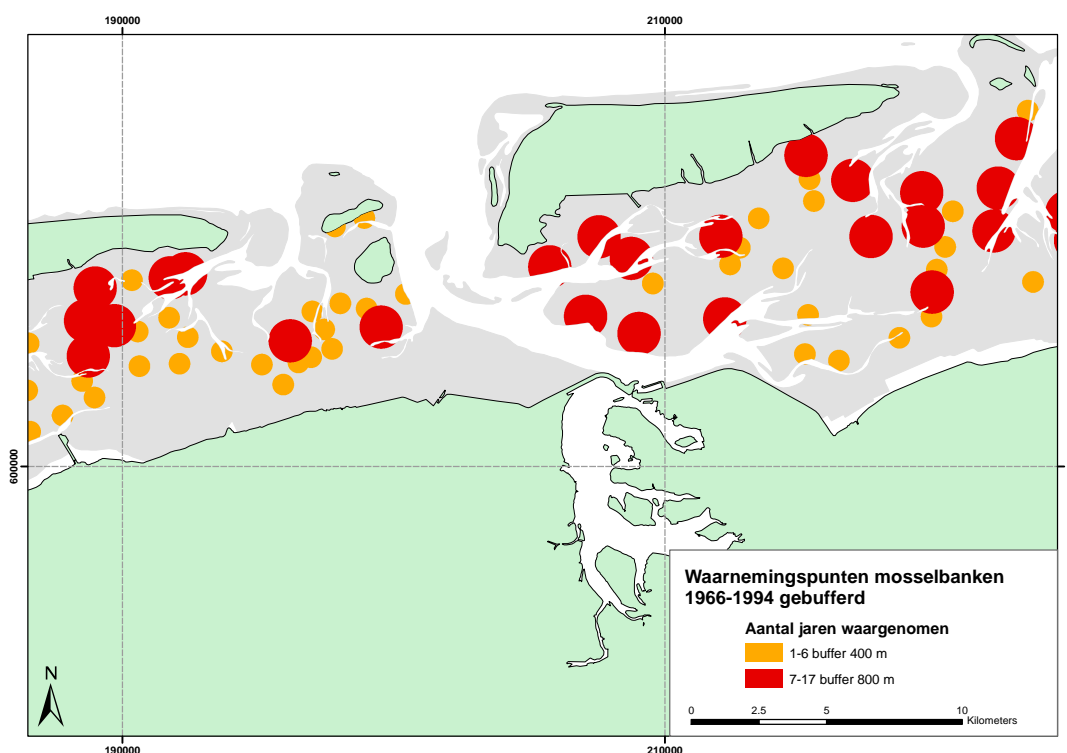
Figuur 3.19).



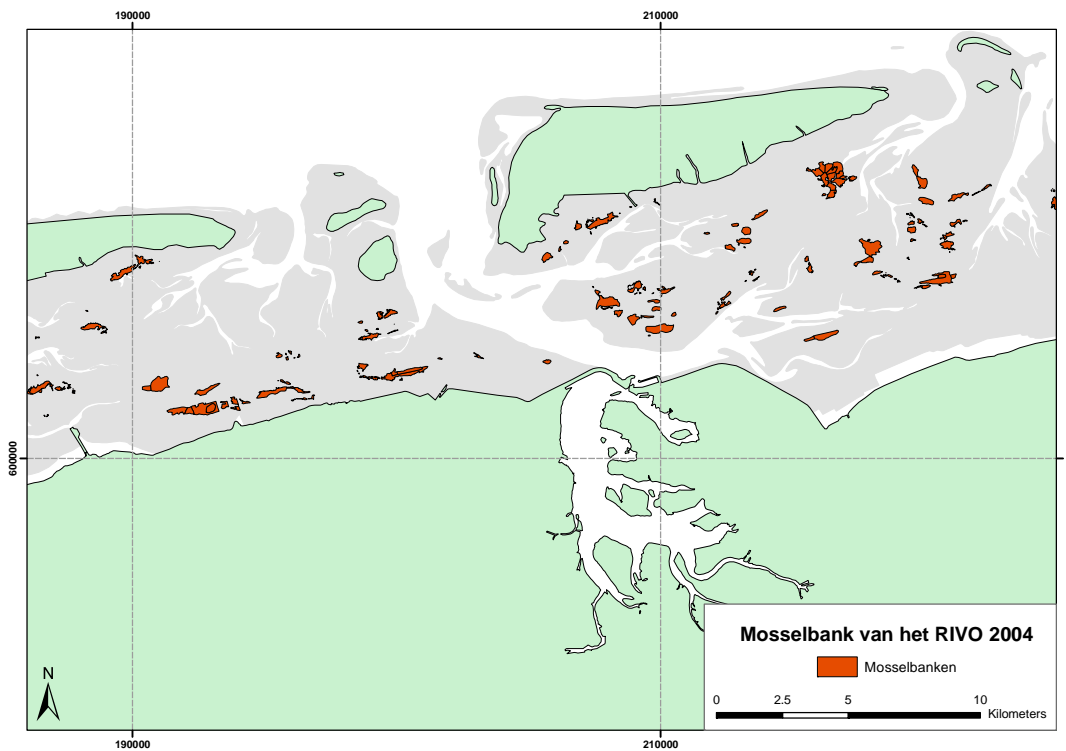
Figuur 3.19. Mosselbankoppervlak in het aandachtsgebied.

Als een mosselbank zich enige jaren kan ontwikkelen is er wel sprake van een stevige structuur die ook zware stormen en ijsgang kan weerstaan. Ook houdt een mosselbank zichzelf in stand doordat er binnen de mosselbank altijd wel enige broedval optreedt, zelfs als buiten de bank nauwelijks broedval is (Dankers *et al.* 2004). In de loop van de jaren 80 is zwaar gevestigd op mosselbanken in het studiegebied. Dit resulteerde in het nagenoeg afwezig zijn van mosselbanken begin jaren 90. Op grond van historische informatie is nagegaan waar in het verleden (tot begin jaren 90) mosselbanken aanwezig waren. Voor het aandachtsgebied is dat weergegeven in Figuur 3.20. In de figuur is met cirkels van verschillende doorsnede aangegeven hoe dikwijls zich een mosselbank in de buurt van die locatie bevond. Daarmee wordt een indicatie gegeven voor de geschiktheid van dat deel als “mosselgebied”.

Door RIVO worden vanaf 1994 jaarlijks de mosselbanken in kaart gebracht. Een samenvattende rapportage over de periode van 1994-2002 (Steenbergen *et al.* 2003) laat zien dat er na het stoppen van mosselzaadvisserij op de droogvallende banken sprake is van herstel. Voor het aandachtsgebied zijn de ingemeten mosselbanken in het voorjaar van 2004 weergegeven in Figuur 3.21 (Steenbergen *et al.* 2004)



Figuur 3.20. Aantal keren dat een mosselbank is waargenomen in de jaren 1966-1994.

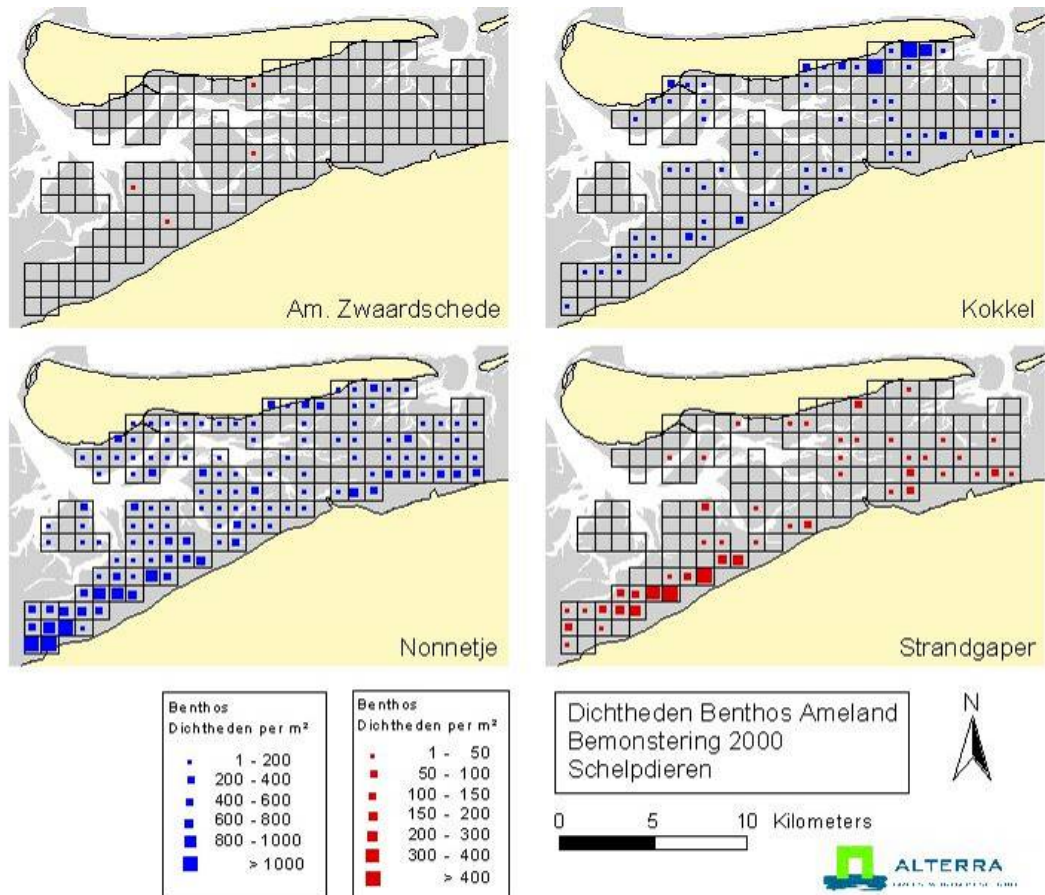


Figuur 3.21. Verspreiding mosselbanken zoals door het RIVO in kaart gebracht.

Hierbij moet ervan worden uitgegaan dat er meer banken aanwezig waren omdat het tijdens de korte inventarisatieperiode onmogelijk is om alle banken te omlopen. Gemiddeld werden in de periode 1994-2002 in het voorjaar 65% van het aanwezige bankoppervlak in kaart gebracht (Steenbergen *et al.* 2003). Uit de beschikbare informatie blijkt dat het aandachtsgebied zeer geschikt is voor de ontwikkeling van mosselbanken. Zowel door menselijke activiteiten als natuurlijke processen treden grote fluctuaties op in het voorkomen van deze banken. Daarmee beïnvloeden ze ook de rest van het ecosysteem op verschillende niveaus in de verschillende jaren.

Overige Bodemdieren

Figuur 3.22, afkomstig uit onderzoek van Alterra, laat zien dat naast de reeds genoemde schelpdieren ook nonnetjes (*Macoma balthica*) en strandgapers plaatselijk in hoge dichtheden voorkomen op de wadplaten tussen Ameland en de Friese kust. Beide soorten zijn belangrijke prooidiersoorten voor vogels. Nonnetjes worden gegeten door o.a. kanoeten en rosse grutto's maar daarnaast ook door scholeksters, wulpen en in mindere mate door tureluurs. Kleine strandgapers worden gegeten door de zelfde soorten maar deze schelpdiersoort ontwikkeld in de loop van de jaren (ze kunnen tot 20 jaren oud worden) een steeds langere sifon en vestigt zich op steeds grote dieptes. Grote strandgapers kunnen op den duur dan ook alleen nog maar door zeer langsnavelige steltlopers, zoals wulpen, worden bemachtigd (Zwarts & Wanink 1984).



Figuur 3.22. Schelpdieren verdeling over het wad onder Ameland. Gegevens gebaseerd op een bemonstering uitgevoerd in juni 2000 (op elk monsterpunt 2x2 steken), uitgedrukt in dichtheden per m² (Alterra, ongepubl.)

Bodemdieren bemonstering (Figuur 3.22 en Figuur 3.23). Met behulp van een aluminium platbodem met 30cm diepgang zijn tijdens hoog water 140 plekken bemonsterd. De bemonsteringsplekken lagen op de getijdeplaten in het midden van een vak van 1 km². Op elke locatie zijn, links en rechts van de boot, 2 monsters gestoken, elk bestaande uit 2 steken. Beide steken zijn samengevoegd en uitgezeefd zodat van elke locatie 2 monsters beschikbaar zijn met een oppervlakte van 83,3 cm². De bodemdieren n geteld, werd aan boord uit het monster gezeefd en op dezelfde dag tot op soortsniveau gedetermineerd e Verder werden alle schelpdieren geteld, de leeftijd bepaald, de grootte gemeten (mm) en de beesten opgeslagen in 4% formaline om later de conditie te bepalen.

Naast schelpdieren kunnen ook verschillende soorten wormen in hoge dichtheden worden aangetroffen (Figuur 3.23). Tot de meest talrijke soorten behoren draadwormen (een verzamelgroep dunne wormen waartoe *Heteromastus filiformis* en *Eteone longa* behoren), de veelkleurige zeeduizendpoot (*Nereis diversicolor*), de wapenworm (*Scoloplos armiger*), de wadpier (*Arenicola marina*), de zandzager (*Nephtys hombergii*), de schelpkokerworm (*Lanice conchilega*) en de Oostzeezager (*Marenzelleria wireni*). Uit Figuur 3.23 blijkt duidelijk dat plaatselijk hoge dichtheden van de genoemde bodemdiersoorten kunnen worden bereikt, in sommige gevallen tot enkele duizenden exemplaren per m². Elke soort heeft een specifieke habitatvoorkeur: wapenwormen en wadpiëren verkiezen vooral zandige bodems rond de binnendelta's van de grote geulen tussen de eilanden, nonnetje, strandgaper en zeeduizendpoot

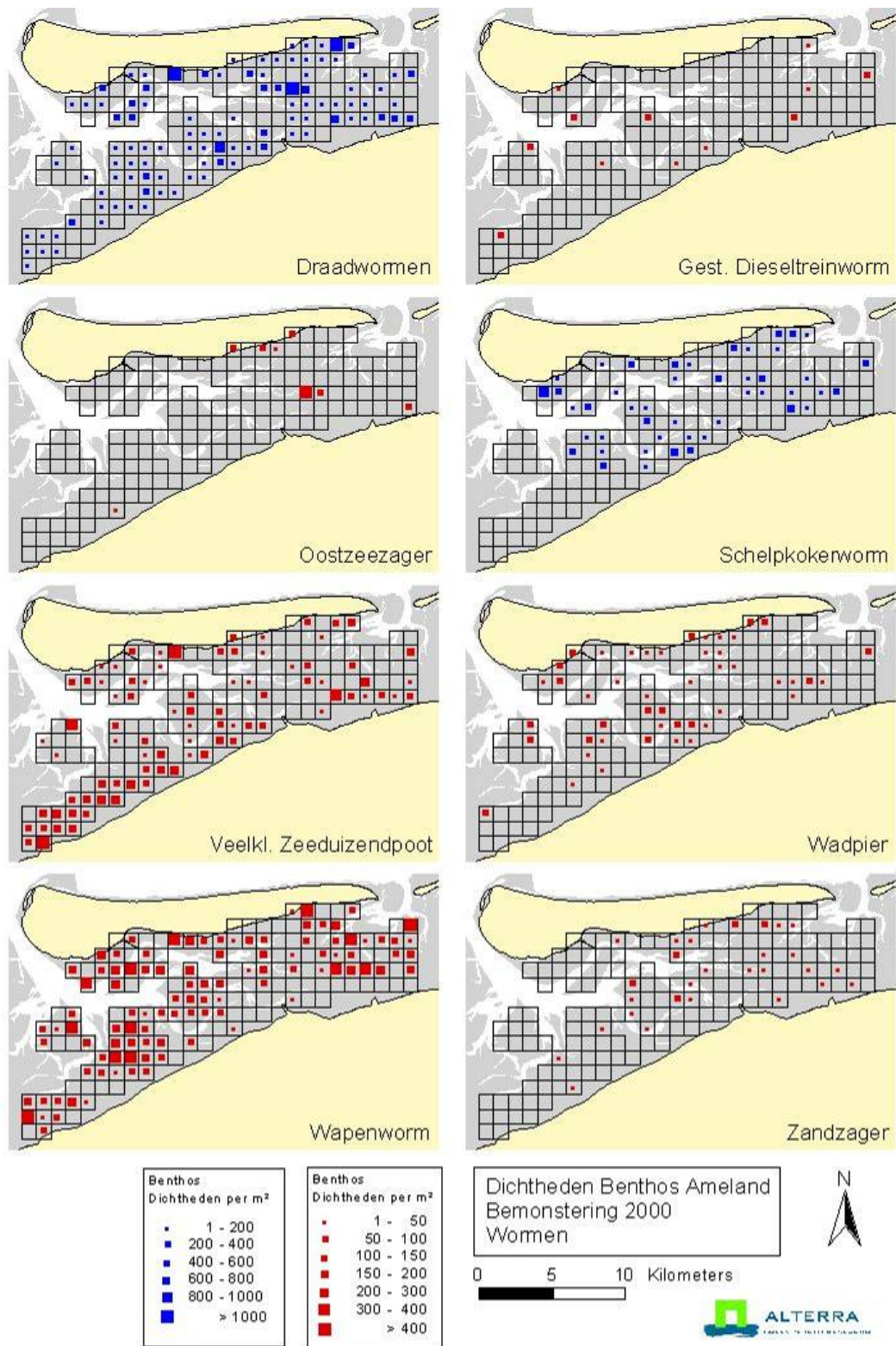
hebben voorkeur voor wat slijkkiger bodemtypen en zijn vooral te vinden in een strook net buiten de kwelderwerken langs de vastelandskust en in de wat meer slijkkige gebieden ten zuiden van Ameland.

Afgezien van een zestal raaien op de Piet Scheveplaat die jaarlijks door medewerkers van het koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) worden bemonsterd bestaat er geen monsterprogramma voor bodemdieren in het aandachtsgebied. Over de NIOZ bemonstering wordt jaarlijks gerapporteerd in de vorm van overzichten van de soortensamenstelling, dichtheden en biomassa die per raai is aangetroffen en de sedimentsamenstelling (o.a. Dekker *et al.* 2003). Een rapportage waarin de resultaten van de macrobenthosbemonsteringen over de raaien op de Piet Scheveplaat wordt samengevat is niet beschikbaar.

Autonome ontwikkeling

Door het sluiten van het gebied voor mechanische kokkelvisserij is te verwachten dat het voorkomen van kokkelbanken zal stabiliseren. Ongetwijfeld zullen na goede broedvallen nog relatief hoge concentraties en biomassa's voorkomen, evenals het nagenoeg geheel verdwijnen na een strenge winter. De door visserij veroorzaakte snellere afname na een goede broedval is echter verdwenen. De handkokkelvisserij is qua hoeveelheid minimaal vergeleken met de mechanische sector. Bij inventarisaties in het kader van het EVA-2 onderzoek werd aangetoond dat er een vermindering van mosselbroedval in kokkelvisserijsporen optrad. Ook is aangetoond dat in sommige jaren een kokkelbank een geschikt substraat vormt voor de vestiging van mosselbanken (Dankers *et al.* 2004). Daarom is het ook waarschijnlijk dat de mosselbanken zullen toenemen als gevolg van het stoppen van kokkelvisserij. Daarnaast is het aannemelijk dat mosselbanken zich nog niet geheel hersteld hebben van het volledig verdwijnen in de vroege jaren 1990, en dat de ontwikkeling qua oppervlak zich nog in een groeifase bevindt. Met het toenemen van mosselbanken is ook een stabielere voedselvoorziening van wadvogels gegarandeerd. Omdat rond mosselbanken door het bezinken van pseudofaeces een rijkere bodemfauna aanwezig is (waarschijnlijk geldt hetzelfde rond kokkelbanken) zal de toegenomen hoeveelheid mosselbanken resulteren in een algemene toename van foerageermogelijkheden voor wadvogels. Of bovenstaande ontwikkeling ook daadwerkelijk op zal treden is niet geheel zeker door onduidelijkheid omtrent het toekomstige schelpdiervisserijbeleid. De brief van de Minister aan de Kamer geeft aan dat er een mogelijkheid is dat in de toekomst droogvallende mosselbanken beheerst bevestigd worden, en dat mosselbanken die geacht worden onstabiel te zijn geheel weggevoerd kunnen worden.

Een andere onzekerheid is de ontwikkeling van de Japanse Oester. Deze soort breidt zich explosief uit (Dankers *et al.* 2004). Op sommige plekken ontwikkelen ze zich tot riffen op een ondergrond van zand en schelplagen, op andere plekken nemen ze de plaats van mosselbanken in. In hoeverre ze door directe voedselconcurrentie, wegfilteren van larven of fysieke verdringing mossel- en kokkelbanken zullen beconcurreren is niet te voorspellen. Indien de Japanse Oester mossel- en kokkelbanken verdringt, bestaat er een grote kans dat er voor de wadvogels minder voedsel beschikbaar komt, omdat de oester geen geschikte prooi vormt.



Figuur 3.23. Bodemdieren verdeling over het wad onder Ameland. Gegevens gebaseerd op een bemonstering uitgevoerd in juni 2000 (op elk monsterpunt 2x2 steken), uitgedrukt in dichtheden per m² (Alterra, ongepubl.)

Naast de oester breidt ook de Amerikaanse zwaardschede (*Ensis sp.*) zich sterk uit (Dekker NIOZ, pers. med.). Ook daardoor kan op gegeven moment sprake zijn van voedselconcurrentie met mossel- en/of kokkelbanken. Hierbij speelt ook mee dat de beschikbare hoeveelheid algen af kan nemen door de beleidsgestuurde vermindering van eutrofiering. In hoeverre voedsel limiterend is voor ontwikkeling van schelpdierpopulaties, of dat factoren zoals broedval, predatie, stormen en sedimentstabiliteit de echte sleutelfactoren zijn, is niet bekend. Het is daarom onmogelijk voorspellingen te doen over de gevolgen van minder nutriënten op schelpdierpopulaties.

Het is aannemelijk dat andere bodemdieren toenemen als mossel en kokkelbanken toenemen. Dit geldt vooral voor depositfeeders die profiteren van pseudofaeces van schelpdieren. Hetzelfde als hierboven gesteld over de effecten van eutrofieringsbestrijding geldt voor de overige bodemfauna. Het is onmogelijk om voorspellingen te doen over de autonome ontwikkeling wat betreft dit aspect.

Vissen

Een recent overzicht wordt gegeven in het “quality status report” (Essink *et al.* 2005). De meeste demersale vissoorten laten een dalende trend zien over de laatste jaren, helemaal wanneer de aantallen vergeleken worden met het begin van de jaren 80. De Waddenzee is van oudsher een kinderkamer voor platvis, met name tong en schol. Deze soorten zijn sinds 1980 significant achteruit gegaan; de juvenile populaties blijken meer uit de kust te blijven. De redenen van de geconstateerde verandering in verspreiding zijn (nog) niet bekend.

Fint. De Brabantse Biesbosch was in het verleden een belangrijk paaigebied voor de Fint, maar dit is voorbij sinds het sluiten van de Haringvlietdam in 1970. Vanaf de jaren 1990 lijkt het aantal Finten langs de Nederlandse kust en in de benedenrivieren weer toe te nemen. De soort heeft in onze wateren echter nog geen stabiele populatie kunnen vormen. Wel zijn er afgelopen jaren voor het eerst sinds vele jaren weer jonge Finten in ons land gesignaleerd langs een natuurvriendelijke oever langs het Noordzeekanaal, na het passeerbaar maken van de zeesluizen in 1995. In Duitsland, Groot-Brittannië, Frankrijk en Spanje bestaan nog kleine paaiende populaties van de soort. Ook in de Waddenzee wordt de Fint aangetroffen. Zolang echter een zoetwatergetijdegebied met relatief schone grindbanken en luwteplaatsen ontbreekt, is een duurzame populatie van deze soort in Nederland niet aannemelijk (Janssen & Schaminée 2004). De fint nam in 1999 plotseling toe in aantal, maar vanaf mei-juni 2000 namen de gevangen aantallen in de Eems-Dollard gestaag af en ook in 2001 bleven ze laag (Essink *et al.* 2005). De populatie lijkt niet stabiel.

Zeeprrik. Met name door aanleg van stuwen in rivieren is de soort in Nederland de laatste zestig jaar met een factor tien tot honderd afgenomen. De laatste jaren is er weer sprake van een opleving. Waarschijnlijk als gevolg van de verbetering van de waterkwaliteit. Voor 1920 trok de soort ook de Schelde op maar sindsdien is de soort hier door kanalisatie, watervervuiling en biotoopvernietiging uitgestorven (Janssen & Schaminée 2004). Recente aantalsgegevens zijn niet bekend.

Rivierprik. De soort kwam vroeger talrijk voor in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse wateren, maar is vooral als gevolg van de aanleg van stuwen en dammen sterk achteruitgegaan. De exacte verspreiding is moeilijk vast te stellen, omdat de soort zich lastig laat vangen en als larve moeilijk herkenbaar is. In Nederland zijn er waarschijnlijk paaiplaatsen in de Drentsche Aa en bij de Maas in de zijriviertjes Roer en Geul. Als gevolg van een verbetering van de waterkwaliteit is het aantal Rivierprikken in de benedenrivieren en het IJsselmeer de laatste jaren toegenomen. In een aantal boven- en middenlopen van de Schelde komt de Rivierprik nog algemeen voor (de Nie 1997). De aantallen die in de Eems-Dollard gevangen worden variëren zeer. Sinds 1998 lijken de aantallen toe te nemen volgens lokale vissers. Voor meer informatie zie hoofdstuk 2.5.3.

Vogels

De vogelgegevens zijn voor het grootste deel afkomstig van SOVON. SOVON beschikt over verschillende meetprogramma's. Wadvogels foerageren tijdens laag water op de wadplaten, maar ze worden tijdens hoogwater op de hoogwatervluchtplaatsen geteld. Het gebied dat door individuele waarnemers wordt geteld wordt, in de SOVON-terminologie, aangeduid als telgebied. Deze afzonderlijke telgebieden worden soms samengevoegd tot een deelgebied en telgebieden of deelgebieden kunnen worden geaggregeerd tot een hoofdgebied. Zo is het eiland Schiermonnikoog een hoofdgebied dat uit meerdere telgebieden bestaat waarvan sommige telgebieden samen weer een deelgebied vormen. Tellingen van de gehele Waddenzee vinden niet elke maand plaats, maar door een uitgekiend schema van gehele en gedeeltelijke tellingen en met behulp van tellingen van deelgebieden die wel elke maand plaatsvinden, worden de maandelijkse aantallen in alle niet getelde telgebieden geschat ('imputed'). Hierdoor ontstaat een vrij volledig en accuraat beeld van de aantallen watervogels die in de totale Waddenzee aanwezig zijn. Doordat vogels heen er weer kunnen vliegen tussen individuele telgebieden neemt de betrouwbaarheid, naarmate men verder inzoomt op kleinere gebieden, van de geschatte aantallen af.

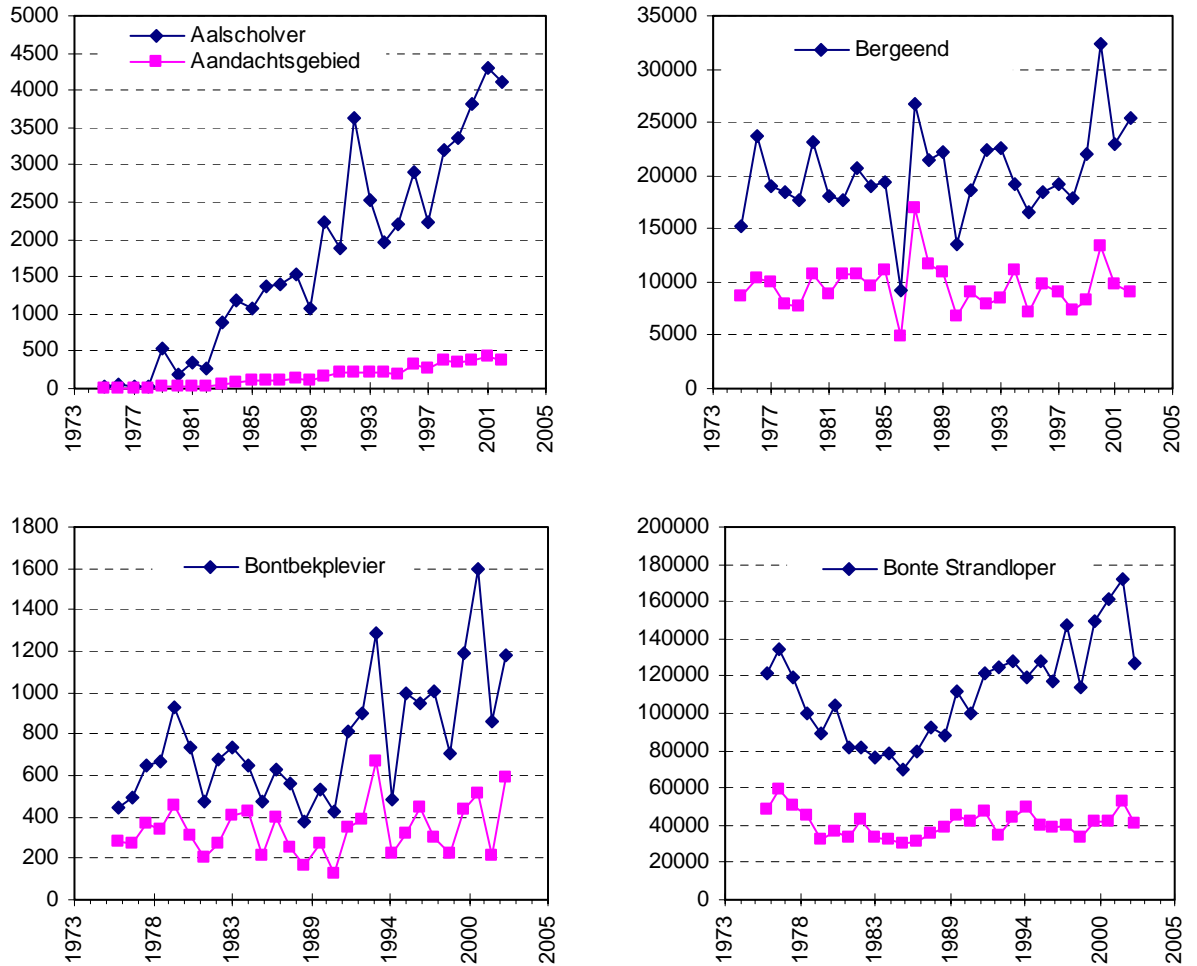
Naast deze gebiedsdekkende tellingen heeft SOVON ook enkele programma's die broedvogels meten (LSB en BMP, zie hoofdstuk 3.1.3). Deze programma's geven, met uitzondering van de kolonievogeltellingen, geen gebiedsdekkende aantallen, maar moeten als indicatief beschouwd worden.

Historische ontwikkeling en huidige situatie

Figuur 3.24 toont de historische trends in vogelaantallen in de totale Waddenzee en in het aandachtsgebied⁸ voor de soorten genoemd in het toetsingskaderdocument van LNV voor zover er gegevens voorhanden waren (zie Tabel 2.1a). Figuur 3.25 toont de trends van de aanvullende soorten zoals genoemd in Tabel 2.1b. De trends

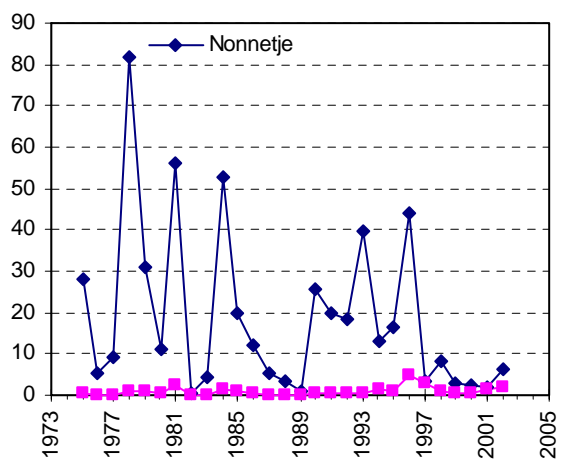
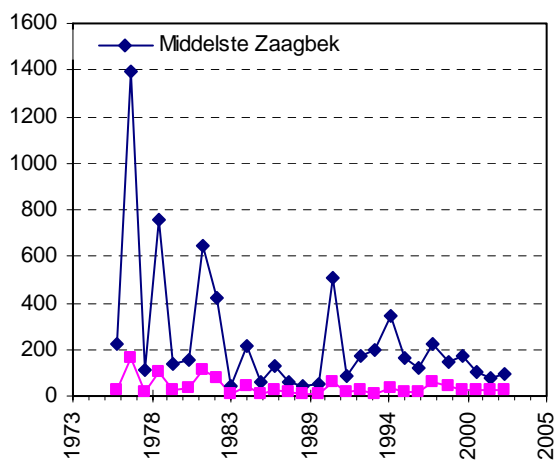
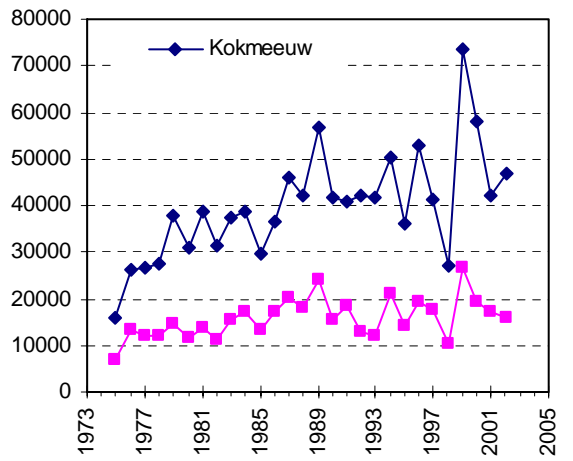
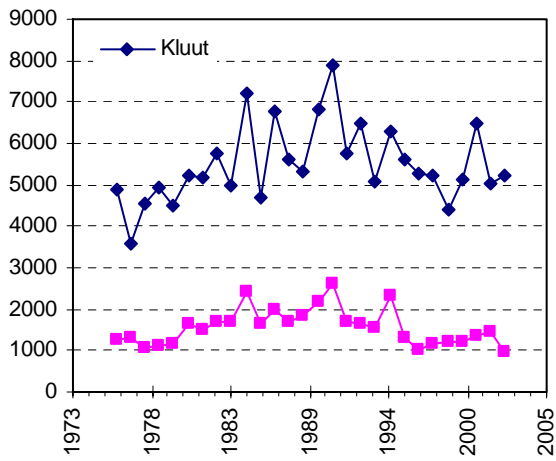
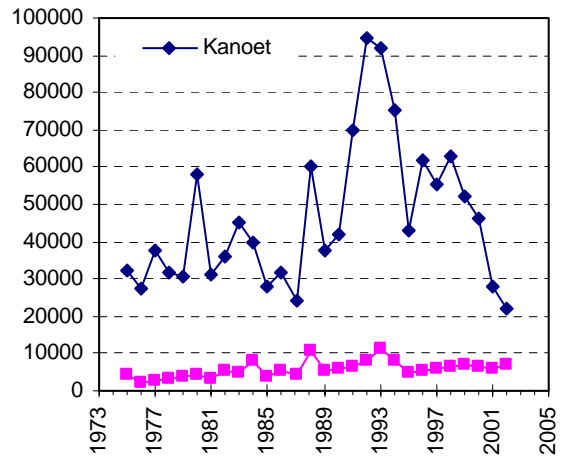
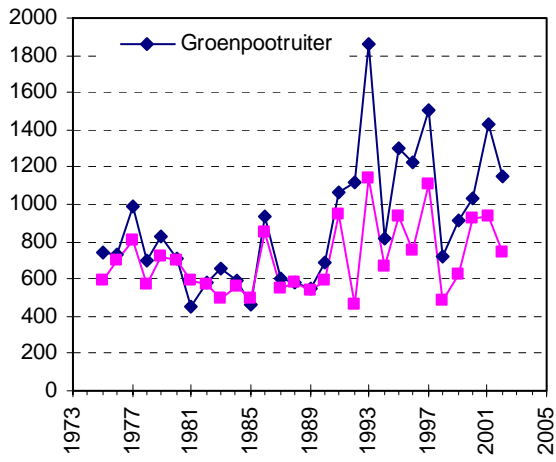
⁸ Het aandachtsgebied is hier iets groter genomen dan het feitelijke bodemdalingsgebied omdat de SOVON gegevens op het niveau van de hoofdgebieden betrouwbaardere informatie leveren en er ook langere tijdreeksen beschikbaar zijn. De volgende hoofd- en deelgebieden zijn hierin opgenomen: Ameland (WG2200), Engelsmanplaat (WG2300), Friese Kust: Lauwersoog - Holwerd (WG2500), Groninger Kust: Emmapolder - Lauwersoog (WG3500) en Schiermonnikoog (WG3100). Het is ook reëel om een groter gebied te nemen met betrekking tot de verspreiding van de vogels over het wad.

in vogelaantallen in het aandachtsgebied volgen in het algemeen de trends in de rest van de Waddenzee. Uitzonderingen zijn de Grote mantelmeeuw, die bijna afwezig is in het aandachtsgebied, en de Grutto en Rosse grutto die buiten het aandachtsgebied toenemen, terwijl ze binnen het aandachtsgebied min of meer constant blijven.

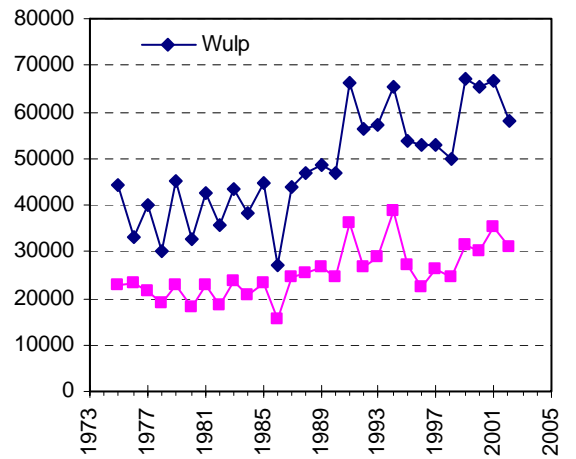
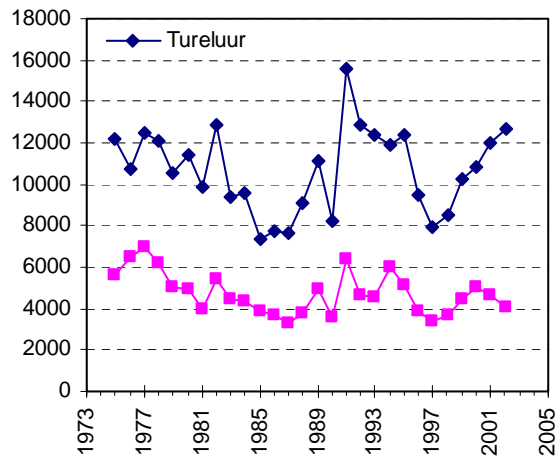
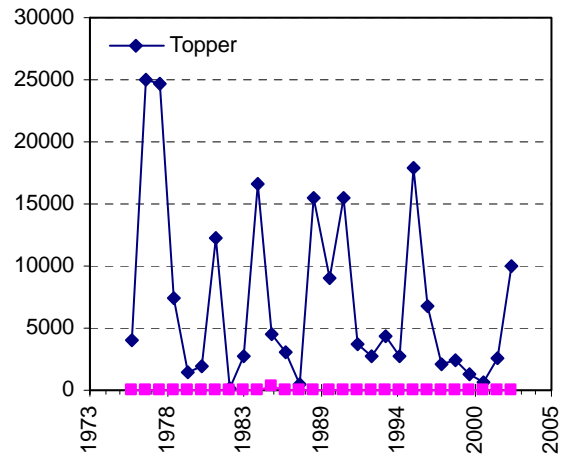
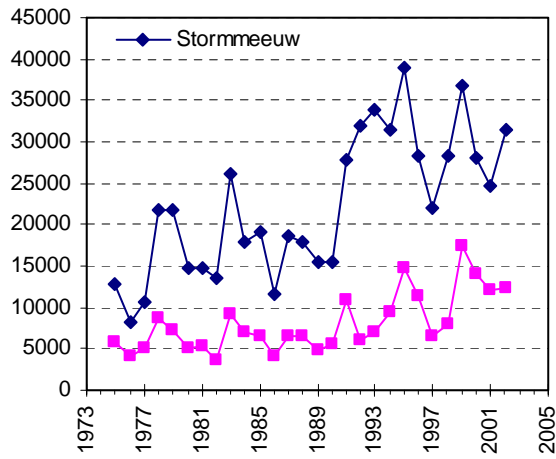
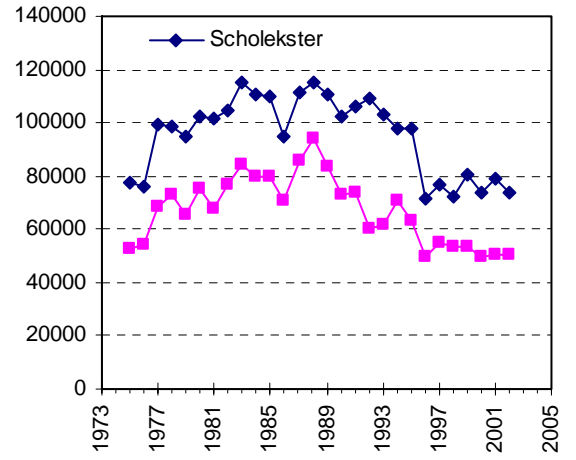
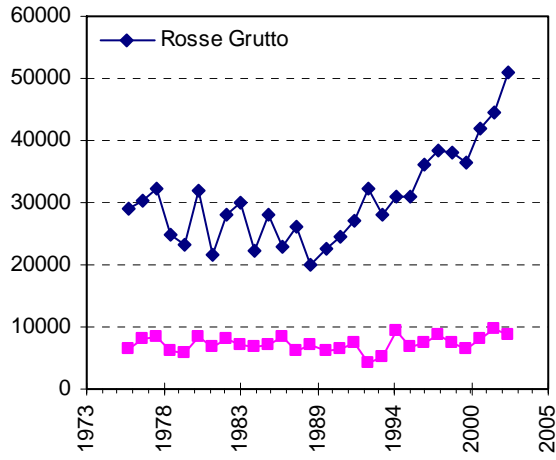


Figuur 3.24. Trends in vogelaantallen (geteld plus imputed) van seizoenen 1975/76 tot 2002/03 voor soorten vermeld in toetsingskader Vogelrichtlijngebieden (Tabel 2.1a). Y-as totaal aantal in de Nederlandse Waddenzee exclusief het aandachtsgebied, resp. de aantallen in de hoofdgebieden Ameland, Engelsmanplaat, Friese Kust: Lauversoo - Holverd, Groninger Kust: Emmapolder - Lauversoo en Schiermonnikoog (het aandachtsgebied); X-as jaar (Data SOVON). N.B. aandachtsgebied NAM is iets kleiner dan het hier gekozen subgebied. De totalen van beide reeksen is berekend door de getelde en bijgeschatte aantallen per maand per seizoen te middelen. Seizoenen lopen van juli tot juni; bv. in de grafieken is 1975 het seizoen 75/76 lopend van juli 1975 tot juni 1976.

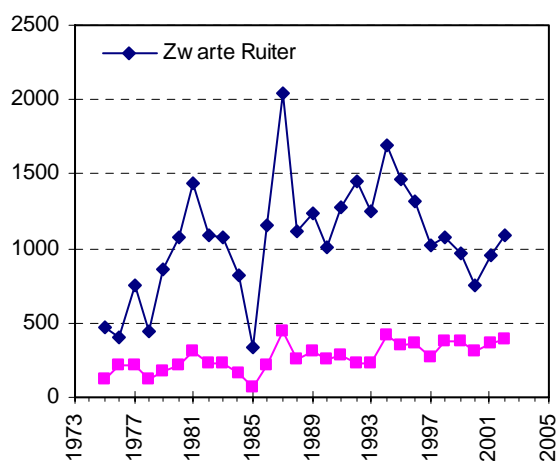
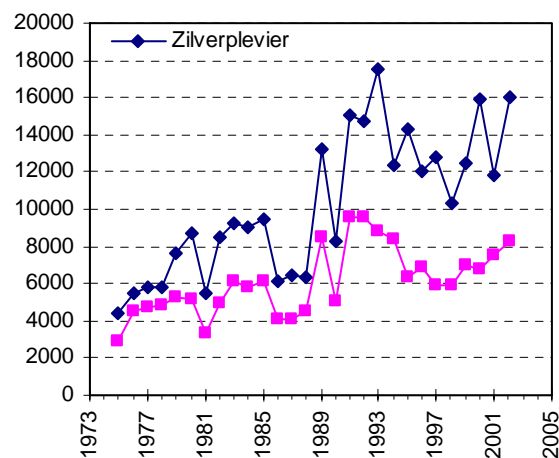
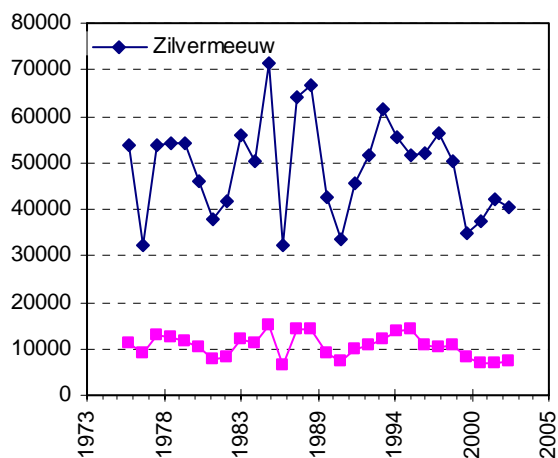
Figuur 3.24 vervolg



Figuur 3.24 vervolg

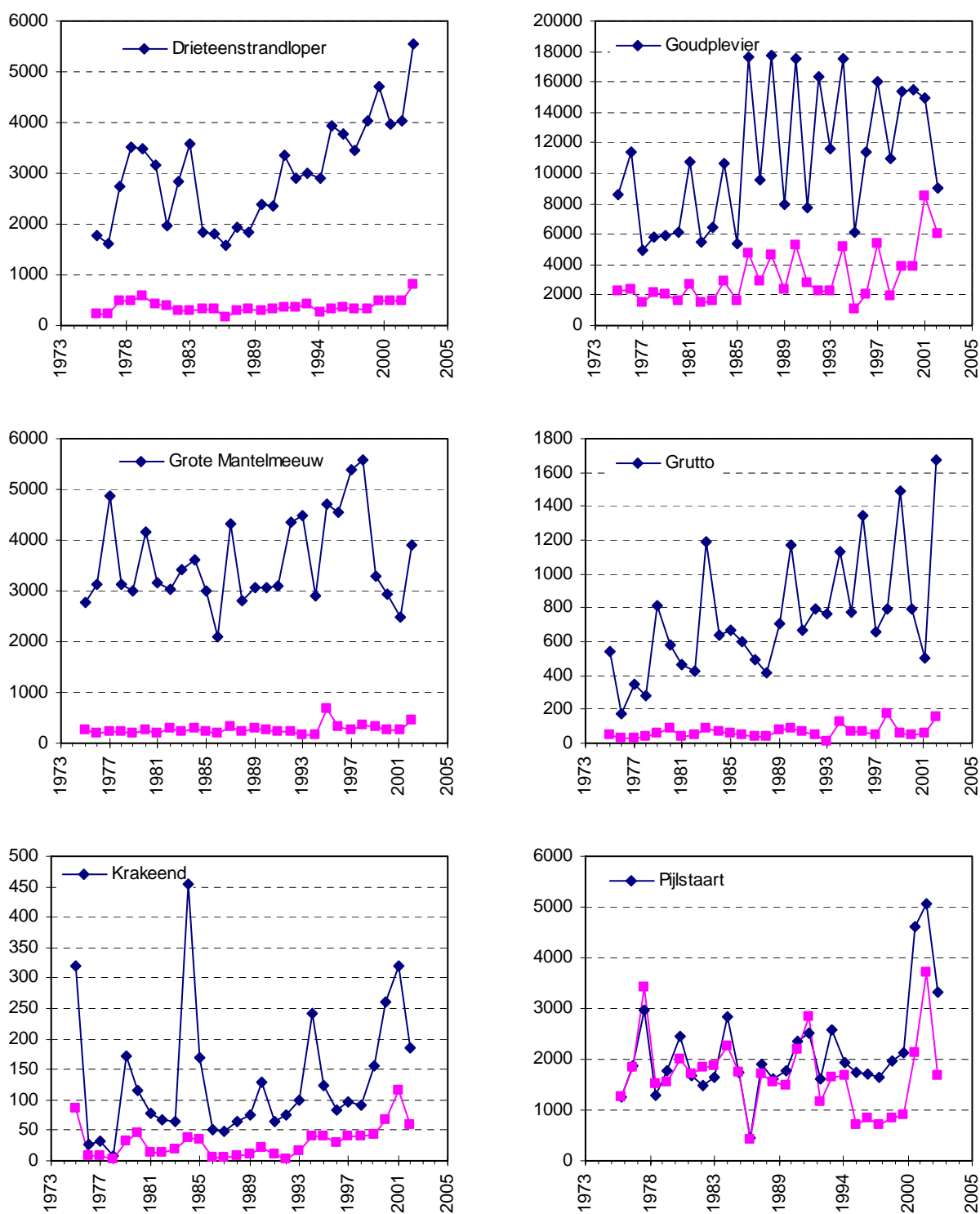


Figuur 3.24 vervolg



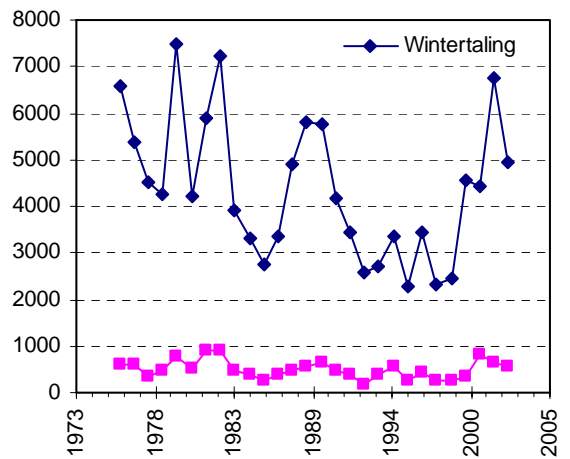
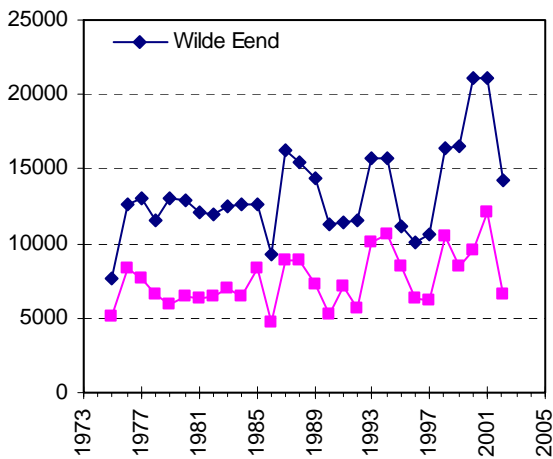
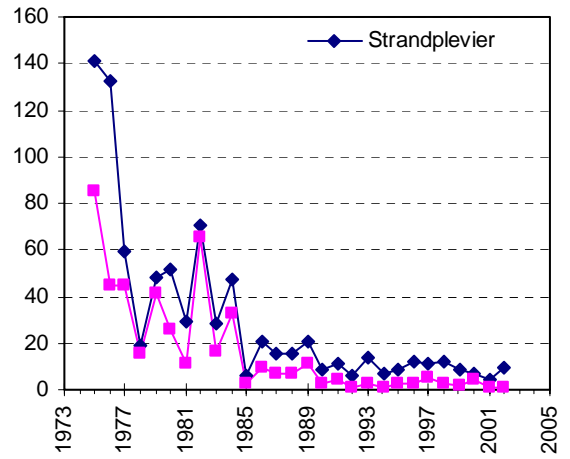
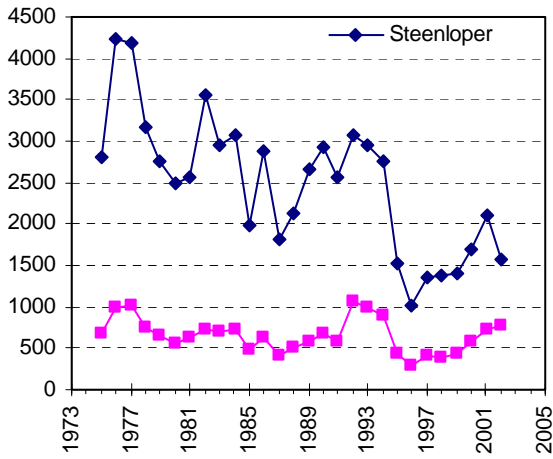
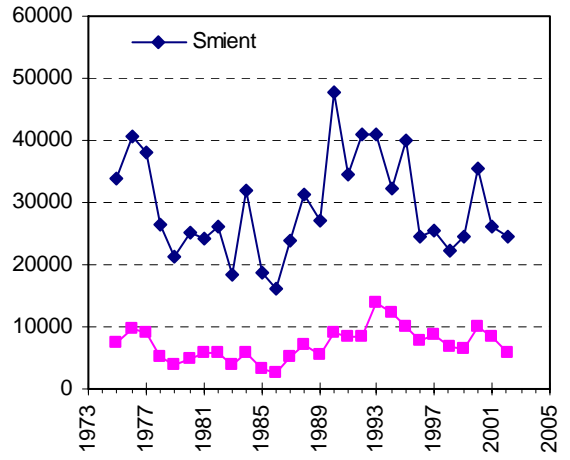
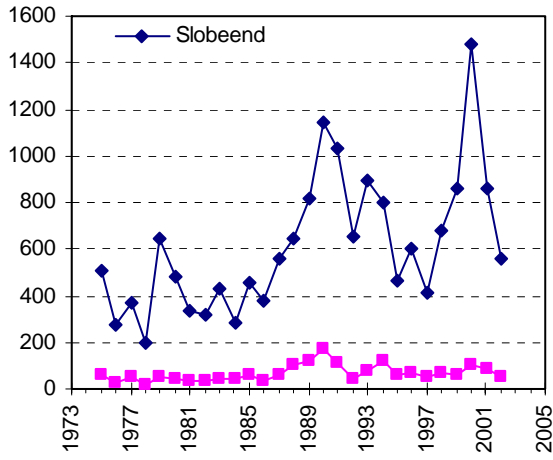
Voor sterns zijn geen betrouwbare gegevens beschikbaar omdat met de huidige tellingsmethode de aantallen niet goed kunnen worden bepaald. Sterns verzamelen zich tijdens hoogwater namelijk slechts gedeeltelijk op hoogwatervluchtplaatsen en kunnen alleen nauwkeurig worden geteld op slaapplekken. Dergelijke tellingen zijn niet opgenomen in het bestaande monitoringsprogramma.

In Figuur 3.25 worden nog voor een aantal andere belangrijke vogelsoorten (volgens Tabel 2.1) trends gegeven. Deze soorten worden niet in het “Toetsingskader Vogelrichtlijngebieden” document genoemd, maar worden wel relevant geacht voor het gebied.



Figuur 3.25. Trends in vogelaantallen (geteld plus imputed) van seizoenen 1975/76 tot 2002/03 voor kwalificerende soorten op basis van tabel 2.1b. Y-as totaal aantal Waddenzee exclusief aandachtsgebied en in de hoofdgebieden Ameland, Engelsmanplaat, Friese Kust; Lauwersoog - Holverd, Groninger Kust; Emmapolder - Lauwersoog en Schiermonnikoog; X-as jaar (Data SOVON). N.B. aandachtsgebied NAM is iets kleiner dan het hier gekozen subgebied. Totaal is uitgerekend door de getelde en bijgeschatte aantallen per maand per seizoen te middelen. Seizoenen lopen van juli tot juni; bv. in de grafieken is 1975 het seizoen 75/76 lopend van juli 1975 tot juni 1976.

Figuur 3.25 vervolg



Een samenvatting van de trendgegevens staat in Tabel 3.12. Meestal is de trend in het aandachtsgebied vergelijkbaar met de trend in de rest van de Waddenzee. Er zijn duidelijk significante toe- en afnames van soorten. Van alle trends is 67% positief en 33% negatief. Wanneer alleen naar de significante trends wordt gekeken is 79% positief. Belangrijke soorten zoals de Scholekster en Tureluur nemen af.

Tabel 3.12. Trends van vogelaantallen in het (uitgebreidere) aandachtsgebied (zie info bij Figuur 3.24). Afkortingen: Corr, Correlatie tussen Aandachtsgebied en rest van de Waddenzee; Trend, is de trend positief of negatief; Rc, richtingcoëfficiënt van de regressie (natuurlijke logaritme van aantallen); r^2 , door regressie verklaarde variatie; p , waarschijnlijkheidswaarde van de regressie; ns, niet significant ($p > 0.05$). Vet gedrukt, significant afnemende trend.

Soort	Corr	Trend	Rc	r^2	p
<i>Vogels volgens het toetsingskader Vogelrichtlijngebieden Waddenzee</i>					
Aalscholver	0.96	+	0.1728	0.8419	<0.0001
Bergeend	0.70	-	-0.0007	0.0006	ns
Bontbekplevier	0.78	+	0.0069	0.0224	ns
Bonte Strandloper	0.61	+	0.0002	0.0001	ns
Brilduiker	0.69	-	-0.0374	0.1874	0.0200
Groenpootruiter	0.84	+	0.0106	0.1156	ns
Kanoet	0.69	+	0.0291	0.3978	0.0003
Kluut	0.77	-	-0.0029	0.0082	ns
Kokmeeuw	0.90	+	0.0182	0.2755	0.0040
Middelste Zaagbek	0.96	-	-0.0227	0.0532	ns
Nonnetje	0.36	+	0.0508	0.1399	0.0490
Rosse Grutto	0.47	+	0.0033	0.0215	ns
Scholekster	0.91	-	-0.0109	0.2177	0.0123
Stormmeeuw	0.80	+	0.0339	0.4570	0.0001
Topper	-0.01	+	0.0374	0.0501	ns
Tureluur	0.75	-	-0.0100	0.1534	0.0400
Wulp	0.92	+	0.0173	0.4415	0.0001
Zilvermeeuw	0.90	-	-0.0081	0.0705	ns
Zilverplevier	0.89	+	0.0251	0.4517	0.0001
Zwarte Ruiter	0.71	+	0.0331	0.4149	0.0002
<i>Extra soorten n.a.v. tabel 2.1</i>					
Drieteenstrandloper	0.70	+	0.0119	0.0927	ns
Goudplevier	0.69	+	0.0313	0.2565	0.0060
Grote Mantelmeeuw	0.42	+	0.0158	0.1913	0.0200
Grutto	0.58	+	0.0224	0.1208	ns
Krakeend	0.75	+	0.0504	0.1511	0.0400
Pijlstaart	0.70	-	-0.0124	0.0441	ns
Slobeend	0.80	+	0.0314	0.2763	0.0040
Smient	0.77	+	0.0174	0.1357	ns
Steenloper	0.79	-	-0.0134	0.1165	ns
Strandplevier	0.91	-	-0.1397	0.7211	<0.0001
Wilde Eend	0.82	+	0.0129	0.1942	0.0200
Wintertaling	0.82	-	-0.0132	0.0670	ns

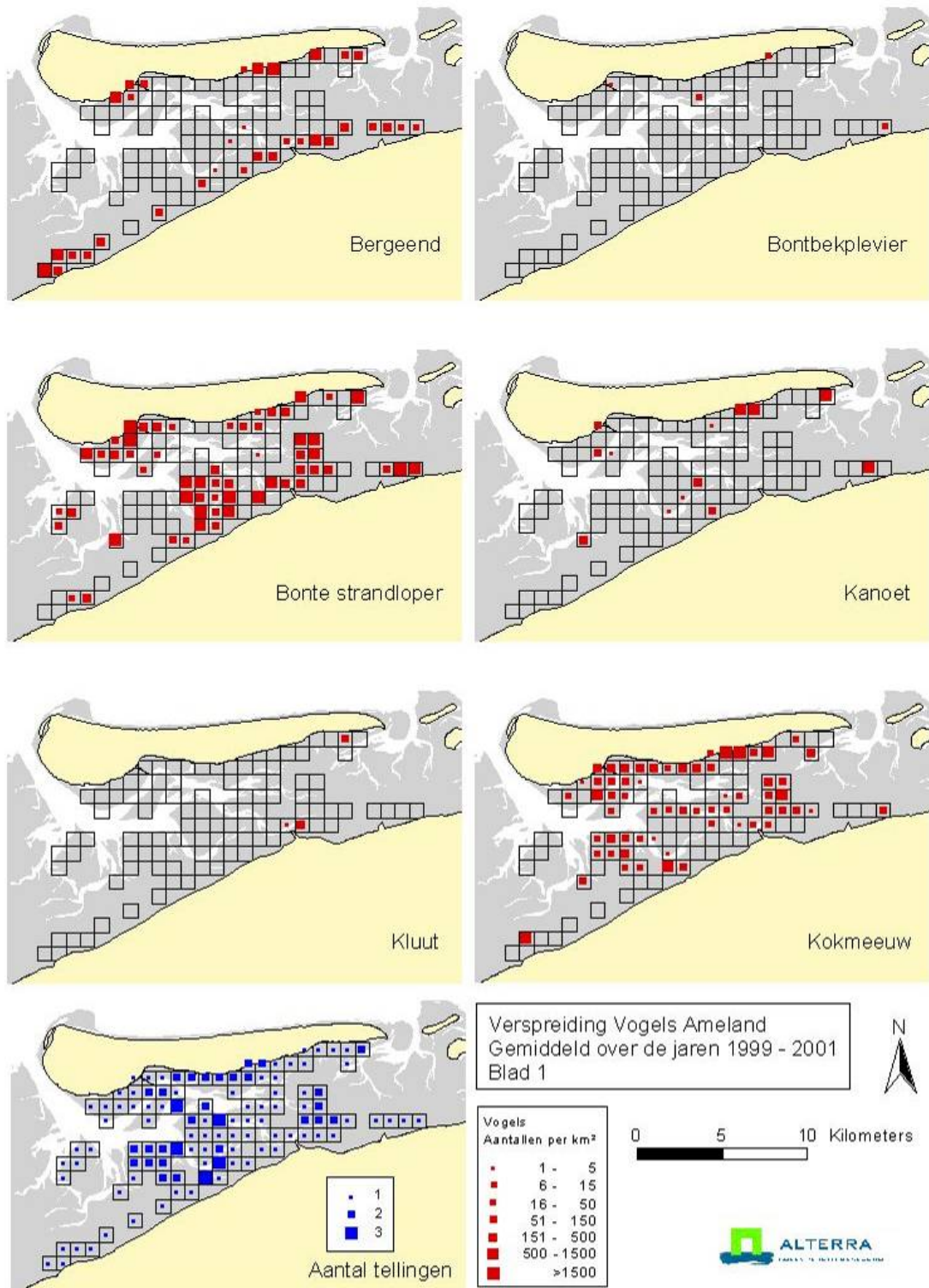
In Bijlage 6 tot en met 8 wordt aanvullende informatie gegeven: Bijlage 6 bevat een overzicht van seizoenspatronen zoals die in de Waddenzee gevonden worden (o.a. over seizoenspatronen van belang bij eventuele mitigerende maatregelen of voor het

vaststellen van de minst kwetsbare periode in verband met werkzaamheden). Bijlage 7 en 8 bevatten de getallen van de data die getoond worden in Figuur 3.24.

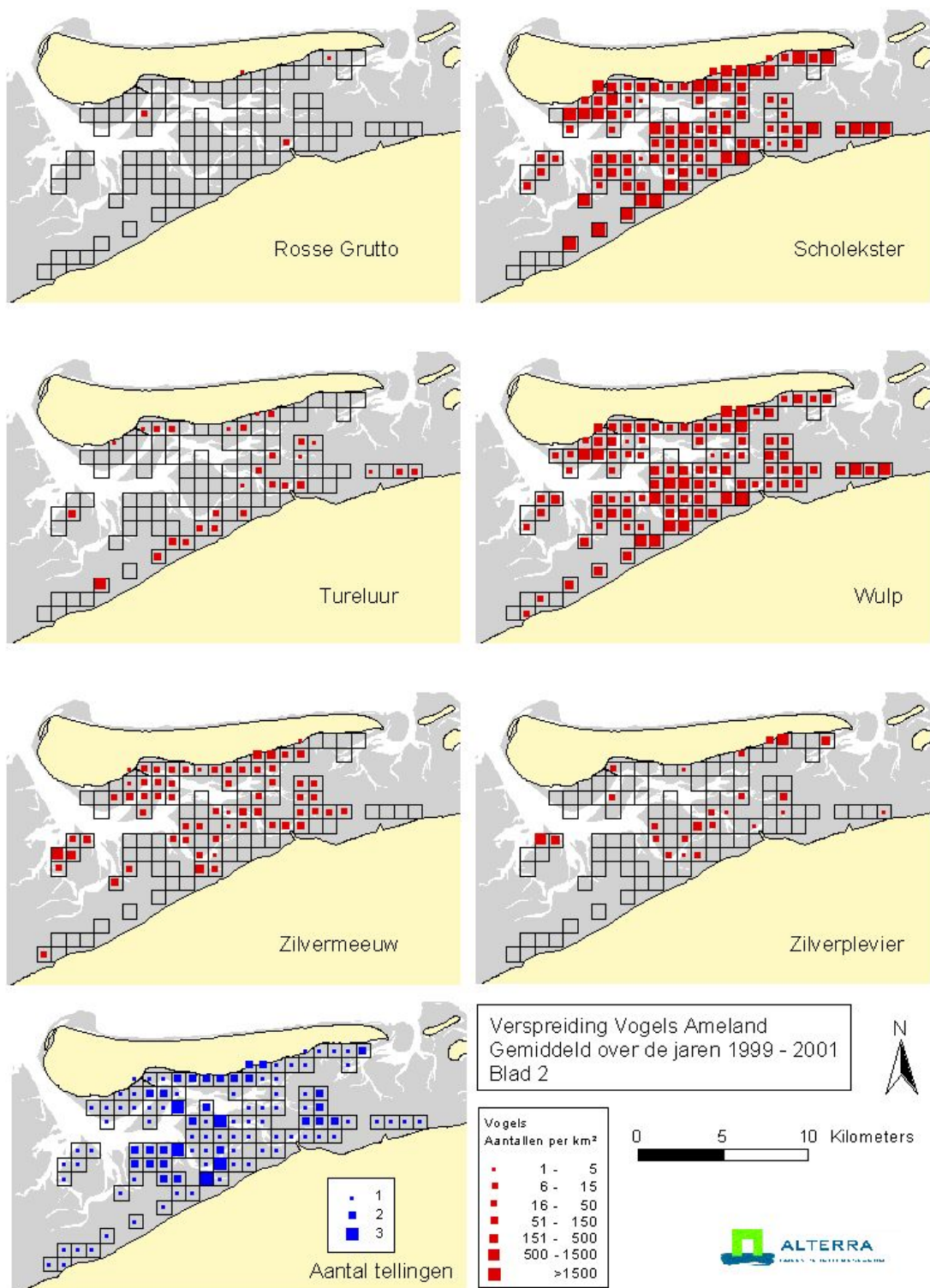
Verspreiding watervogels over het wad

Gegevens over de exacte verspreiding van de vogels over het wad zijn zeldzaam, maar wel belangrijk, omdat het iets zegt over de voedselkeuze van de vogels. Het voorkomen van bodemdieren hangt voornamelijk af van de sedimentsamenstelling van de bodem en deze wordt bepaald door de precieze locatie in het gebied. Bodemdaling kan in theorie tot veranderingen leiden in de verspreiding en dichtheden van bodemdieren door veranderingen in stromingspatronen en sedimentafzettingen en dit kan leiden tot veranderingen in de verspreiding van vogels over het wad (Brinkman & Ens 1998). Verderop in het rapport zal ingegaan worden op de vraag of de bodemdaling die door de voorgenomen gaswinning op zal treden een effect kan hebben op de wadvogels (§ 4.3.5).

Door Alterra is onderzoek gedaan naar de verspreiding van de belangrijkste watervogels op het wad onder Ameland. De resultaten hiervan staan in Figuur 3.26 en Figuur 3.27. Duidelijk is te zien hoe sommige vogelsoorten meer aan de randen van het wad foerageren (b.v. de bergeend) en anderen juist de wadplaten opzoeken. Aangezien dit soort onderzoek door de toegankelijkheid van het gebied niet makkelijk is, zijn er slechts een beperkt aantal waarnemingen gedaan in de periode 1999-2001.



Figuur 3.26. Verspreiding en dichtheden vogels over het Wad onder Ameland. Gegevens gebaseerd op tellingen uitgevoerd in 1999-2001 tijdens laag water vanaf de randen van de Waddenzee en vanaf schepen, uitgedrukt in dichtheden per km² (Alterra, ongepubl).



Figuur 3.27. Verspreiding en dichtheden vogels over het wad onder Ameland. Gegevens gebaseerd op tellingen uitgevoerd in 1999-2001 tijdens laag water vanaf de randen van de Waddenzee en vanaf schepen, uitgedrukt in dichtheden per km² (Alterra, ongepubl).

Overwinterende eidereenden

De aantallen en verspreiding van de Eidereend en andere zee-eenden wordt jaarlijks in januari (i.e. mid-winter) bepaald door het RIKZ en daarnaast worden sinds 2000 een vroege en late wintertelling uitgevoerd door Alterra per vliegtuig.

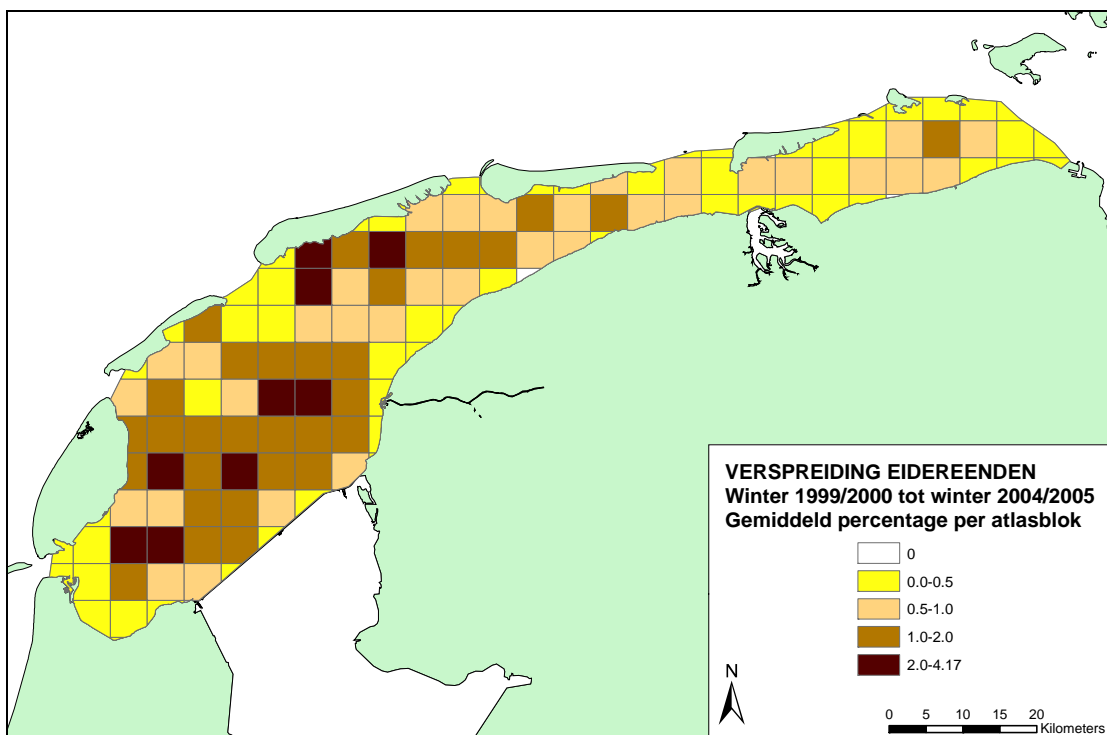
Eidereendentellingen Alterra. Door op van tevoren vastgelegde raaien te vliegen wordt de Waddenzee, de Noordzee-kustzone (de kustzone boven de waddeneilanden) en de Noord-Hollandse kust systematisch en gebiedsdekkend afgezocht. De raaien in de Waddenzee en de Noordzee-kustzone hebben een Noord-Zuid richting en liggen 1500 meter uit elkaar. De raaien voor de Hollandse kust hebben een Oost-West richting. De tellers zijn aan weerszijden van het vliegtuig gepositioneerd en tellen ieder een strook van 750 meter breed. Het vliegtuig dat voor deze tellingen wordt gebruikt is een Cessna 172P, met de vleugels boven de romp. Er wordt gevlogen op een hoogte van ca. 500 voet (150 meter) met een snelheid tussen de 140 en 190 km/uur. Deze vliegsnelheid t.o.v. de grond is afhankelijk van windrichting en windsnelheid. Tijdens de vlucht wordt iedere 5 seconden de geografische positie vastgelegd d.m.v. een Global Positioning System (GPS; Garmin 12XL en Garmin 76). Door middel van synchronisatie van de tijd van de GPS en de tijd die de tellers per waarneming inspreken op voice-recorders is het achteraf mogelijk de posities van de getelde groepen vast te leggen.

In Tabel 3.13 staat het totaal aantal eidereenden per telling in de gehele Waddenzee weergegeven. De totalen lopen per telling sterk uiteen. Dit heeft te maken met het tijdstip in het seizoen, verschillen tussen jaren en de verspreiding buiten de Waddenzee.

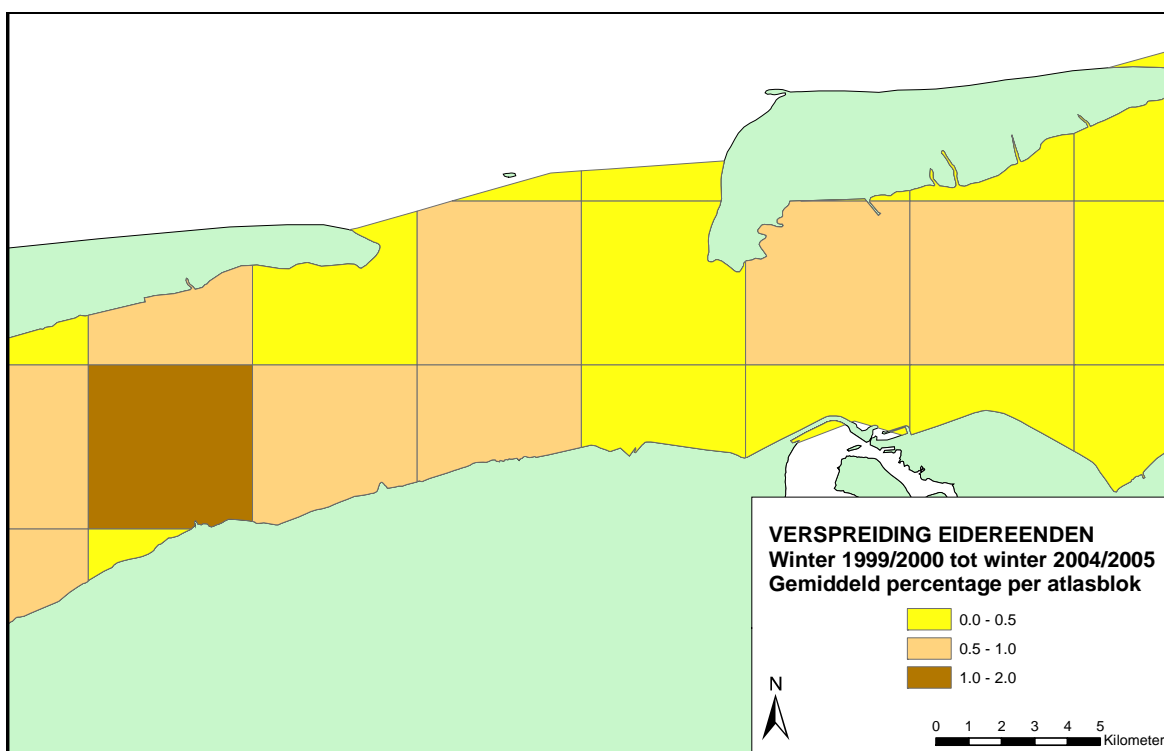
Tabel 3.13. Totaal aantal eidereenden in de Waddenzee per vliegtuigtelling (Data Alterra).

Tijdstip van telling	Totaal aantal in de Waddenzee	Procentueel aandeel aanwezig in aandachtsgebied
Februari 2000	50564	8.3
November 2000	59101	4.7
Januari 2001	52120	5.5
Maart 2001	27396	5.6
November 2001	84425	9.0
Januari 2002	46732	16.0
Maart 2002	30854	10.3
November 2002	152424	9.4
Januari 2003	92329	6.6
Februari 2003	59861	6.1
November 2004	81821	1.8
Februari 2005	47926	3.9

Om een beeld te geven van de verspreiding is ervoor gekozen om per telling de aantallen per atlasblok (5 * 5 km) te bepalen. Vervolgens is de procentuele verspreiding per atlasblok berekend. Door de percentage's per telling te middelen per atlasblok ontstaat een gemiddelde verspreiding tijdens de laatste 6 winters (Figuur 3.28). Uit de figuur blijkt duidelijk dat de oostelijke Waddenzee niet het primaire gebied is voor de overwinterende eidereenden.



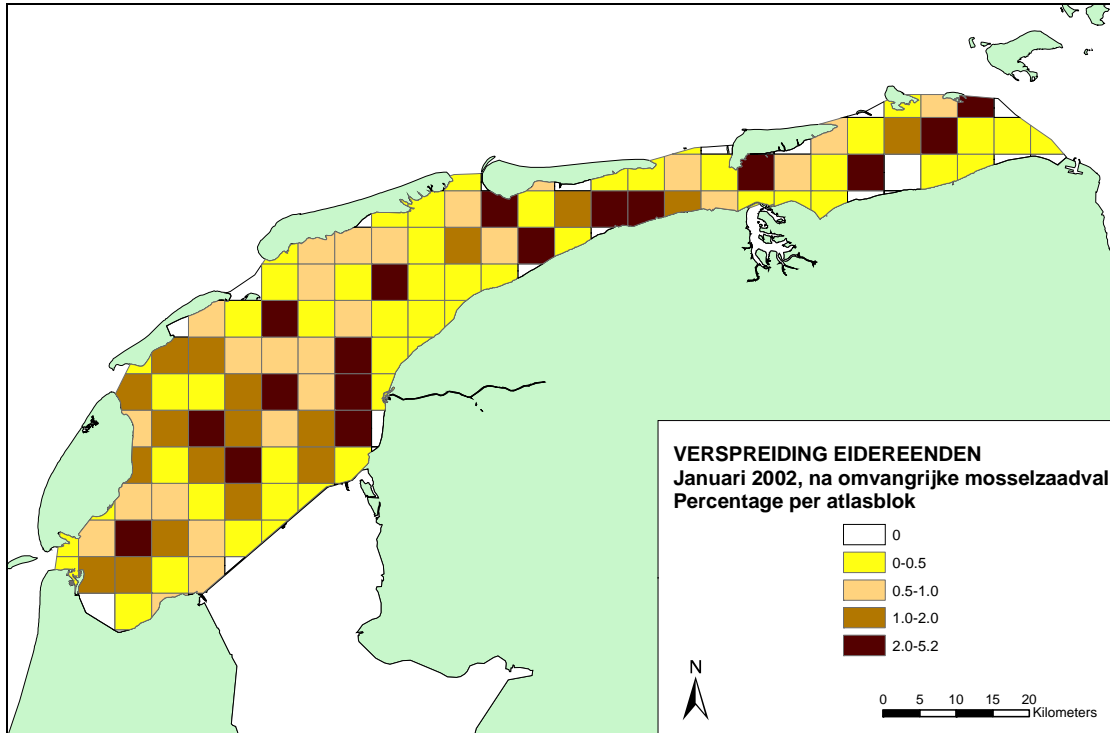
Figuur 3.28. Gemiddelde procentuele verspreiding van eidereenden in de Waddenzee in de afgelopen 6 winters.



Figuur 3.29. Gemiddelde procentuele verspreiding van eidereenden in het aandachtsgebied over de afgelopen 6 winters.

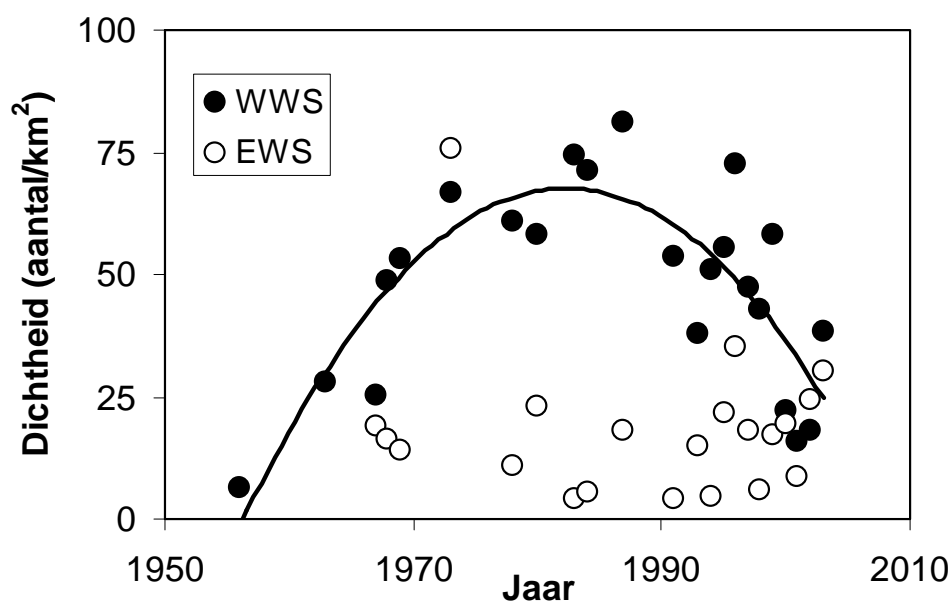
In Figuur 3.29 wordt de gemiddelde verspreiding van eidereenden (als percentage van het totaal) in het aandachtsgebied over de laatste 6 winters getoond.

Het verspreidingsbeeld tijdens afzonderlijke tellingen kan sterk verschillen (Figuur 3.30). Als voorbeeld is hier de procentuele verspreiding van Januari 2002 weergegeven. De verspreiding werd in dat jaar waarschijnlijk sterk beïnvloed door de omvangrijke mosselzaadval die in het oostelijk wadengebied het sterkst was.



Figuur 3.30. Procentuele verspreiding van eidereenden in de Waddenzee in Januari 2002.

De in Nederland (Waddenzee en Noordzee) overwinterende eidereenden bestaan uit de Nederlandse broedvogels en overwinteraars uit de Oostzee (Kats *et al.* submitted). Het totaal aantal overwinterende eidereenden in de Nederlandse kustwateren fluctueert sinds 1967 tussen de 65.000 en 160.000 vogels. Deze verschillen tussen jaren zijn vooral toe te schrijven aan aantalveranderingen in de westelijke Waddenzee (Kats *et al.* submitted). De verspreiding van de Eidereend is de laatste 40 jaar duidelijk veranderd (Figuur 3.31), waarbij sinds 1990 een aanzienlijk deel van de vogels buiten de westelijke Waddenzee is gaan overwinteren, nl. in de aangrenzende Noordzee. Met name de sterfte van eidereenden blijkt indicatief te zijn voor de voedselsituatie in de Nederlandse Waddenzee (Kats *et al.* in prep.), waarbij hoge sterfte vooral veroorzaakt wordt door een gebrek aan mossels, bijvoorbeeld door het ontbreken van voldoende mosselbanken of mossels op percelen (Kats *et al.* in prep.) of soms door olielozingen en vervuiling.



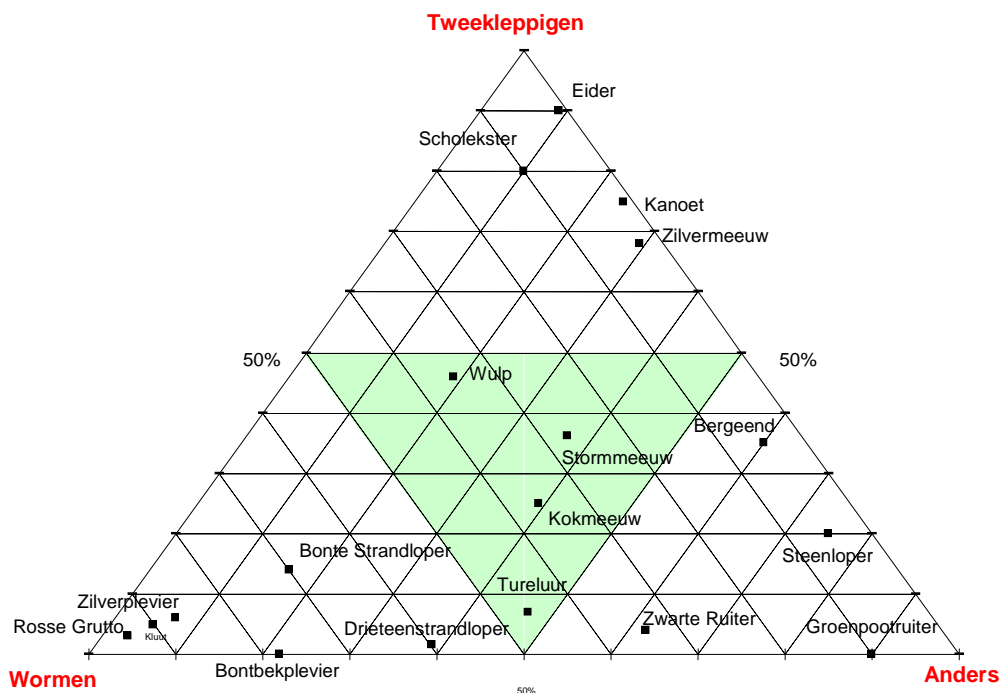
Figuur 3.31. Overwinterende eidereenden (locale broedvogels en migranten uit de Oostzee) in de westelijke (WWS) en oostelijke (EWS) Waddenzee gecorrigeerd voor verschillen in oppervlak (Kats *et al.* submitted).

In de Westelijke Waddenzee gaat het vooral om de overwinteraars uit de Oostzee en in mindere mate om lokale broedvogels op de eilanden. Aantallen overwinterende eidereenden in de Nederlandse kustwateren en de Waddenzee kunnen dan ook niet los gezien worden van aantalveranderingen in de Oostzee waarvan het verloop overeen komt met dat van de eidereenden in de westelijke Waddenzee met een mogelijk sterke afname sinds 1990 (Desholm *et al.* 2002). Het aantal overwinterende eidereenden (langjarig gemiddelde) in de westelijke waddenzee (Texel, Vlieland, Terschelling en Griend: 1618 km²) met 81.000 eidereenden is hoger dan in de oostelijke Waddenzee (Ameland, Schiermonnikoog, Rottumerplaat and Rottumeroog: 791 km²) met 14.700 eidereenden (Kats *et al.* submitted). Nadat het aantal vogels voor oppervlak is gecorrigeerd (Figuur 3.31), blijkt de dichtheid in de westelijke Waddenzee een factor 2 tot 3 hoger te liggen dan in de oostelijke Waddenzee. Dit verschil is vanaf het einde van de jaren '80 kleiner geworden en lijkt in recente jaren te zijn verdwenen. De dichtheid is nu met ongeveer 25 vogels/km² in beide delen van de Waddenzee gelijk.

In de oostelijke Waddenzee worden de aantallen hoofdzakelijk bepaald door de omvang van de populatie lokale broedvogels, hoewel ook hier de overwinteraars een rol spelen. Sinds 1967 is het aantal overwinteraars in de oostelijke Waddenzee constant en bedraagt gemiddeld ongeveer 15.000 vogels of 15 vogels/km². In 2001 is er een toename van het aantal overwinterende eidereenden waargenomen; waarschijnlijk door de hernieuwde vestiging van droogvallende mosselbanken. Deze toename kan verklaard worden door een stijging van het aantal broedparen in de oostelijke Waddenzee (vooral op de beide Rottums; Kats *et al.* submitted) en waarschijnlijk ook door een influx van overwinteraars uit de westelijke Waddenzee veroorzaakt door voedseltekort in dat deel van de Waddenzee en geringe bestanden aan *Spisula* op de Noordzee.

Dieetinformatie

Tijdens vorige onderzoeken naar de effecten van bodemdaling in het gebied rond Ameland is geen aandacht besteed aan het voorkomen van macrobenthos. De belangrijkste reden hiervoor was dat er naar verwachting geen veranderingen zouden optreden in de samenstelling van het sediment door de geringe veranderingen in de hoogteligging van de bodem. In het verlengde daarvan werden ook geen veranderingen in de bodemfaunasamenstelling verwacht. Om dezelfde reden is evenmin onderzoek uitgevoerd naar de voedselkeuze van de wadvogels in het bodemdalingsgebied. Het aandachtsgebied maakt bovendien geen deel uit van het specifieke aandachtsgebied van een universiteit of onderzoeksinstituut. De consequentie hiervan is dat relatief weinig informatie beschikbaar is van zowel veranderingen in de sedimentsamenstelling in de loop van de tijd, als ook van veranderingen van de bodemfauna en van de voedselkeuze van wadvogels in de omgeving. Het dieet van wadvogels langs de Fries-Groningse kust is alleen lokaal goed bestudeerd en bovendien alleen voor de scholekster (Zwarts & Wanink 1984), wulp (Zwarts & Esselink 1989) en de kanoet (Zwarts & Blomert 1992). In het kader van de studie naar de effecten van kokkelvisserij is wel een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de voedselkeuze van wadvogels. De resultaten hiervan zijn summier weergegeven in Figuur 3.32 en Tabel 3.14.



Figuur 3.32. Het dieet van alle behandelde soorten uit het rapport van Leopold et al. (2004) is samengevat in bovenstaande driehoek. Het dieet van iedere soort is weergegeven door één punt in dit vlak. De afstand tot elk van de hoekpunten geeft het relatieve belang van tweekleppige schelpdieren (boven), wormen (linksonder) en andere prooien in het dieet aan: hoe kleiner deze afstand, dus hoe dichterbij een hoekpunt ligt, hoe groter het relatieve belang van de daar aangegeven prooidiergroep.

De soorten zijn te groeperen in een groep van schelpdier-eters (Eidereend, Scholekster, Kanoet en Zilvermeeuw); een groep van wormen-eters (Rosse Grutto, Kluut, Zilverplevier, Bontbekplevier, Bonte en Drieteenstrandloper); een groep met een gemengd dieet (Wulp, Storm- En Kokmeeuw En Tureluur) en een groep met een ‘ander’ dieet (Groenpootruiter, Steenloper, Zwarte Ruiter En Bergeend). In Figuur 3.32 zijn de vier soorten dieet als vier driehoeken binnen de grote driehoek weergegeven, waarbij de centrale driehoek (gearceerd) het gemengde dieet weergeeft. Er is reden om te vermoeden dat recente afnames van schelpdiereters en toenames van wormeters het gevolg zijn van veranderingen in prooidierdichtheden en – verspreiding (Ens *et al.* 2004, Leopold *et al.* 2004, Verhulst *et al.* 2004) mogelijk als gevolg van de schelpdiervisserij.

Tabel 3.14. Het dieet van 18 kwantitatief belangrijke vogelsoorten in de Waddenzee met achtereenvolgens hun Nederlandse en wetenschappelijke naam en het door deze soorten verkozen voedsel (Leopold *et al.* 2004)

Vogelsoort	Wetensch. Naam	Voedsel	%-Schelp	%-Worm	%-Anders
Eidereend	<i>Somateria mollissima</i>	Schelpdieren	90	1	9
Scholekster	<i>Haematopus ostralegus</i>	Schelpdieren	80	10	10
Kanoet	<i>Calidris canutus</i>	Schelpdieren	75	1	24
Zilvermeeuw	<i>Larus argentatus</i>	Schelpdieren	68	2	30
Rosse Grutto	<i>Limosa lapponica</i>	Wormen	3	94	3
Kluut	<i>Recurvirostra avosetta</i>	Wormen	5	90	5
Zilverplevier	<i>Pluvialis squatarola</i>	Wormen	6	87	7
Bontbekplevier	<i>Charadrius hiaticula</i>	Wormen	0	78	22
Bonte Strandloper	<i>Calidris alpina</i>	Wormen	14	70	16
Drieteenstrandloper	<i>Calidris alba</i>	Wormen	1	60	39
Wulp	<i>Numenius arquata</i>	Gemengd	46	35	19
Stormmeeuw	<i>Larus canus</i>	Gemengd	36	27	37
Kokmeeuw	<i>Larus ridibundus</i>	Gemengd	24	37	39
Tureluur	<i>Tringa totanus</i>	Gemengd	7	46	47
Groenpootruiter	<i>Tringa nebularia</i>	Anders	0	10	90
Steenloper	<i>Arenaria interpres</i>	Anders	20	5	75
Zwarte Ruiter	<i>Tringa erythropus</i>	Anders	4	34	62
Bergeend	<i>Tadorna tadorna</i>	Anders	35	5	60

Gebruik van habitats

In Tabel 2.2 in hoofdstuk 2.6 wordt aangegeven op welke wijze de bestaande habitattypen in het aandachtsgebied door de wadvogels gebruikt worden.

Autonome ontwikkeling

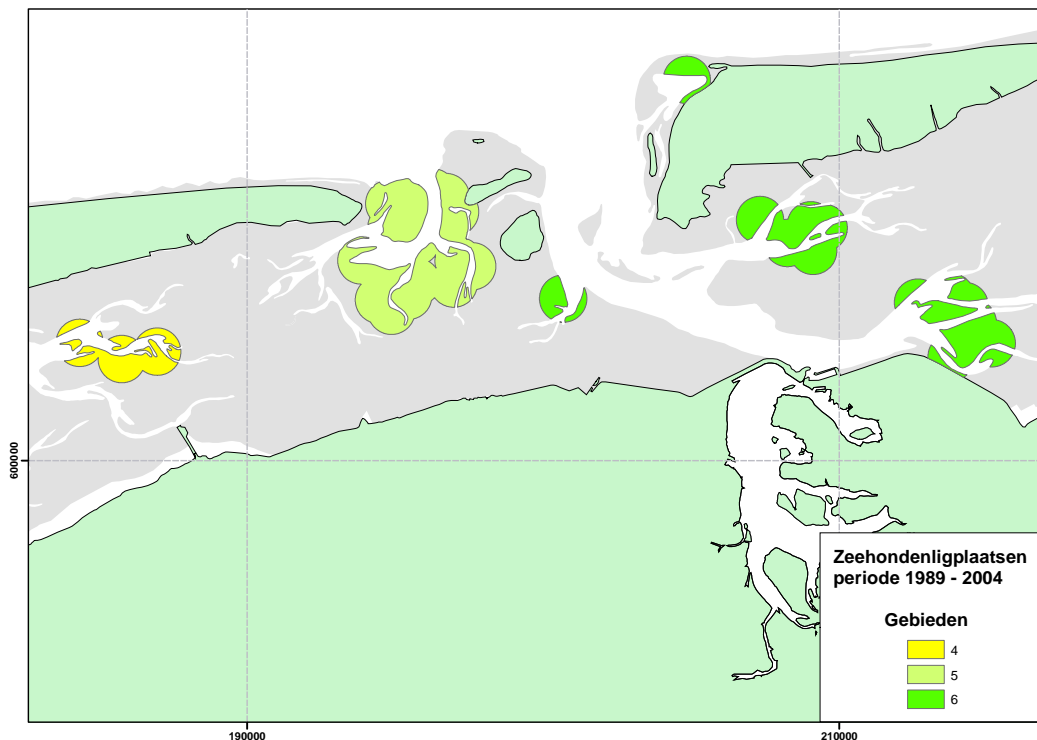
Met betrekking tot de ontwikkeling van de vogeldichtheden in het aandachtsgebied is het moeilijk om een voorspelling te doen. De geconstateerde af- en toenames in een aantal soorten hebben geen eenduidige verklaring hoewel veranderingen in de beschikbaarheid en verspreiding van prooidieren een rol lijkt te spelen, al dan niet veroorzaakt door de schelpdiervisserij (Ens *et al.* 2004, Leopold *et al.* 2004, Rappoldt *et al.* 2003, Verhulst *et al.* 2004). Een deel van de wadvogels is afhankelijk van schelpdieren en aangezien de kokkelvisserij in 2005 gestopt is, is het mogelijk dat de vogels die de kokkel in hun dieet hebben hiervan kunnen profiteren, mits de kokkeldichtheden in de Waddenzee gaan toenemen.

De mogelijke effecten van klimaatverandering zijn vooralsnog moeilijk te voorspellen door de afhankelijkheid van veel soorten van meerdere geografische gebieden. Verdere opwarming van de aarde zal op termijn leiden tot een verkleining van de hoogarctische, schaars begroeide broedgebieden van verschillende wadvogelsoorten (o.a. rotgans, bontbekplevier, steenloper, kanoet, zilverplevier, krombekstrandloper) wat mogelijk leidt tot een vermindering van de populatiegroottes van deze soorten. Klimaatsveranderingen kunnen ook effect hebben op de beschikbaarheid van voedsel in deze gebieden en op de populatieontwikkelingen van plaatselijk aanwezige predatoren (o.a. poolvossen). Het complex van de mogelijk optredende veranderingen in de betreffende gebieden en de uiteindelijke effecten hiervan op de populatiedynamica van de steltlopers zijn vooralsnog niet goed in te schatten. Of andere soorten, in aangrenzende gebieden, kunnen profiteren van een areaaluitbreiding van hun broedgebied is ook nog maar de vraag.

Ook is nog niet duidelijk welke effecten veranderingen in de Waddenzee zullen hebben op het voorkomen van voor het gebied belangrijke soorten. Hogere temperaturen van de Noordzee- en Waddenzee water blijken grote effecten te hebben op de overleving van larven van o.a. het nonnetje (Philippart *et al.* 2003). Ook de toename van de garnaal (een belangrijke predator van larven van schelpdieren) wordt met warmer zeewater in verband gebracht (Beukema & Dekker 2005). Dergelijke ontwikkelingen kunnen grote, maar nog moeilijk te voorspellen effecten op het Waddenzee-ecosysteem hebben.

Zeezoogdieren

De ontwikkelingen van de populaties Gewone zeehonden (*Phoca vitulina*) en Grijze zeehonden (*Halichoerus grypus*) worden gevolgd door het uitvoeren van jaarlijkse tellingen vanuit de lucht van het aantal zeehonden dat bij laagwater op de zandbanken komt (Reijnders 1976, Reijnders *et al.* 1997). Op die manier worden naast de aantallen dieren ook het aantal jongen geteld en worden de locaties van de ligplaatsen vastgelegd (Figuur 3.33). Daarmee zijn trendanalyses uit te voeren en kan worden aangegeven of er verschuivingen in de verspreiding van de populatie optreden. De Grijze zeehond wordt incidenteel waargenomen in het aandachtsgebied, maar heeft er geen vaste ligplaatsen.



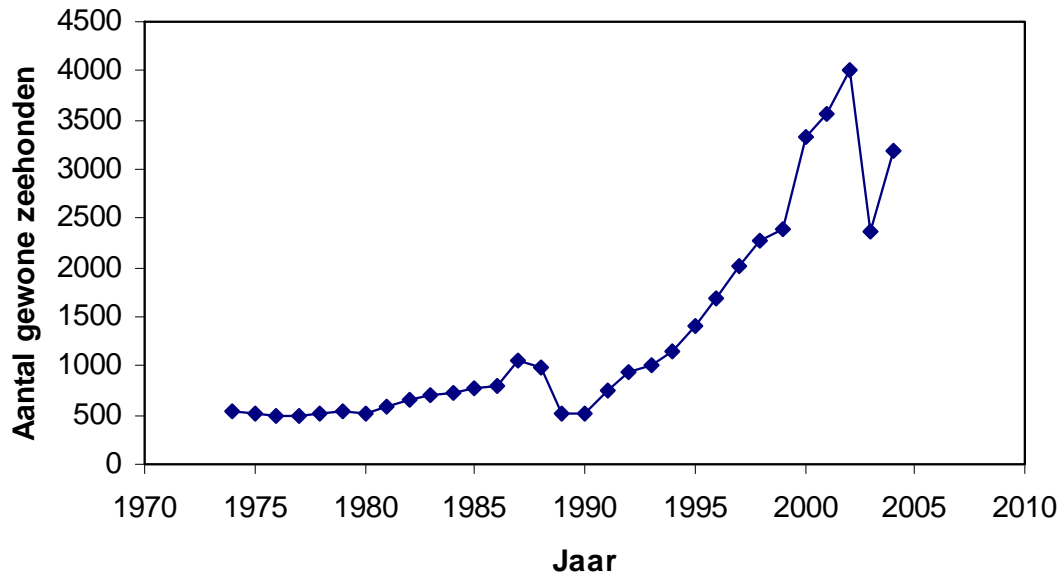
Figuur 3.33. Waargenomen ligplaatsen van gewone zeehonden gedurende de periode 1989-2004. Gebruikte gegevens voor het aandachtsgebied zijn gebaseerd op deze gebieden.

Historische ontwikkeling en huidige situatie

De aantalsontwikkelingen en voorkomen van gewone zeehonden in het aandachtsgebied wordt weergegeven in de context van de ontwikkelingen en verspreiding van zeehonden in de rest van het Nederlandse waddengebied. Vanaf 1974 worden regelmatig een aantal tellingen per jaar uitgevoerd, zowel in de werpperiode als tijdens de verharingsperiode. De tellingen uit de eerste periode (juni, begin juli) leveren informatie over de jongen productie, de tellingen in de verharingsperiode (augustus) leveren de hoogste totaal aantallen. Die laatste informatie wordt gebruikt om ontwikkelingen in de jaren te analyseren (Reijnders *et al.* 2003, Reijnders *et al.* 2005). In Figuur 3.34 wordt de ontwikkeling van het aantal getelde gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee weergegeven voor de periode 1974-2004. In deze periode is twee keer een virusepidemie uitgebroken, in 1988 en in 2002. In 1988 is bijna 60% van de gehele toenmalige populatie gestorven, in 2002 ongeveer 50%. De zeehondenpopulatie heeft zich na 1988 enorm snel hersteld met een jaarlijkse gemiddelde groei van bijna 18%. Ook na 2002 lijkt het herstel weer voorspoedig te zijn.

Grijze zeehonden waren in het verleden ook aanwezig in de Waddenzee, maar zijn waarschijnlijk in het eind van de 16e eeuw uitgestorven vanwege de jacht die op deze soort in het waddengebied werd gemaakt (Reijnders *et al.* 1995). Sinds 1980 is de Grijze zeehond langzaam maar zeker teruggekeerd in de Nederlandse Waddenzee, waarschijnlijk als gevolg van immigratie vanuit de dichtstbijzijnde kolonies op de Farne eilanden (UK). Sinds 1985 worden er op de Richel, een hoge zandplaat tussen

Vlieland en Terschelling, ook jongen geboren (Reijnders *et al.* 1995). Anno 2003 zijn er weer minimaal 1050 grijze zeehonden aanwezig, verspreid over verschillende ligplaatsen in het westelijk deel van de Waddenzee (Reijnders & Brasseur 2003).



Figuur 3.34. Geschat aantal Gewone zeehonden in het Nederlandse deel van de Waddenzee

De bijdrage van de aantallen zeehonden en de geboortes in het aandachtsgebied aan de totale Nederlandse populatie is berekend voor drie tijdstippen: midden zeventiger jaren, het jaar voor de eerste epidemie en het jaar voor de tweede epidemie. De resultaten staan in Tabel 3.15.

Tabel 3.15. De maximum aantallen in de Nederlandse Waddenzee getelde zeehonden en getelde jongen voor drie tijdstippen. Voor het aandachtsgebied zijn aangegeven wat het procentuele aandeel is aan alle dieren en aan pups t.o.v de totale aantallen en pups in de gehele Waddenzee

Jaar/ periode	Waddenzee totaal aantal	Waddenzee aantal pups	Aandachtsgebied % dieren van totaal	Aandachtsgebied % pups van alle pups
1975- 1977	476	59	13	6
1987	1041	154	14	6
2001	3565	769	17	20

Afgezien van de sterke groei in de periode tussen 1975 en 2001, kan worden geconcludeerd dat het aandachtsgebied thans een hogere relatieve bijdrage aan de totaalpopulatie levert dan na de eerste virusuitbraak in 1988. Dat geldt voor zowel het totale aantal dieren als voor de pups. Dit beeld past in de ontwikkelingen als we de gehele Nederlandse Waddenzee beschouwen. In het algemeen werden voor 1988 de meeste dieren aangetroffen in het oostelijk deel van de Waddenzee (met het wantij van Schiermonnikoog als grens), en ook het merendeel van de jongen werd daar geboren. Nadien zijn de aantallen zeehonden en ook het aantal geboortes vooral in de westelijke Waddenzee het sterkst toegenomen.

Kortom, het aandachtsgebied heeft een belangrijke functie voor de instandhouding van de populatie gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee.

Autonome ontwikkeling

Gezien de huidige ontwikkeling van de zeehondenpopulaties (zowel Gewone als Grijze zeehonden) is het aannemelijk dat de exponentiële groei nog enige tijd continueert. De aantallen gewone zeehonden zullen toenemen tot een verwacht maximum van zo'n 15000 dieren hoewel de nauwkeurigheid van deze verwachting gering is. Dit zou in ieder geval betekenen dat het belang van de droogvallende platen in de Waddenzee groter zal worden. Een plafond voor grijze zeehonden is niet aan te geven.

3.2.4 Conclusies huidige staat en ontwikkeling biotiek kombergingsgebieden

Het zeegras is bezig met een langzame uitbreiding in de Waddenzee beginnende vanuit het oosten. De omstandigheden voor deze uitbreiding lijken gunstig, mede door het stopzetten van de kokkelvisserij. In het aandachtsgebied komt slechts zeer verspreid zeegras voor, veelal in lage dichtheden, maar parallel aan de rest van de Waddenzee is de verwachting dat het zeegras zich ook hier langzaam zal uitbreiden.

De dichtheid van bodemdieren in de Waddenzee verschilt sterk tussen gebieden. Zowel dichtheid als soortensamenstelling bepalen het belang van de gebieden als voedselgebied voor vogels. De verspreiding van bodemdieren is veelal gerelateerd aan de bodemsamenstelling maar ze kunnen ook zelf invloed hebben op die samenstelling. Dichtheden van bodemdieren zijn zowel ruimtelijk als temporeel zeer variabel en voorspellingen over toekomstige ontwikkelingen zijn niet goed mogelijk. In het aandachtsgebied komen zowel mossel- als kokkelbanken voor. De verwachting is dat kokkel- en mosselbanken zullen toenemen, mede door het stopzetten van de mechanische kokkelvisserij, maar dit is ook afhankelijk van de toekomstige mosselzaadvisserij en de verspreiding en aantalsontwikkeling van de Japanse oester. Waarschijnlijk worden ontwikkelingen in mossel- en kokkelhoevelheden gevolgd door andere bodemdieren waaronder wormen.

Wadvogeldichtheden en de verspreiding van soorten over het wad worden vooral bepaald door de beschikbaarheid van hun prooidieren. Met het stopzetten van de kokkelvisserij is een belangrijke concurrerende factor verdwenen. In hoeverre deze ontwikkeling effect zal hebben op de in de afgelopen 20 jaren geconstateerde aantalsveranderingen (Leopold *et al.* 2004) is vooralsnog niet goed in te schatten.

Ook de mogelijke gevolgen van klimaatverandering zijn vooralsnog moeilijk te voorspellen. Verdere opwarming van de aarde zal op termijn leiden tot een verkleining van de hoogarctische broedgebieden van verschillende wadvogelsoorten (o.a. Rotgans, Bontbekplevier, Steenloper, Kanoet, Zilverplevier, Krombekstrandloper) wat mogelijk leidt tot een vermindering van de populatiegroottes van deze soorten. Of andere soorten, in aangrenzende gebieden, kunnen profiteren van

een areaaluitbreiding van hun broedgebied is echter nog maar de vraag. Ook is nog niet duidelijk welke effecten veranderingen in de Waddenzee zullen hebben op het voorkomen van voor het gebied belangrijke soorten. Hogere temperaturen van het Noordzee- en Waddenzeewater blijken grote effecten te hebben op de overleving van larven van o.a. het nonnetje en ook het talrijker voorkomen van de garnaal (een belangrijke predator van larven van schelpdieren) wordt met warmer zeewater in verband gebracht. Dergelijke ontwikkelingen kunnen grote, maar nog moeilijk te voorspellen effecten op het Waddenzee-ecosysteem hebben.

De exponentiële groei van de zeehondenpopulaties zal naar verwachting nog enige tijd continueren. Voor gewone zeehonden wordt een plafond verwacht rond de 15000 dieren met als gevolg dat het benodigde oppervlak aan droogvallende platen in de Waddenzee groter zal worden.

4 Beschrijving effecten bodemdaling op (a)biotiek

De biotiek volgt in het algemeen veranderingen in de abiotiek. De abiotische gevolgen van de gaswinning in het Ameland veld en de nieuwe velden worden beschreven in Wang & Eysink (2005) en dienen als uitgangspunt voor het inschatten van de gevolgen voor de biotiek.

De volgende mogelijke effecten en activiteiten die enkel of samen tot gevolgen voor de biotiek in het aandachtsgebied kunnen leiden, worden onderscheiden:

- Bodemdaling
- Veranderingen in sedimentsamenstelling

De passende beoordeling dient mede te zijn gebaseerd op instandhoudingsdoelstellingen (IHD's). Voor de Waddenzee zijn deze nog niet geformuleerd, maar een algemene voorlopige formulering is reeds door ambtenaren van LNV aangegeven (Sas & van Overbeek 2005):

- Een zo gering mogelijke menselijke invloed in het gebied;
- Een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van onder meer hydrologie, (bodem)flora en fauna en foerageergebieden van vogels;
- Behoud c.q. herstel van een gunstige staat van instandhouding voor kwalificerende habitats en soorten.

4.1 Kwelders (Peazemerlannen, 't Schoor, Wierum)

Sinds het begin van de gaswinning op Ameland in het begin van 1986 zijn er meerdere, veelomvattende onderzoeken uitgevoerd naar de effecten van bodemdaling door gaswinning, i.e.:

1. Voorspelling van de effecten van bodemdaling door gaswinning op Ameland-oost (Dankers *et al.* 1987).
2. Monitoring van de effecten van bodemdaling door gaswinning op Ameland-oost (Eysink *et al.* 1995, 2000a en 2005a).
3. Voorspelling van effecten van bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee (Oost & Dijkema 1993).
4. MER-studie voor proefboringen in de Waddenzee, de Noordzeekustzone en op Ameland (NAM 1995a en 1995b, Dankers & Wintermans 1996).
5. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (NAM 1998).
6. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 (RWS-RIKZ 2004).
7. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning (Wang & Eysink 2005)

Al deze studies zijn uitgevoerd door gerenommeerde instituten op basis van de meest recente kennis en modellen. Samen besloegen zij alle relevante vakgebieden, die een rol spelen in het betreffende probleem. In de meeste gevallen werden de studies

begeleid door een onafhankelijke begeleidingscommissie en in twee gevallen werden de onderzoeksresultaten zelfs getoetst door een panel van onafhankelijke deskundigen op de verschillende vakgebieden (NAM 1998 en Eysink *et al.* 2000a). Deze laatste onderzoeken, i.e. een zeer uitgebreide effect-voorspellingsstudie gebaseerd op de meest recente kennis en modellen en de monitoringsstudie van het derde gasveld van Nederland met werkelijk opgetreden effecten in een periode van 18 jaar gaswinning, geven een betrouwbare basis voor het voorspellen van de bodemdalingseffecten in de Peazemerlannen. Met name de resultaten van die studies zijn als uitgangspunt gebruikt in de onderhavige bureaustudie. Van de kwelders bij Wierum en bij 't Schoor zijn wel een serie vegetatiekaarten (hoofdstuk 3.1.3 pagina 62 en verder), maar geen gegevens over de opslibbing. Daarom worden de effecten afgemeten aan die van de Peazemerlannen die wel zeer uitgebreid zijn gemonitord.

4.1.1 Wanneer treedt een breekpunt op?

Aangenomen is dat er een breekpunt in de kwelderontwikkeling optreedt wanneer het bodemniveau van een deel van een bepaalde zone onder het laagste niveau komt te liggen waarop de voor die zone karakteristieke plantensoort nog voorkomt. Indien het bodemniveau onder deze grens komt te liggen wordt aangenomen dat de vegetatie wordt vervangen door de dominante soorten uit de zone die eronder ligt. Hierbij kunnen zich twee ongewenste situaties voordoen:

1. een teruggang van lage kwelder (met meerjarige, goed sediment vastleggende *Puccinellia*) naar pionierzone (met éénjarige, weinig sediment invangende *Salicornia*) of
2. een teruggang van pionierzone naar geheel onbegroeid wad.

De ondergrenzen voor de vegetatie in de Peazemerlannen zijn gebaseerd op meerjarige waarden die van de vastelandkwelders van het midden van de Friese kust bekend zijn (Tabel 4.1) en gecorrigeerd voor een (ca. 6 cm) lager GHW in de Peazemerlannen. Ter vergelijking staan in Tabel 4.1 ook de ondergrenzen van de vegetatiezones op Ameland en van de vastelandkwelders van de westzijde van Noord-Groningen.

De theoretische ondergrenzen voor de Peazemerlannen komen vrij goed overeen met de waarden die voor de verschillende zones gemeten zijn tijdens de hermeting van de hoogte. De enige opvallende uitzondering vormt een punt op een oeverwal waar *Elymus* al op 1,26 m+NAP voorkomt en dus eigenlijk groeit onder de theoretische ondergrens van 1,29 m+NAP. Dit duidt er op dat er plaatselijk een zeer goede ontwatering moet zijn.

Tabel 4.1. Ondergrens vegetatiezones in een aantal Waddenzeekwelders ($m+NAP$) gecorrigeerd voor de GHW-trend.

Vegetatiezone	Bedekking	Ameland ¹	Friesland midden ²	Groningen west ²	Peazemerlannen ³
Midden kwelder		146 (beweid) 136 (onbeweid)	135	136	129
Lage kwelder	Puc > 5%	121	122	114	116
Pre-laag	Puc < 5%	112	112	104	106
Pionierzone	Sal > 5%	86	90	80	84
Pre-pionier	Sal < 5%	82	64	59	58

¹) Tabel 5.3 in Eysink *et al.* (1995)

²) Tabel 4.6 en 4.7 in Dijkema *et al.* (1991)

³) Berekend uit 2) en gecorrigeerd voor 6 cm lager GHW

4.1.2 Prognose maaiveldhoogte en vegetatiezones in de Peazemerlannen

Algemeen

Het doel van dit hoofdstuk is om op grond van de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (Oost *et al.* 1998), van gegevens van de monitoring van de bodemdaling op Ameland (Eysink *et al.* 2005a), van 0-metingen in de Peazemerlannen (Van Duin *et al.* 1997) en de SEB-metingen t/m maart 2005 een voorspelling te doen van de effecten van eventuele bodemdaling op de Peazemerlannen. De Peazemerlannen omvatten een kwelder en een zomerpolder. De bodem van dit gebied bestaat uit een dikke laag zeeklei, die bij de zeevering op een hoogte van ongeveer NAP + 2 m overgaat in een geasfalteerde dijkvoet. Er zijn geen duinen, zodat de monitoring van de bodemdaling op Ameland-Oost in de duinen en duinvallen niet relevant is voor de Peazemerlannen.

De kwelder van de Peazemerlannen vertoont qua opbouw een zekere overeenkomst met het Nieuwlandsrijd op Ameland. Beide kwelders hebben een harde oeververdediging met onderbrekingen. Bij de Peazemerlannen gaat het om stormdoorbraken in een met bitumen beklede zomerkade, die in 1973 zijn ontstaan en niet meer zijn hersteld. Sindsdien heeft zich een natuurlijke kwelder ontwikkeld. Bij het Nieuwlandsrijd gaat het om een natuurlijke kwelder, die door middel van enkele hoofdkreken een open verbinding heeft met het wad. De kwelderrand is tegen afslag verdedigd door een stenen oeververdediging. In beide gevallen is de kwelderrand dus grotendeels van een harde bescherming voorzien, zodat kliferosie van de kwelderrand door bodemdaling niet kan plaatsvinden.

De ontwikkeling van de vegetatie in een kwelder hangt sterk af van de ontwikkeling van de maaiveldhoogte en het beheer van de kwelder. Hierin spelen de natuurlijke opslibbing en bodemdaling door klink of gaswinning een rol, maar ook de intensiteit van beweiding. Gegevens over bodemdaling en opslibbing voor de Peazemerlannen en het Nieuwlandsrijd zijn samengevat in Tabel 4.2.

Tabel 4.2. *Vergelijking bodemdaling en opslibbing in de Peazemerlannen en Nieuwlandsrijd. (Opslibbingsgetal is het gemiddelde van pionierszone, lage en midden kwelder; zie Tabel 3.3) (Prognose bodemdaling Peazemerlannen: data NAM van 8 april 2005)*

Snelheid van bodemdaling (mm/j)	Bodemdaling totaal (mm)	Opslibbing (mm/j)
Peazemerlannen (prognose) 1-11 (2005-2040)	Peazemerlannen (prognose) 129 (2005-2040)	Peazemerlannen (gemeten) 15 (1995-2005)
Nieuwlandsrijd (gemeten, raai 3) 10 (1987 - 2003)	140 (1987 - 2003)	5 (1993 - 2003)

Uit deze tabel blijkt dat de prognose voor de bodemdaling Peazemerlannen binnen de tot nu toe gemeten waarden voor die op het Nieuwlandsrijd valt. De gemeten opslibbing op de Peazemerlannen is daarentegen gemiddeld drie maal zo hoog als op Ameland en ruim voldoende om het effect van zeespiegelstijging (orde 2 mm/j) en bodemdaling te compenseren. Het kwelderdeel van de Peazemerlannen is onbeweid, maar in het meest westelijke deel zijn de afgelopen jaren toch regelmatig schapen aanwezig geweest, en het Nieuwlandsrijd wordt sinds lang intensief beweid. De monitoring op Ameland beschrijft dus een veel zwaardere ingreep dan die in de Peazemerlannen, zodat een voorspelling van de effecten van bodemdaling Peazemerlannen aan een echte, veel zwaardere, praktijksituatie getoetst kan worden.

Methode opslibbingsbalans

Het bepalen van de balans tussen opslibbing, bodemdaling en veranderingen in GHW is in de lopende monitoringsprogramma's in de Groninger en Friese kwelderwerken (beheermetingen RWS; Dijkema *et al.* 2001, 2004) en op Ameland (monitoring effecten van bodemdaling door gaswinning; Eysink *et al.* 2000a, 2005) een beproefde methode. De methode wordt o.a. aanbevolen door de Raad voor de Natuur in haar advies over bodemdaling door gaswinning. De methode is gebaseerd op opslibbing/inklinkmetingen gekoppeld aan pq's voor de vegetatie. Het SEB-meetnet van Alterra in o.a. de Peazemerlannen, in verschillende delen van de kwelderwerken en op Ameland is een betrouwbare basis voor interpretatie van de waargenomen processen op één bepaalde locatie.

De trendlijn voor de opslibbing per zone is gebaseerd op de SEB-gegevens uit de periode 1995-2005 (zie Tabel 3..3). De trendlijn is doorgetrokken tot 2040. Per figuur is voor de hele periode van 35 jaar één opslibbingsgetal gebruikt, waardoor de opslibbingslijn oneindig lijkt door te lopen. In werkelijkheid zal de lijn bij een toenemende hoogte op een bepaald moment afvlakken, omdat de aanvoer van sediment dan afneemt. Dat afvlakken heeft geen invloed op de resultaten van de voorspelling, want door bodemdaling zal het afvlakken later optreden. Dat er gedurende een lange periode eenzelfde opslibbing kan optreden is gebleken uit de ¹³⁷Cs-meting (Tabel 3.1). Daar werd gedurende twee opeenvolgende periodes van ongeveer 10 jaar dezelfde opslibbing gevonden. Boven een bepaald niveau neemt de opslibbing echter uiteindelijk asymptotisch af. Daarom komen kwelders hoger dan 1 m boven GHW nauwelijks voor.

Als cijfer voor de bodemdaling is het meest waarschijnlijke scenario (base case) voor de Peazemerlannen aangehouden (totaal 120 mm in de periode 2007 t/m 2039)

gecombineerd met bodemdaling die door de huidige reeds producerende velden wordt veroorzaakt (totaal 9 mm in periode 2005 t/m 2009) (Figuur 4.1 en Tabel 4.3). Bovendien is er rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 2 mm/jaar.



Figuur 4.1. Bodemdalingsprognose voor de Waddenzee velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, Lauwersoog-West, Lauwersoog-Oost en Vierhuizen. De Peazemerlannen liggen in het centrum van het bodemdalingsgebied.

Tabel 4.3. Bodemdalingsprognose voor de Waddenzee velden Nes, Moddergat, Lauwersoog-C, Lauwersoog-West, Lauwersoog-Oost en Vierhuizen. De Peazemerlannen liggen tegen het centrum van het bodemdalingsgebied. (Prognose bodemdaling: data NAM van 8 april 2005)

Periode Bodemdaling	Bodemdalingsnelheid (mm/ jaar)	Totaal (mm)
<i>Totaal incl. Waddenzee</i>		
2007 t/m 2009	10	30
2010 t/m 2014	7	35
2015 t/m 2019	5	25
2020 t/m 2029	2	20
2030 t/m 2039	1	10
Subtotaal		120
<i>Huidige producerende velden</i>		
2005 t/m 2006	3	6
2007 t/m 2009	1	3
Totaal		129

Effecten op kwelderniveau en kwelderrand van de Peazemerlannen

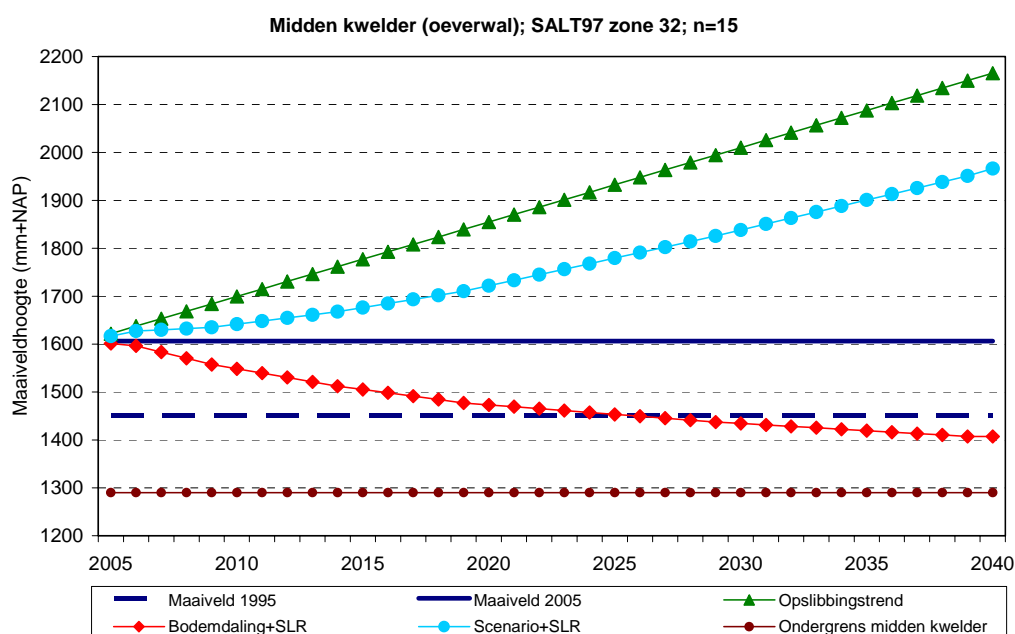
In de figuren Figuur 4.2 t/m Figuur 4.6 is, uitgaande van de gemiddelde opslibbingswaarden verkregen met de SEB (Figuur 4.1), per kwelderzone en voor de zomerpolder uitgezet hoe het bodemniveau van 2005 tot 2040 **theoretisch** zal veranderen :

- zonder gaswinning;
- bij gaswinning gedurende 35 jaar volgens het meest waarschijnlijke scenario

(Tabel 4.3). In de lage en midden kwelder groep waren resp. één en drie pq's waarvan de opslibbing en maaiveldhoogte duidelijk lager was dan de gebruikte gemiddeldes. Deze vier zijn in aparte figuren uitgezet (Figuur 1 t/m Figuur 4 in Bijlage 1).

Effecten op de midden kwelder (oeverwallen) (Habitattype 1330)

Het blijkt dat de midden kwelder bij het voorgestelde gaswinningsscenario geen risico's loopt. De maaiveldhoogte, die in 2005 ruim boven de ondergrens voor deze zone lag, zou tot 2040 blijven toenemen ondanks de bodemdaling (Figuur 4.2). Voor de drie pq's waarbij de opslibbingssnelheid lager was dan het gemiddelde zou het betekenen dat het maaiveld gedurende de eerste 15-25 jaar van de bodemdaling op of net onder het niveau van 2005 blijft, maar dus nog steeds ruim boven de ondergrens voor de midden kwelder (1,29 m + NAP). Zelfs in het hypothetische geval dat bij één van deze pq's (pq 13) tijdens de gehele bodemdalingsperiode geen enkele opslibbing zou plaatsvinden, pas dan zou de ondergrens van de zone bereikt worden en de grenswaarde⁹ van 5 cm overschreden worden (Figuur 3 in de Bijlage 1).



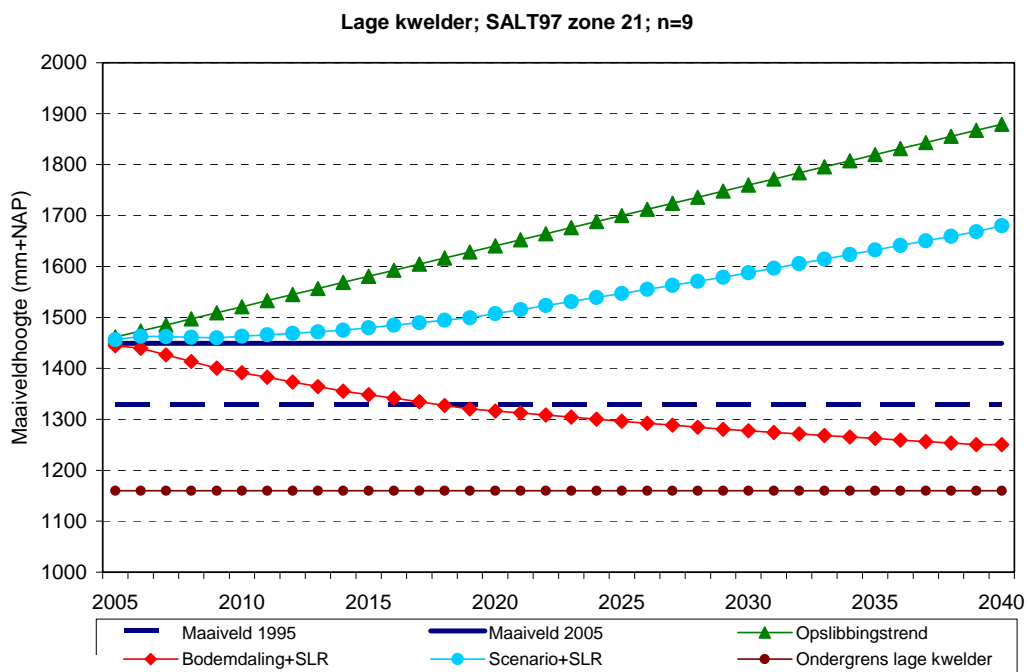
Figuur 4.2. Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de midden kwelder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

⁹ Er treden alleen effecten op in de kweldervegetatie bij een tijdelijk en gering tekort in de opslibbingsbalans van 5 cm (dit is de grenswaarde; Oost *et al.* 1998)

Effecten op de lage kwelder (Habitatype 1330)

Voor de lage kwelder is de situatie vergelijkbaar met de midden kwelder. Ook hier ligt de gemiddelde maaiveldhoogte in 2005 ruim boven de ondergrens voor de zone en neemt deze toe ondanks de bodemdaling. Zelfs in het geval geen enkele opslibbing zou plaatsvinden, zou de ondergrens overschreden worden met enkele centimeters in 2040 (

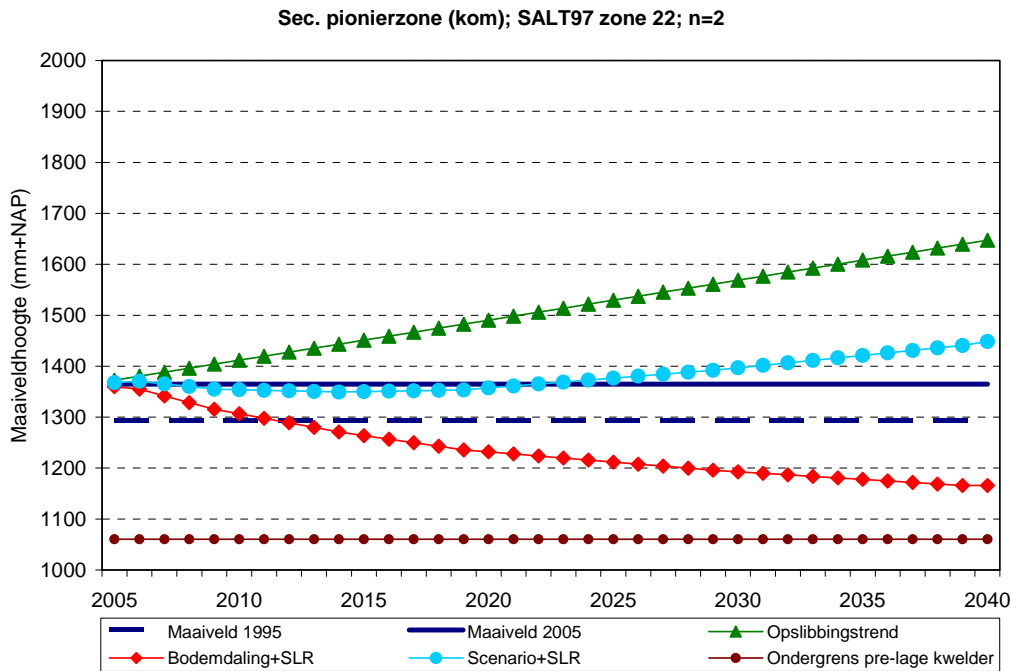
Figuur 4.3). Voor de enige pq, die door de lagere ligging en lagere opslibbing afwijkt van het gemiddelde (pq 5), geldt dat de maaiveldhoogte in de hele bodemdalingsperiode varieert van net boven het niveau van 1995 tot net eronder. Net zoals bij de bovengenoemde pq 13 zou deze pq in het hypothetische geval dat in de gehele bodemdalingsperiode geen enkele opslibbing zou plaatsvinden de ondergrens van de midden kwelder (1,29 m + NAP) overschreden worden, maar de ondergrens van de lage kwelder (1,16 m + NAP) niet (Figuur 1 in Bijlage 1).



Figuur 4.3. Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de lage kwelder in de Peazemerlanden in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Effecten op de secundaire pionierzone (kommen) (Habitatype 1310)

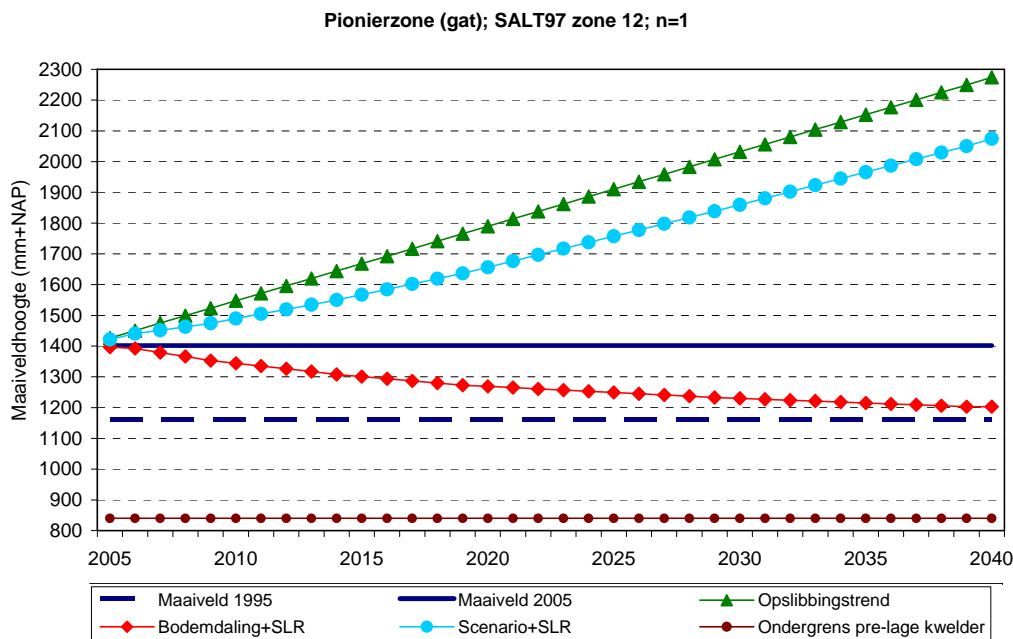
De twee pq's in de kommen liggen ook ruim boven de ondergrens voor de bij deze zone horende vegetatie. De bodemdaling zorgt ervoor dat de maaiveldhoogte gedurende de eerste 20 jaar ongeveer op het niveau van 2005 blijft, maar daarna neemt de maaiveldhoogte weer toe (Figuur 4.4). Zelfs in het hypothetische geval dat bij één van deze pq's in de gehele bodemdaling geen enkele opslibbing zou plaatsvinden zou de maaiveldhoogte nog net boven de ondergrens van de lage kwelder blijven.



Figuur 4.4. Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de secundaire pionierzone in de Peazemerlanden in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Effecten op de primaire pionierzone (Habitatype 1310)

De maaiveldhoogte van de pq in de primaire pionierzone ligt ver boven de ondergrens voor deze zone en zal alleen maar verder toenemen (Figuur 4.5). Zelfs in het hypothetische geval dat in de gehele bodemdalingsperiode geen enkele opslibbing zou plaatsvinden, zou de ondergrens van de midden kwelder (1,29 m + NAP) inclusief grenswaarde overschreden worden en bijna het niveau van 1995 bereikt worden.



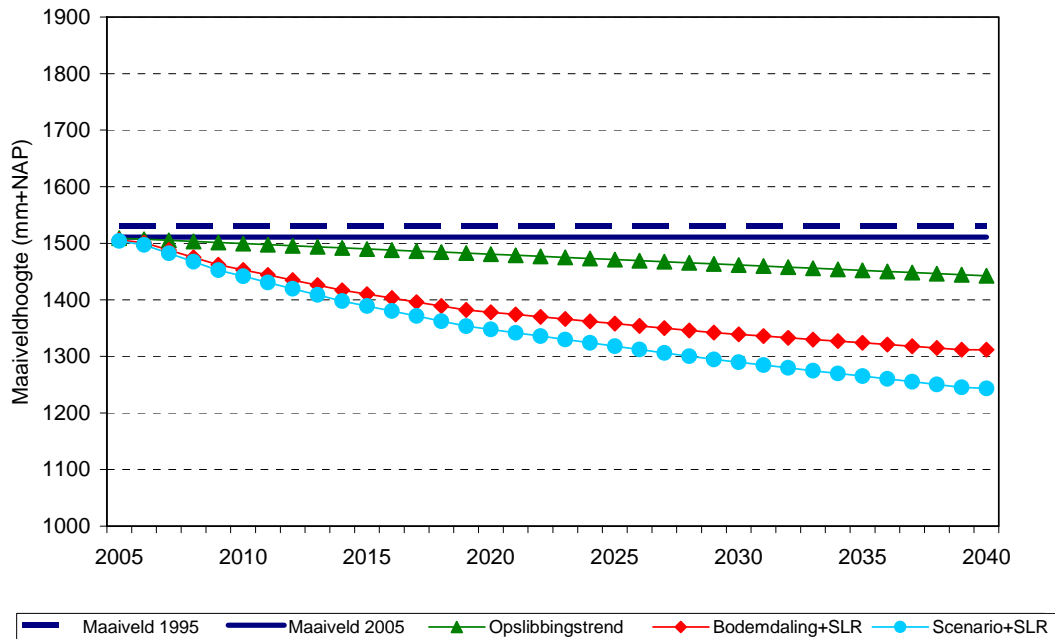
Figuur 4.5. Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de primaire pionierzone in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Effecten op zomerpolder en overige deelgebieden van de Peazemerlannen

Hoewel de kwelder van de Peazemerlannen het belangrijkste gebied is zullen over de zomerpolder en het buitendijkse deelgebiedje ook nog enige opmerkingen gemaakt worden.

Uit de SEB-metingen is gebleken dat de gemiddelde jaarlijkse maaiveldverandering in de zomerpolder nihil is, wat er op duidt dat eventueel optredende inklink reversibel is. Uit Figuur 4.6 blijkt dat de reeds negatieve opslibbingsbalans in de zomerpolder door de bodemdaling nog negatiever wordt. Hierbij wordt rond 2030 de ondergrens van de middenkwelder bereikt. Na 35 jaar inklink en gaswinning zal de zomerpolder, inclusief zomerdijkje, ca. 20 cm lager liggen. Hierdoor en door de zeespiegelstijging zal het gemiddelde aantal overvloedingen toenemen. Aangezien de overvloedingen van de zomerpolder buiten het groeiseizoen liggen zal dit voorlopig weinig gevolgen hebben voor de vegetatie van de zomerpolder. Op lange termijn zal het ontbreken van opslibbing en cumulatie met zeespiegelstijging het voortbestaan van de zomerpolder in gevaar brengen.

Zomerpolder; n=3



Figuur 4.6. Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van de zomerpolder in de Peazemerlanden in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Omdat de zomerpolder momenteel nog relatief hoog gelegen is wordt aanbevolen de beleidsmakers, de eigenaar Wetterskip Fryslân en de beheerder It Fryske Gea te laten kiezen of mitigatie wenselijk is. In de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (Oost *et al.* 1998) is verkweldering als mitigatie aanbevolen indien de opslibbingsbalans negatief is en de grenswaarde van 5 cm wordt overschreden. Verkweldering herstelt de opslibbing, is voorgenomen beleid en is lastiger succesvol uit te voeren nadat een zomerpolder teveel is gezakt door inklink, zeespiegelstijging en/of bodemdaling.

Omvorming van een zomerpolder naar een kwelder heeft naast de genoemde mitigatie van de effecten van bodemdaling ook positieve gevolgen voor de kustverdediging. Kwelders zijn een natuurlijk voorland voor de zeedijken dat in hoogte groeit. Hoog voorland beperkt de golfhoogte en de golfoploop tegen de zeedijk. In de Duitse Waddenzee worden kwelders daarom als onderdeel van de zeewering beschouwd (Thorenz 2003) en in de brief van het Kabinet over het rapport van de commissie Meijer wordt “stimulering van nieuwe kwelderontwikkeling ten gunste van de veiligheid van het achterland” genoemd. Uit een databestand 1960-2004 van vastelandkwelders blijkt dat kwelders door de combinatie van een natuurlijke opslibbing en de plantengroei in staat zijn een eventuele versnelde zeespiegelstijging of bodemdaling te volgen. In het verleden is daarvoor 50 cm per eeuw (0,5 cm per jaar) voor de waddeneilanden en 100 cm per eeuw (1 cm per jaar) voor de vastelandkust genoemd (Dijkema *et al.* 2001; Dijkema 1997).

Van het hooggelegen buitendijkse begraasde stuk (15 ha) tegen de deltadijk en het lager gelegen deel langs de strekdam (4 ha) zijn geen recentere opslibbingsgegevens bekend dan die in Van Duin *et al.* (1997) staan vermeld. Het ligt echter voor de hand dat ze het normale ontwikkelingsproces in een kwelder zullen vertonen: verticale opslibbing gaat samen met laterale uitbreiding (indien een pionierzone aanwezig) of met laterale erosie (indien geen pionierzone aanwezig). Door de geëxponeerde en lage ligging en de in al 1997 vastgestelde erosie leek het kweldertje langs de strekdam toen al nauwelijks een overlevingskans te hebben. De ervaring op Ameland leert dat bodemdaling dit erosieproces niet per se hoeft te versterken (Eysink *et al.* 2005). Verdwijnen zal dit kweldertje in ieder geval. Het hooggelegen buitendijkse kwelderdeel tegen de deltadijk heeft een oeverbescherming aan de wadkant. De opslibbing is in dit gebied, voor zover bekend, vrij laag, wat normaal is voor een hoger gelegen kwelder.

Van de kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn geen gegevens over de opslibbing. Daarom worden de effecten afgemeten aan die van de Peazemerlannen. De oude kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn veel hoger gelegen dan de jonge kwelder Peazemerlannen. Het kweldertje bij Wierum is aan de wadkant al meer dan een halve eeuw aan natuurlijke kliferosie onderhevig. Aan de wadkant ligt een van jaar tot jaar sterk wisselend strookje pionierzone. Op grond van de voorspelling dat er in de Peazemerlannen geen effecten op de Habitattypen 1310 en 1330 zullen optreden worden er vanwege de hogere ligging geen effecten op het kweldertje bij Wierum verwacht. De kliferosie bij Wierum zal onveranderd doorgaan tot aan de dijkvoet, die al bijna bereikt is. Vanwege de geringe verwachte bodemdaling van in totaal 2-4 cm worden zeker geen effecten op het kweldertje bij 't Schoor verwacht.

Resultaten Bodemdalingstudie Waddenzee 2004

Deze studie van RWS-RIKZ is in opdracht van drie ministeries uitgevoerd en geaudit door een onafhankelijke commissie. Het rapport bevat een analyse van de bodemdaling door het Groningen-veld en van de opslibbing van vastelandkwelders op basis van de monitoring van RWS gedurende 1960-2003 in de meetvakken van de kwelderwerken (Hoeksema *et al.* 2004).

Kwelderzone

Uit de resultaten blijkt dat zowel de Friese als de Groninger kust de jaarlijkse stijging van het gemiddeld hoogwater (gedurende 1960-2004 ongeveer 2,5 mm per jaar) over het algemeen goed kunnen bijhouden. De kwelders slibben duidelijk sneller op. Dat komt door de slibvangende werking van de vegetatie (o.a. Dijkema *et al.* 2001). De snelheid waarmee kwelders opslibben hangt sterk af van de overspoelingsduur. Daardoor is een extra herstelmechanisme ingebouwd waardoor kwelders bij meer overspoeling meer zullen opslibben. Kwelders langs de vastelandkust zullen daarom geen enkele moeite hebben met verhoging van het gemiddeld hoogwaterniveau en tegelijk optredende bodemdaling. De snelle hoogteontwikkeling van de vastelandkwelders wordt in het natuurbeheer zelfs als een probleem gezien, omdat daardoor een snelle successie plaats vindt naar minder interessante vegetatietypen.

Pionierzone

In de pionierzone, meestal begroeid met Zeekraal en soms ook met Engels slijkgras, valt geen relatie met bodemdaling af te leiden. Deze nog ijle plantengroei vangt niet zo veel slib in, en de hoogte van de bodem in de pionierzone is in de kwelderwerken afhankelijk van de beschuttende werking van de rijshoutdammen. Deze worden dan ook juist met het oog op de pioniervegetatie en de bescherming van de achterliggende kwelder door Rijkswaterstaat goed onderhouden. In de helft van de gebieden zijn de bezinkvelden in de pionierzone verkleind om hun werking te verbeteren. Daardoor zou de hoogteligging van de pionierzone een enigszins geflatteerd beeld kunnen geven van de bodemligging.

Wadzone

De wadzone zonder rijshoutdammen is dus de aangewezen zone waarin eventuele bodemdaling zichtbaar zou kunnen worden. In die zone zou juist een te pessimistisch beeld kunnen ontstaan van de bodemligging, omdat het onderhoud aan de rijshoutdammen aan de wadzijde in veel gebieden is gestaakt. Toch blijkt er ook in de wadzone geen duidelijke correlatie met bodemdaling te zijn. Van de vier plaatsen waar verlaging meetbaar was, lag er maar één aan de rand van een bodemdalingsgebied. In andere meetvakken waar bodemdaling plaats vond, was geen verlaging ten opzichte van het gemiddeld hoogwaterniveau te bespeuren; meestal trad juist hoogtetoename op. Dit geldt ook voor de meest oostelijke meetvakken langs de Groninger kust waar nog metingen worden verricht, en waar de bodemdaling het sterkste was. Dit leidt tot de conclusie dat andere factoren kennelijk bepalen waar de uitzonderingen op de regel te vinden zijn. Zo'n factor is de ligging ten opzichte van een bepaalde geul op het wad, waardoor het wegvallen van een rijshoutdam relatief veel effect heeft. De wadzone is ook interessant omdat daar vergelijking mogelijk is met de lodingen van de bodemligging die erop aansluiten.

Bij Blija in Friesland ligt een geul op het aangrenzende wad nabij het meetvak en er lijkt inderdaad op het wad enige erosie te zijn geweest, vergelijkbaar met de afname in het meetvak langs de kust. Bij het meest oostelijke meetvak in Groningen, waar de hoogte-ontwikkeling ongeveer gelijk was aan de stijging van het gemiddeld hoogwater, was op het wad een lichte erosie te zien. Echter, nog oostelijker, richting Eemshaven, waar de bodemdaling het sterkste was, was op het wad sprake van ophoging. In dat gebied zijn geen kwelderwerken meer zodat daar geen vergelijking met waterpassingen mogelijk is. Op de andere plaatsen met hoogteverlies in de kwelderwerken was geen duidelijke aansluiting op erosieplekken. Het algemene beeld dat verder uit de waterpassingen blijkt, komt goed overeen met het algemene beeld van de wadhoogtes buiten de kwelderwerken. Beide meetmethodes wijzen op een lichte verhoging van de bodem, zowel binnen als buiten de bezinkvelden en zowel in gebieden met als zonder bodemdaling.

Prognose

Voor een prognose van hetgeen zou kunnen gebeuren in andere gebieden is het van belang om na te gaan of de gebieden waar nu al bodemdaling is opgetreden voldoende representatief zijn voor gebieden die door het winnen uit nieuwe velden kunnen gaan dalen. Ten eerste gaat het daarbij om de omvang en diepte van de

daling, en ten tweede om de ligging van de dalingsgebieden ten opzichte van geulen. De huidige daling bij Blija is nog maar beperkt; de daling bij Groningen bedraagt tot 16 cm. De totale verwachte daling bij Peazens-Moddergat en Lauwersoog is niet groter dan bij Groningen nu, en qua ligging zijn deze gebieden goed vergelijkbaar met de Groninger Noordkust. Wel is de afstand tot het zand-aanvoerende zeegat bij Peazens-Moddergat en Lauwersoog kleiner, hetgeen gunstig is omdat de aanvoerweg van het sediment daardoor korter is. Een deel van het aan te voeren sediment bestaat uit slib; ongeveer 10 à 15% van de bodem langs de Friese en Groninger kust bestaat uit slib. Voor slib geldt de aanvoerbeperking voor de grootte van een kombergingsgebied niet, en bovendien zijn er zeer grote hoeveelheden slib aanwezig langs de Friese en Groninger kust. De aanvoer van zand is de belangrijkste beperkende factor.

Conclusies Bodemdalingstudie Waddenzee 2004 voor de Habitattypen 1310 en 1330

Samenvattend zijn uit het bovenstaande de volgende conclusies te trekken:

1. De bodemdaling langs de vastelandkust, voor zover opgetreden in de periode 1980-1999 is nu al gecompenseerd door opslibbing.
2. De bodemdaling langs de noordoost Groninger kust is voldoende representatief voor eventuele in de toekomst optredende dalingen langs de Friese kust.
3. De opslibbing in de Friese kwelders bij Peazens-Moddergat is hoger dan de verwachte bodemdaling.
4. Bij afwezigheid van een effect op de bodemhoogte valt ook geen effect op flora en fauna te verwachten.
5. Ameland als praktijkvoorbeeld van een 'worst-case'- bodemdaling onderstreept deze conclusies.

4.1.3 Prognose vegetatie-successie bij bodemdaling

Methoden bepaling effecten op vegetatie en successierichting

De successierichting van de vegetatie is een belangrijk gegeven om zowel positieve als negatieve effecten van natuurlijke veranderingen, van beheersmaatregelen en van bodemdaling door gaswinning te kunnen beoordelen. In vaste proefvakken (pq's) wordt de bedekking van de afzonderlijke plantensoorten periodiek opgenomen. De pq-methode wordt toegepast in b.v. de monitoring-programma's in de kwelderwerken (meetvakken van RWS), in het SEB-meetnet van Alterra en op Ameland (pq's voor de NAM door Alterra). De gegevens van de pq's worden verwerkt tot op het niveau van soortengroepen, en beoordeeld op successie/regressie en/of veroudering/verjonging (Eysink *et al.* 2000a, 2005). Bij de verwerking wordt tevens aandacht besteed aan de cumulatie met de effecten van beheersmaatregelen (waaronder beweiding) en met natuurlijke veranderingen, zoals weersomstandigheden en het jaargemiddelde hoogwaterpeil.

Resultaten Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee 1998 en Monitoring Ameland

In de Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee (Oost *et al.* 1998) zijn de volgende uitgangspunten geformuleerd om de effecten van bodemdaling op kwelders te kunnen voorspellen:

- Er treden geen effecten van bodemdaling op in de kweldervegetatie indien de opslibbing in balans is met de som van de bodemdaling en de zeespiegelstijging. Bij onvoldoende compensatie van de bodemdaling door opslibbing daalt het maaiveld en is de opslibbingsbalans negatief. De zonehypothese zegt dat er effecten van bodemdaling op de kweldervegetatie worden verwacht indien de maaiveldhoogte daalt, d.w.z. indien de opslibbingsbalans negatief is. De effecten van GHW-schommelingen (Beeftink 1987; Olff *et al.* 1988; Dijkema *et al.* 1990) en de negatieve effecten van de stijging van GHW (Feekes 1950; Beeftink 1986) onderbouwen de zonehypothese. Met name de gebeurtenissen in de Oosterschelde laten zien dat de overstromingsfrequentie in hoge mate bepaalt welke vegetatie op een bepaald niveau voorkomt (De Jong & Van der Pluijm 1994; De Jong *et al.* 1994).
- Er treden geen effecten op in de kweldervegetatie bij een tijdelijk en gering tekort in de opslibbingsbalans van 5 cm (= grenswaarde; Oost *et al.* 1998; “Natuurgrens” in de betekenis van de Adviesgroep Waddenzeebeleid 2004). De reden hiervoor zijn :
 1. Binnen een termijn van tien jaar zijn de jaar-op-jaar veranderingen in GHW van meer belang. Eén jaar met een verandering in GHW van 5-10 cm kan al tot een verschuiving van sommige planten leiden. Deze veranderingen vinden in hetzelfde jaar plaats bij een lager GHW en worden één of meer jaren vertraagd bij een hoger GHW (Beeftink 1986 1987). Ondertussen gaat de opslibbing door (Dijkema *et al.* 1990).
 2. De zoutplanten groeien lang niet altijd op de ondergrens van hun zone (Van Duin *et al.* 1997; Eysink *et al.* 2000ab, 2005). Dat geeft extra rek in het systeem.
 3. Op Ameland blijkt dat deze redenering zelfs bij een nog groter tekort in de opslibbingsbalans juist is (Eysink *et al.* 2000a, 2005). De autonome successie in de vorm van veroudering naar een climax-vegetatie of successie naar de vegetatie van een hogere kwelderzone blijkt bij de helft van de pq's op Ameland gewoon door te gaan.
 4. Op Ameland zou aan de huidige theorie over de sterke rol van de maaiveldhoogte in de kwelderzoning (zoneringshypothese) op grond van 18 jaar monitoring van de effecten van bodemdaling getwijfeld moeten worden. In de weinige gevallen dat er op Ameland regressie van de vegetatie plaatsvindt is er (tevens) een relatie met een verminderde water-aan/afvoer, vertrapping door vee of met kliferosie.

Effect op de kweldervegetatie van de Peazemerlannen

Er zijn geen effecten van de voorspelde bodemdaling op de vegetatie van de pionierzone (Habitatype 1310) en de kwelderzones (Habitatype 1330) te verwachten. De opslibbingsbalans blijft ruimschoots positief (§ 4.1.2). Er zijn twee complicerende factoren in deze voorspelling:

1. Uit een vergelijking van de theoretische ondergrenzen van de vegetatiezones (Tabel 4.1) met de gemeten gemiddelde ondergrenzen in de Peazemerlannen (Tabel 3.3) blijkt dat de pionierzones >50 cm boven hun ondergrens groeien en de kwelderzones 30 cm. D.w.z. afgezien van de opslibbing is er gemiddeld nog eens 30 – 50 cm reserve in de hoogteligging.
2. De uitkomsten van de kweldermonitoring op Ameland hebben aangetoond dat de mate van ontwatering en de beweiding eveneens van belang zijn; binnen marges zijn de effecten daarvan misschien wel groter dan van de zonering. Voor de Peazemerlannen is dit van belang voor de kommen. De vegetatie groeit daar gemiddeld 40 cm boven de ondergrens. De bepalende factor voor het type vegetatie is daar de ontwatering. Door terugschrijdende erosie in kleine kreekjes vindt in de kommen natuurlijke kreekvorming plaats. Zodra een kom daardoor ontwaterd wordt zal zeer snel successie van de pionierzone naar de lage kwelderzone plaatsvinden, geheel los van eventuele bodemdaling.

Een ander punt van aandacht is de mogelijke veroudering van kwelders. Volgens alle bronnen leidt voortgaande successie tot een afname van de diversiteit aan vegetatietypen op kwelders (Westhoff *et al.* 1998; Storm 1999; Eysink *et al.* 2000ab, 2005; Esselink 2000; Dijkema *et al.* 2001, 2004; Bakker *et al.* 2005). Ook in de Peazemerlannen zijn daar duidelijke aanwijzingen voor (Tabel 3.6 en 3.7). Een bodemdaling van 12,9 cm in 35 jaar betekent dat de relatieve ophoging van de kwelder gewoon doorgaat, en daarmee ook de vegetatiesuccessie. De tijdelijke verlaging van de opslibbing vertraagt de veroudering van de kweldervegetatie hooguit. Beweiding biedt wat dat betreft een meer structurele oplossing om deze ongewenste autonome ontwikkeling te sturen dan bodemdaling.

Vergelijking bodemdaling Peazemerlannen met Ameland

De monitoring van bodemdaling door gaswinning op Ameland is een zeldzame mogelijkheid om een voorspelling van milieueffecten te toetsen (conclusie van een symposium over Ameland in 2000 op de RU Groningen). De uitkomsten van de monitoring op Ameland zijn van belang voor een wetenschappelijke en een maatschappelijke beoordeling van eventuele bodemdaling elders in de Waddenzee.

In Tabel 4.4 worden de belangrijkste resultaten voor de kwelders van Ameland en de Peazemerlannen naast elkaar gezet. Daaruit blijkt het volgende:

- Voor de secundaire pionierzone is de opslibbing in de Peazemerlannen vergelijkbaar met die van het Nieuwlandsrijd op Ameland (een primaire pionierzone ontbreekt daar). In beide gevallen is het een hoge waarde voor pionierzones.
- De gemeten opslibbing in de kwelderzones van de Peazemerlannen is hoger dan vergelijkbare zones op het Nieuwlandsrijd, Ameland, gemiddeld ongeveer het dubbele. Voor Ameland een normale waarde voor eilandkwelders, voor de Peazemerlannen een normale waarde voor de Friese vastelandkust.
- De prognose voor een eventuele bodemdaling Peazemerlannen is de helft van Nieuwlandsrijd.

- Een vergelijking van de voorspelling voor de vegetatie met de praktijksituatie op Nieuwlandsrijd, Ameland maakt de conclusies voor de Peazemerlanden zeker, omdat op Ameland bij veel ongunstiger condities na 18 jaar nagenoeg geen effecten op de vegetatie zijn opgetreden.

Tabel 4.4. Vergelijking van de opslibbing (mm/j) in de Peazemerlanden (SEB-methode 1995 - 2005) en op Nieuwlandsrijd (SEB-methode 1993 - 2003) en de resp. voorspelde en gemeten bodemdaling in beide gebieden (cm).

Kwelder	Peazemerlanden	Nieuwlandsrijd
Opslibbing		
Primaire pionierzone	24	n.v.t.
Secundaire pionierzone	8	8
Lage kwelder	12	9
Midden kwelder	15	4
Zomerpolder/Hoge kwelder	-2	0,1
Bodemdaling	12,9 (2005-2040)	14(1987-2003)-8 mm/jaar

4.1.4 Prognose effecten op broedvogels

De enige vogelsoort waar recentelijk aanwijzingen gevonden zijn dat bodemdaling misschien een rol gespeeld heeft, is de eidereend (Kats *et al.* in prep) op Ameland. De populatie broedende eidereenden is goed bestudeerd en de daling in het aantal nesten die sinds 1980 is opgetreden, heeft zich in tegenstelling tot de andere eilanden voortgezet. Het is mogelijk dat de geconstateerde achteruitgang van de duindoornvegetatie ter plekke een rol gespeeld kan hebben bij de afname in broedende eiders. In dat geval speelt de bodemdaling indirect een rol.

Hoewel de inventarisatieplots van de broedvogels, zoals weergegeven in Tabel 3.11, niet representatief zijn voor dichtheidschattingen in het omringende gebied worden de geconstateerde aantalsveranderingen in de broedvogels wel beschouwd als indicatief voor opgetreden veranderingen in het aandachtsgebied. Geconstateerd wordt dat zowel koloniebroeders (Kokmeeuw, Kluut, Noordse Stern, Visdief) als solitaire broedende soorten (Scholekster, Tureluur, Graspieper, Wilde Eend, Gele Kwikstaart, Kuifeend, Veldleeuwerik, Krakeend, Slobeend, Bontbekplevier, Witte Kwikstaart en nog een reeks soorten die in kleine aantallen op de kwelders broeden) in aantal achteruit gaan. Alleen soorten als Kievit, Grutto, Bergeend en Meerkoet vertonen geen duidelijke trend. In de broedgebieden van deze soorten zijn geen duidelijke veranderingen in de maaiveldhoogte geconstateerd. Wel treedt, door het ontbreken van voldoende begrazing, op de hogere delen van de kwelders een toenemende verruiging op door uitbreiding van Strandkweek. Een dergelijke verruiging kan tot gevolg hebben dat minder geschikt broedgebied beschikbaar is voor soorten die een voorkeur hebben voor een varieerde vegetatie. Ook de toename van predatoren, waaronder de Vos, zou een rol kunnen spelen in de geconstateerde negatieve ontwikkeling. In verschillende andere delen van de vastelandskust van de Waddenzee, buiten het aandachtsgebied, worden vergelijkbare trends waargenomen (vergelijk Dijkse & Koks 2003).

Conclusie. Uitgaande van de voorspelde bodemdaling als gevolg van de nieuwe winningen is de verwachting dat er geen negatieve effecten op de broedende vogels in de vastelandkwelders zullen optreden als gevolg van bodemdaling. Vernatting van gebieden zoals op Ameland wordt niet voorspeld, dus een mogelijk effect zoals bij de broedende eidereenden op Ameland (hoewel dit mogelijk niet door bodemdaling veroorzaakt is), is onwaarschijnlijk. Het is zelfs mogelijk dat het tegengaan van de verdere verruiging van de vegetatie gunstige gevolgen zal hebben voor de broedvogels.

4.2 Conclusies effecten bodemdaling voor kwelders

1. Uitgaande van de gemiddelde jaarlijkse netto opslibbingswaarden van de SEB-meting treden er voor de midden en lage kwelder (Habitatype 1330) en (secundaire) pionierzone (Habitatype 1310) geen problemen op. Voor de in de figuren gebruikte laagste punten van een zone wordt de ondergrens van een vegetatietype in één geval (pq 13) bereikt in het hypothetische geval dat er in de gehele bodemdalingsperiode geen opslibbing zou plaatsvinden.
2. De meeste punten in een vegetatiezone liggen (ver) boven de ondergrens voor deze vegetatie. Daardoor blijft een eventuele negatieve opslibbingsbalans zonder nadelige gevolgen. Dit houdt bovendien in dat er ‘rek in het systeem zit’, wat inhoudt dat de opslibbing niet per se elk jaar de bodemdaling + zeespiegelstijging direct volledig hoeft te compenseren. Oost *et al.* 1998 hebben voor deze rek een grenswaarde van 5 cm aangenomen. Deze aanname is onderbouwd door de monitoring op Ameland waar Eysink *et al.* (2000a, 2005) nagenoeg geen effecten van 18 jaar bodemdaling op de vegetatie hebben gevonden hoewel de opslibbing daar onvoldoende was om de daling volledig te compenseren.
3. De primaire pionierzone (Habitatype 1310) achter de doorbraak in de bitumen zomerkade werd in de bodemdalingstudies van 1993 en 1998 nog als een probleem gezien. Een storm zal in de Peazemerlannen, door de meestal optimale vegetatiebedekking en beschutte ligging van het grootste deel van de kwelder, veelal voor een sedimentimport zorgen. Hoewel een op grote schaal sediment exporterend tij onwaarschijnlijk lijkt, moet er rekening mee gehouden worden dat het vastleggen van sediment achter de gaten in de zomerkade door de schaarse, meest eenjarige vegetatie, verre van optimaal is, waardoor erosie plaatselijk zeer goed mogelijk is. Oost & Dijkema (1993) hebben er al op gewezen dat door de plaatselijk slechte staat van de zomerkade aan de oostzijde van de Peazemerlannen een probleem met klifvorming en terugschrijdende erosie van de kwelder zou kunnen ontstaan. Op grond van 10 jaar SEB-metingen is de vrees hiervoor verminderd. De eerder aanbevolen mitigatie d.m.v. een rijshoutdam wordt op dit moment dan ook niet meer noodzakelijk geacht. Monitoring zal moeten uitwijzen hoe deze zone zich in de toekomst ontwikkelt, mede om aantasting van de achterliggende zomerpolder en vervolgens van de dijkvoet te voorkomen. Ervaring in de kwelderwerken van Rijkswaterstaat langs de noordkust van Groningen en Friesland heeft geleerd dat mitigatie, indien bij veranderende omstandigheden toch noodzakelijk, te allen tijde snel, doeltreffend en natuurvriendelijk met rijshoutdammen kan worden uitgevoerd (Dijkema *et al.*

- 2001; Bodemdalingstudie 2004 van RIKZ 2004).
4. De verwachte bodemdaling in de kwelder (Habitatype 1330) is, gerekend vanaf het begin van de SEB-metingen in 1995, op veel plaatsen al in 2005 door natuurlijke opslibbing gecompenseerd! De figuren laten een bedreiging voor vastelandkwelders zien, die recent steeds meer aandacht krijgt. Met het toenemen van de leeftijd gaat de natuurlijke successie naar de vegetatie van de hoge kwelder. Daardoor neemt de biodiversiteit van een volledig scala aan zoutplantenvegetaties af (QSR kwelders, Bakker *et al.* 2005). Bodemdaling door gaswinning vertraagd deze successie. De tijdelijke verlaging van de opslibbing gaat de veroudering van de kweldervegetatie tegen. Dat is positief, maar de bodemdaling is niet langdurig en groot genoeg om dat probleem op te lossen.
 5. Door de bodemdaling en inklink vindt een verlaging van de zomerpolder plaats, ruim over de grenswaarde van 50 mm. Mitigatie door middel van verkwelleren is een mogelijke beheermaatregel, die de natuurlijke veerkracht voor de toekomst herstelt.
 6. Het in het westen gelegen buitendijkse gebied voor de deltadijk ligt relatief hoog. Er is enige opslibbing, maar minder dan in de aangrenzende kwelder. Dit gecombineerd met de bijzonderheid dat er oeverbescherming aan de wadkant is, wijzen op zeer goede overlevingsmogelijkheden en weinig bedreigingen.
 7. Het kweldertje langs de strekdam heeft gezien de geëxponeerde en lage ligging en de gemeten erosie weinig overlevingskansen, ook zonder bodemdaling.
 8. Van de kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn wel een serie vegetatiekaarten (hoofdstuk 3.1.3 pagina 62 en verder), maar geen gegevens over de opslibbing. Daarom worden de effecten afgemeten aan die van de Peazemerlannen. De oude kweldertjes bij Wierum en bij 't Schoor zijn veel hoger gelegen dan de jonge kwelder Peazemerlannen. Het kweldertje bij Wierum is aan de wadkant al meer dan een halve eeuw aan natuurlijke kliferosie onderhevig. Aan de wadkant ligt een van jaar tot jaar sterk wisselend strookje pionierzone. Op grond van de voorspelling dat er in de Peazemerlannen geen effecten op de Habitattypen 1310 en 1330 zullen optreden worden er vanwege de hogere ligging geen effecten op het kweldertje bij Wierum verwacht; de kliferosie bij Wierum zal onveranderd doorgaan tot aan de dijkvoet, die al bijna bereikt is. Vanwege de geringe verwachte bodemdaling van in totaal 2-4 cm worden zeker geen effecten op het kweldertje bij 't Schoor verwacht.
 9. Voor broedende vogels worden geen effecten verwacht als gevolg van de voorspelde bodemdaling van de nieuwe gebieden. Een vertraging van de verruiging zou zelfs een positief effect op de broedvogels kunnen hebben.

4.3 Kombergingsgebieden Pinkegat en Zoutkamperlaag

Als gevolg van de bodemdaling kunnen de volgende fysische effecten mogelijk optreden:

- Afname plaatareaal
- Vermindering droogvaltijd
- Verandering sedimentsamenstelling
- Verandering in hydraulica

In 1998 gaf Delft Hydraulics aan dat de bodemdaling samen met een versnelde zeespiegelstijging invloed kan hebben op de bodemsamenstelling (IBSW 1998). Onder dit scenario voorspelden de modellen ook een aanzienlijke reductie in plaatareaal. Rond deze voorspellingen zat een redelijk grote onzekerheid (de werkelijke daling door versnelde zeespiegelstijging kon gezien de resultaten van alle drie de modellen globaal een factor 3 hoger of lager zijn). Recentelijk werden de gevolgen van de bodemdaling op Ameland geëvalueerd aan de hand van de nieuwste gegevens (Eysink 2005). Hierin bleek dat de meeste meetpunten op het Pinkewad aangaven dat de sedimentatie de bodemdaling ruimschoots compenseerde. De achteruitgang van vogelsoorten bij Ameland de afgelopen 20 jaar lijkt vooral verklaard te worden door het verdwijnen van de mosselbanken onder Ameland als gevolg van bevissing (Eysink 2005).

Voor de toekomstige autonome ontwikkeling van de kombergingsgebieden en de gevolgen van de gaswinning voor de abiotiek zijn door Delft Hydraulics een aantal modelleringstudies gedaan (Wang & Eysink 2005) die de verwachte ontwikkeling van de kombergingsgebieden in het aandachtsgebied tot het jaar 2100 beschrijven. Zeer summier zijn de resultaten voor de verschillende scenario's als volgt samen te vatten:

- Basis scenario:
 - Geuldiepte Pinkegat is stabiel en die van de Zoutkamperlaag neemt gemiddeld 9 cm toe.
 - Plaatoppervlak Pinkegat is stabiel en van de Zoutkamperlaag daalt het 1,5 cm.
- Versnelde zeespiegelstijging scenario (vanaf 2007 verhoogd van 0,20 m/eeuw tot 0,60 m/eeuw):
 - Geuldiepte Pinkegat en Zoutkamperlaag nemen toe met respectievelijk 21 en 70-80cm.
 - Plaathoogte neemt af met respectievelijk 6 en 14cm.
- Bodemdaling scenario "Hoog":
 - De effecten lijken linear evenredig met de grootte van de bodemdaling die onder dit scenario (het gevolg van de nieuwe velden) 30% hoger zijn dan die van het basis scenario.

De gevolgen voor de bodemsamenstelling zijn volgens deze studie niet significant, omdat de natuurlijke sortering van sediment door het getij niet zal veranderen en omdat de hydraulische condities in de geulen en op de platen nauwelijks zullen veranderen. Voor het Pinkegat wordt de bodemdaling vooral veroorzaakt door het Amelandveld dat reeds sinds 1986 in productie is. Het grootste deel van de effecten hiervan is al geweest. De effecten van gaswinning uit de nieuwe velden zijn minimaal. De totale afname aan plaatareaal als gevolg van gaswinning uit alle velden samen wordt geschat op 1,3%, hetgeen minder is dan de natuurlijke variatie. Voor de Zoutkamperlaag zijn vooral de nieuwe velden van belang, maar het volume van deze kom is groter en de effecten zullen dus over een groter gebied uitgesmeerd worden. Het gevolg is dat het maximale verlies ten gevolge van de nieuwe velden wordt geschat op minder dan 0,5% van het totale plaatareaal, eveneens minder dan de natuurlijke variatie.

4.3.1 Rapport Bodemdaling Waddenzee 2004

In 2004 werden door een team van deskundigen van RWS-RIKZ in opdracht van drie ministeries de gevolgen van bodemdaling door gaswinning nogmaals onderzocht (Hoeksema *et al.* 2004). Een samenvatting van hun bevindingen, grotendeels integraal overgenomen uit het rapport, volgt hieronder. Het RIKZ rapport is geaudit door een onafhankelijke commissie.

Deel 1 resterende onzekerheden uit 1999

Voorspelbaarheid van het waddensysteem

Een belangrijk twistpunt sinds 1999 is de nauwkeurigheid waarmee het gedrag van het waddensysteem voorspeld kan worden. De modellen die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn in opzet niet veranderd. Het zijn nog steeds “state of the art”-modellen, zeker voor voorspellingen over termijnen van 50 - 100 jaar of langer. Het vertrouwen in de modellen is sterk gegroeid in de afgelopen vier jaar, omdat ze voor verschillende factoren getest zijn in een variëteit aan modelleeromgevingen. Daarbij is gebleken dat de modellen bevredigende antwoorden konden geven op de gestelde vragen. Ze geven de waargenomen ontwikkelingen in diverse delen van de Waddenzee goed weer en geven ook onderling vergelijkbare resultaten.

De belangrijkste modellen zijn inmiddels ook gevalideerd door toepassing op estuaria buiten het Waddengebied, waar ze goed bleken te werken. De mogelijke compensatiesnelheid van zeespiegelstijging zoals aangegeven in de Integrale Bodemdalingsstudie van 1999 (3-6 mm/j, afhankelijk van de grootte van een kombergingsgebied), blijkt zeker haalbaar en wordt bevestigd door de historische geschiedenis van de Waddenzee. Daarin bleek sedimentatie van 4-6,6 mm/j mogelijk. De huidige snelheid van de zeespiegelstijging in het Waddengebied ten opzichte van het vasteland ligt al minstens 100 jaar constant op ongeveer 1,8 mm per jaar. Nadere modelberekeningen kunnen ruimte voor gaswinning voor elk kombergingsgebied berekenen bij elke snelheid van zeespiegelstijging.

Het zand dat nodig is voor compensatie van de zeespiegelstijging komt al sinds het ontstaan van de Waddenzee uit de kustzone. Daardoor is de kust van de Waddeneilanden in de loop van 6000 jaar al 6 - 15 km teruggeschreden. Bodemdaling geeft extra zandhonger. Voor de Waddenzee als geheel is die extra zandhonger relatief gering ten opzichte van de natuurlijke zandhonger, maar in enkele kombergingsgebieden, met name het Pinkegat ten oosten van Ameland, is de verhoogde zandhonger relatief groot. Desondanks is hier de bodemdaling tot nu toe waarschijnlijk volledig gecompenseerd door sedimentatie.

De jaarlijkse dynamiek in de bodem van de Waddenzee is 3 tot meer dan 100 maal groter dan de mogelijk verwachte bodemdaling. Daardoor worden eventuele bodemdalingskuilen uitgesmeerd over een heel kombergingsgebied en vindt snelle compensatie plaats. Bij vergelijking van lodingskaarten van de hele Waddenzee over een periode van 11 jaar bodemdaling blijken er inderdaad nergens kuilen waarneembaar die overeenkomen met de bodemdalingsgebieden. Ook in detailstudies die sinds 1999 zijn uitgevoerd voor Zuidwal, Ameland en het Eems-

Dollardgebied kon geen bodemverlaging worden gevonden die gecorreleerd was met bodemdaling. In de randzone van de Waddenzee langs de vastelandkust waar één tot vierjaarlijkse waterpassingen plaatsvinden in het kader van de kwelderwerken, waren eveneens geen effecten van bodemdaling traceerbaar.

De voorspelbaarheid van het opslibbingsgedrag van kwelders is groot. Er moet onderscheid worden gemaakt tussen eilandkwelders en vastelandkwelders. Eilandkwelders slibben minder snel op dan vastelandkwelders. Op Ameland bleek dat aan de wadzijde en in de buurt van kweldergeulen jaarlijks een volledige compensatie van de bodemdaling plaatsvond. Hoger en verder op de kwelder gaat de opslibbing langzamer en wordt compensatie op langere termijn (jaren tot decennia) verwacht. De vegetatie van deze minder snel opslibbende gebieden bleek echter bestand tegen de verlaging van de bodem. De opslibbing op vastelandkwelders (bijna overal meer dan 10 mm per jaar) overtreft overal de maximaal mogelijke bodemdaling. De ontwikkelingen op Ameland kunnen model staan voor het effect van een worst-case bodemdaling op kwelders (15 mm per jaar). De ontwikkelingen in de Groninger vastelandkwelders worden representatief geacht voor de geringere bodemdaling langs het vasteland. Verder blijkt dat van aardbevingen die samen kunnen hangen met het winnen van gas geen schade is te verwachten aan dijken, constructies in de Waddenzee en geulen en platen in de Waddenzee.

Naijleffecten

Voor een eventueel kunnen ingrijpen in het winnen van gas is het van belang om te weten hoe lang de bodemdaling doorgaat wanneer een winning voortijdig wordt beëindigd. Deze periode van naijling van bodemdaling blijkt zeer gering, namelijk 1,5 tot 3 jaar, waarin de daling geleidelijk ophoudt. Rekening houdend met een maximale dalingsnelheid van 5 mm per jaar in het centrum van een dalingskom zou dat lokaal een nadaling van ongeveer 10 mm kunnen geven, wat neerkomt op hooguit enkele mm's per kombergingsgebied. Het naijlingseffect is enerzijds goed voorspelbaar en goed te monitoren, anderzijds zijn de effecten op de ecologie door de geringe omvang en tijdsduur verwaarloosbaar.

Effecten zandsuppleties

Om erosie van de Noordzeekust te vermijden wordt ook nu al zandsuppletie toegepast. Zandwinning en -suppletie op de Noordzeekust van de Waddeneilanden heeft invloed op de fauna ter plaatse, die na 2 jaar grotendeels en na 5 jaar geheel hersteld is. De ligging van schelpdierbanken kan van tevoren worden vastgesteld om onnodig verlies van bodemfauna te voorkomen. De mogelijke slibverhoging in het water van de Waddenzee die zou kunnen worden veroorzaakt door extra zandsuppleties blijkt uitermate gering (minder dan 1% ten opzichte van de achtergrondconcentraties) en ecologisch niet van betekenis.

Deel 2 Niet-lineair gedrag van het waddensysteem

De mogelijkheid van meerdere evenwichtstoestanden van getijdebekkens, waardoor plotselinge veranderingen zouden kunnen optreden, kan worden beschreven met een model dat niet-lineair gedrag beschrijft. De omstandigheden waarbij een omslag zou kunnen optreden zijn echter niet aanwezig in de Waddenzee. Ook het als voorbeeld genoemde Lister Tief blijkt zich te houden aan de 'normale' wetmatigheden.

Deel 3 Monitoring en nulmeting

De bodemdaling en de daaraan mogelijk gekoppelde effecten kunnen goed worden gemonitord. Daarbij zijn vorm en inhoud van bodemdalingsschotel, hoogteligging van kwelders en wadden alsmede ontwikkelingen in zeespiegelstand de belangrijkste. Bij grote, mogelijk niet geheel gecompenseerde, bodemdaling is ook monitoring van kweldervegetaties en afslagranden van groot belang. Referentiewaarden (ook aangeduid als 'nulmeting') zijn vanuit deze monitoringsprogramma's in voldoende mate voorhanden. De enorme dynamiek van het gebied maakt dat elke nulmeting per definitie een momentopname is van deze dynamiek. Een nulmeting moet dan ook een beschrijving van de trend bevatten.

Op Ameland wordt een zeer uitgebreid programma uitgevoerd in verband met bodemdaling en het ligt in de bedoeling dit programma voort te zetten totdat de bodemdaling zo gering is geworden dat geen nieuwe effecten meer verwacht kunnen worden.

Landelijk en in het Waddengebied worden op velerlei terrein gegevens ingewonnen welke ook van belang kunnen zijn voor interpretatie en controle van de specifiek in verband met bodemdaling verzamelde gegevens. Voorbeelden zijn: waterstanden, weergegevens, vogeltellingen en vegetatiekaarten.

Eindconclusie

Alles overziend kan worden geconcludeerd dat de nieuwe gegevens en inzichten sinds het IBW de onzekerheden uit 1999 en daarna hebben verkleind. De resterende onzekerheid is dermate klein, dat de onderzoekers geen significante effecten verwachten van bodemdaling op de morfologie en ecologie, uitgaande van de randvoorwaarden zoals deze in het IBW en het advies van de Adviesgroep Waddenzeebeleid beschreven staan. Wanneer de combinatie van bodemdaling en zeespiegelstijging groter zou worden dan een vooraf bepaalde grenswaarde kan tijdig worden ingegrepen, waarbij najleffecten gering zullen zijn. Voorwaarde daarvoor is een monitoringsprogramma waarin onder meer de snelheid van bodemdaling en zeespiegelstijging nauwkeurig worden gevolgd. Om effecten op de Noordzeekustlijn van de Waddeneilanden te voorkomen is extra suppletie van zand noodzakelijk. Het gaat daarbij om hoeveelheden die qua omvang eenvoudig ingepast kunnen worden in het huidige suppletierégime.

4.3.2 Zeegras

Er worden geen negatieve effecten verwacht van de gaswinning op de zeegrasstand in het aandachtsgebied. Gezien de verwachte autonome ontwikkeling bij verder afnemende nutriëntenconcentraties en afnemende troebelheid van het water en mogelijke positieve effecten van toenemende zeewatertemperatuur is de verwachting dat het zeegras zich verder zal uitbreiden in de Waddenzee (Erfteemeier 2005).

Tabel 4.5. *Overzicht mogelijke effecten van gaswinning*

Sturende factoren voor Zeegras	Mogelijk effect
Diepte / droogvalduur	Droogvalduur verandert minder dan de natuurlijke variatie, dus geen effect verwacht.
Troebelheid/zwevend stof	Geen effect verwacht door de gaswinning (zie ook studie WL). Eventueel wel door afnemende nutriënten in de Waddenzee met positieve gevolgen voor de overlevingskansen voor het zeegras.
Waterdynamiek	Stroomsnelheden zullen niet/nauwelijks toenemen (Studie WL), dus geen effect verwacht.
Sedimentsamenstelling	Stroomsnelheden zullen niet/nauwelijks toenemen (Studie WL), dus geen effect verwacht.
Saliniteit	Geen effect verwacht door gaswinning.
Nutriënten	Geen effect verwacht door gaswinning, wel door implementatie van de Kaderrichtlijn Water waardoor de nutriënten in de Waddenzee mogelijk verder zullen afnemen met positieve gevolgen voor de overlevingskansen voor het zeegras.
Macroalgenbloei	Geen effect verwacht door gaswinning.
Temperatuur	Geen effect verwacht door gaswinning.
Verontreinigingen	Geen effect verwacht door gaswinning.
Ziekten	Geen effect verwacht door gaswinning.
Begrazing	Geen effect verwacht door gaswinning.
Wadpieren	Geen effect verwacht door gaswinning.
Zaadverspreiding	Geen effect verwacht door gaswinning.
Baggerwerken	Geen effect verwacht door gaswinning.
Schelpdiervisserij	Geen effect verwacht door gaswinning.

4.3.3 Bodemdieren

Het voorkomen van bodemdieren wordt vooral bepaald door droogvalduur, dynamiek (golfwerking en stroomsnelheid) en sedimentsamenstelling. Sedimentsamenstelling is ook sterk afhankelijk van de andere (a)biotische variabelen. Directe causale relaties tussen sedimentsamenstelling en dichtheden en voorkomen van bodemdieren ontbreken. Op basis van de voorspelde veranderingen in sedimenttransportvariabelen ten gevolge van de nieuwe gaswinningen (Wang & Eysink 2005) worden geen veranderingen in sedimentsamenstelling verwacht. Dientengevolge zal de samenstelling aan bodemdieren ook niet veranderen als gevolg van de nieuwe gaswinningen.

4.3.4 Vissen

Voor de Elft, Fint, Zeeprík en Rivierprík zijn weinig gegevens voorhanden (zie pagina 97). Een goede afweging zou dus moeilijk te geven zijn, indien een significante bodemdaling verwacht zou worden. Hoe veranderingen in plaathoogte en geuldiepte een effect op deze soorten zouden kunnen hebben is alleen voor te stellen bij extreme veranderingen, maar gezien de verwachte minimale veranderingen die geringer zijn dan de natuurlijke variatie moet het als hoogst onwaarschijnlijk geacht worden dat dit op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een aantalsafnames van deze vissoorten. Naast deze theoretische overwegingen maken de

zeer variabele dichtheidsschattingen die nu gevonden worden of zelfs geheel ontbreken het uitermate moeilijk een effect aan te tonen.

4.3.5 Vogels

De belangrijkste effecten die zouden kunnen optreden voor vogels zijn veranderingen in het voedselaanbod als gevolg van veranderingen in de sedimentsamenstelling. Uitvoerige informatie over het dieet van de verschillende wadvogels wordt gegeven in Leopold *et al.* (2004) en een samenvatting wordt gegeven in hoofdstuk 0. Omdat er echter geen effecten op de sedimentsamenstelling van de bodem en dus ook niet op de bodemdieren verwacht worden, zal het voedselaanbod voor de verschillende wadvogels niet veranderen als gevolg van de gaswinning. Voorspelde areaal veranderingen zijn zo klein dat ook het effect daarvan op basis van eerdere simulaties (Brinkman en Ens 1998) als hoogst onwaarschijnlijk geacht dienen te worden. Grotere veranderingen zoals opgetreden bij Ameland hebben geen effect gehad op wadvogels (Kersten 2005). De bodemdaling op Ameland zou misschien een effect gehad kunnen hebben op het broedsucces van eidereenden (hoofdstuk 4.1.4), maar een soortgelijk effect ten gevolge van de nieuwe winningen is hoogst onwaarschijnlijk omdat de voorspelde daling veel minder is dan op Ameland tot nu toe is opgetreden. Concluderend kan gesteld worden dat de voorspelde bodem- en plaatoppervlaktedaling van een dusdanige omvang is dat geen waarneembare effecten op vogelaantallen te verwachten zijn.

4.3.6 Zeezoogdieren

Verlies aan plaatareaal als gevolg van bodemdaling zou minder ruimte voor zogende en verharende zeehonden betekenen. Veranderingen in prooidieren van zeehonden kunnen ook een effect hebben op de populatie. De voorspelde veranderingen in areaalverlies en bodemgesteldheid (Wang en Eysink 2005) zijn echter zo klein dat er door de nieuwe gaswinning geen effecten op de zeehondenpopulaties zullen optreden.

4.4 Conclusies effecten bodemdaling Pinkegat en Zoutkamperlaag

Wang & Eysink (2005) berekenen de gevolgen van de nieuwe gaswinningen op het areaal en de diepteligging van de platen in het aandachtsgebied. Voor het Pinkegat wordt de bodemdaling vooral veroorzaakt door het Amelandveld dat reeds sinds 1986 in productie is en het grootste deel van de effecten hiervan zijn al geweest. De nieuwe velden voegen hier slechts weinig aan toe: de totale afname aan plaatareaal als gevolg van gaswinning uit alle velden samen wordt geschat op 1,3%, hetgeen minder is dan de natuurlijke variatie. De nieuwe velden nemen slechts 0,2% hiervan voor hun rekening. Uitgebreide studies aan de (grotere) bodemdaling bij Ameland hebben geen negatieve effecten aangetoond op de hoogteligging van de wadplaten, kwelderontwikkeling (m.u.v. lokaal de Hon) en ontwikkeling van vogelaantallen. Een

uitgebreide simulatiestudie van Alterra (Brinkman en Ens 1998) berekent dat de effecten op foeragerende vogels als gevolg van de gaswinning verwaarloosbaar klein zijn. Alleen bij een versnelde zeespiegelstijging van 0,6 m/eeuw zijn er grote effecten te verwachten. Tot nu toe kan echter nog geen versnelling van de zeespiegelstijging aangetoond worden (Eysink 2005).

Voor de Zoutkamperlaag zijn vooral de nieuwe velden van belang, maar het volume van deze kom is groter en de effecten zullen dus over een groter gebied uitgesmeerd worden. De modelsimulaties tonen aan dat het maximale verlies ten gevolge van de nieuwe velden minder dan een half procent van het totale plaatareaal bedraagt; dit is eveneens minder dan de natuurlijke variatie. Wang & Eysink (2005) concluderen ook dat de bodemsamenstelling, als gevolg van de natuurlijke sortering van sediment door het getij, niet zal veranderen omdat de hydraulische condities in de geulen en op de platen nauwelijks zullen veranderen. Mogelijke lokale biologische effecten op de sedimentsamenstelling worden door natuurlijke variaties in weer, ligging van geulen en prielen en door schelpdierpopulaties veroorzaakt worden dan door de zeer geringe bodemdaling.

Zeegras Verwachte veranderingen in diepteligging zijn zo klein dat eventuele effecten ervan wegvallen tegen de natuurlijke achtergrondruis. Toekomstige veranderingen in zeegrasvelden zullen dan ook niets te maken hebben met de geplande aardgaswinning.

Bodemdieren Aangezien de bodemsamenstelling niet zal veranderen en ook de hoogteligging van de platen nauwelijks zal veranderen onder invloed van de gaswinning in de nieuwe velden is het hoogst onwaarschijnlijk dat de bodemdieren een effect zullen laten zien als gevolg van de geplande gaswinningen.

Vissen Op basis van de zeer weinige gegevens voor de elft, fint, zeeprík en rivierprík kan geen goede uitspraak gedaan worden over de biologie van deze vissen. Echter op grond van het ontbreken van effecten op bodemhoogte, stromingspatronen, en sedimentsamenstelling lijkt het onmogelijk dat de nieuwe gaswinningen een effect op het leefmilieu van deze soorten zullen hebben. Effecten op elft, fint, zeeprík en rivierprík als gevolg van de nieuwe gaswinningen kunnen zeker uitgesloten worden.

Vogels Effecten van een bodemdaling zullen niet optreden omdat de verwachte bodemdaling te klein is. Vernatting van broedgebieden zal bij de voorspelde bodemdaling niet optreden en negatieve effecten op broedvogels zijn dan ook onwaarschijnlijk. De gevolgen van een half procent aan areaalverlies zullen niet te meten zijn aan veranderingen in vogeldichtheden gezien de natuurlijke variatie. Uitgebreide studies (Brinkman en Ens 1998) hebben aangetoond dat de mate van areaalverlies zoals voorspeld voor het Pinkegat en de Zoutkamperlaag geen meetbare effecten zullen hebben op foeragerende vogels.

Zeezoogdieren Het verlies aan plaatareaal in het aandachtsgebied zoals geschat door Wang & Eysink (2005) valt binnen de natuurlijke variatie. Hierdoor is het zo goed als onmogelijk dat veranderingen in zeehondendichtheden op de platen een gevolg zijn van de gaswinning.

5 Aanbevelingen voor monitoring en mitigatie

Mariene ecosystemen zoals de Waddenzee zijn niet stabiel. Er vinden voortdurend veranderingen plaats in biomassa, productie en soortensamenstelling. Hoewel onze kennis over de oorzaken van de waargenomen variatie de laatste decennia sterk is toegenomen, kunnen we nog steeds niet alles verklaren. Waarom zijn veranderingen soms zeer plotseling in plaats van geleidelijk zoals te verwachten zou zijn bij langzaam toenemende menselijke beïnvloeding? Onderzoek heeft aangetoond dat plotseling ‘regime shifts’, zeer grote omwentelingen in een of meerdere belangrijke karakteristieken van het systeem, kunnen optreden. De oorzaken van deze regime shifts lijken te liggen in veranderingen op wereldschaal. Daarnaast zijn er ook duidelijke cyclische veranderingen met periodes variërend van 3 tot 30 jaar. Lange termijn dataserieën vertonen naast periodes met duidelijk cycliciteit ook periodes zonder aantoonbare cycliciteit. Daarnaast speelt de mens ook een steeds grotere rol in het mariene ecosysteem. Grote veranderingen in mariene systemen zijn onder andere toegeschreven aan eutrofiëring, vervuiling en visserij.

De conclusie moet zijn dat zowel natuurlijke veranderingen als menselijk handelen kan leiden tot grote variatie en veranderingen van mariene ecosystemen. Oorzaak en gevolg zijn meestal niet onweerlegbaar te achterhalen en het is zeer waarschijnlijk dat het complexe beeld dat wordt waargenomen het gevolg is van het samenspel tussen natuurlijke en menselijke invloeden op de sturende krachten in het mariene systeem. Datasets van lange-termijn series, aangevuld met resultaten van experimentele studies, zijn onmisbaar om aan te tonen of veranderingen te verklaren zijn door middel van, meestal complexe, oorzaak en gevolg relaties of juist het gevolg zijn van chaotisch en onverklaarbaar gedrag van het systeem.

Echter, complexiteit en onzekerheid over oorzaken van veranderingen moeten geen reden zijn om af te zien van management van activiteiten waarvan wel vast staat dat ze een effect op het systeem hebben. Sommige invloeden op ecosystemen zijn haast niet te beïnvloeden (b.v. klimaatsverandering, stormen, aardbevingen), maar andere, met name menselijke, invloeden zijn wel te beheersen. Het voorzorgsprincipe (UN Convention on Environment and Development, 1992) stelt: ‘Where there are threats of serious or irreversible damage to the environment lack of full scientific certainty should not be used as a reason for postponing cost effective measures to prevent degradation.’ Met andere woorden: het feit dat sommige invloeden op het ecosysteem niet door de mens beheerst worden is geen excuus om invloeden die wel beheersbaar zijn en die in de toekomst tot ongewenste effecten zouden kunnen leiden, niet te controleren.

In Figuur 5.1 wordt dit idee verduidelijkt. De combinatie van stuurbare en niet-stuurbare factoren en de effecten op deze factoren onder verschillende scenario’s bepaalt de uiteindelijke waarde van een denkbeeldige parameter. In werkelijkheid zijn er veel meer drijvende krachten, complexe interacties en scenario’s mogelijk.

Scenario's	a	b	c	d
Niet stuurbaar				
Klimaat	↓	↓	↑	↑
Oceaanstromingen	↓	↓	↑	↑
Voedsel	↓	↓	↑	↑
Predatie	↓	↓	↑	↓
Ziektes	↓	↓	↑	↑
Stuurbaar				
Visserij	↓	—	↓	—
Zandwinning	↓	—	↓	—
Gaswinning	↓	—	↓	↑
Eutrofiëring	↓	—	↓	↑
Habitatvernietiging	↓	—	↓	—
Totaal effect	↓	↓	—	↑

Figuur 5.1. Vier hypothetische scenario's van niet-stuurbare en stuurbare factoren die het mariene systeem beheersen (zogenaamde 'drivers') en hun effect op een hypothetische parameter. Onder scenario a wijzen bijna alle pijlen omlaag hetgeen leidt tot een snelle achteruitgang van het systeem. Onder scenario b is er geen menselijke beïnvloeding waardoor het systeem minder snel achteruit zal gaan. Het verschil tussen scenario a en c kan een 'regime shift' zijn, veroorzaakt door veranderde niet-stuurbare factoren. Afhankelijk van de menselijke beïnvloeding zal dit leiden tot een evenwicht (scenario c) of tot een toename van de betreffende parameter (scenario d).

De (gecombineerde) gevolgen van veranderingen in natuurlijke factoren en menselijke beïnvloeding zijn alleen te begrijpen op basis van monitoring op de lange termijn: monitoring van mens en milieu. Alleen op deze manier kan aangetoond worden dat geobserveerde veranderingen niet (of wel) te maken hebben met de nieuwe gaswinningen. Menselijke beïnvloeding kan gereguleerd worden; natuurlijke verandering meestal niet. Door het toenemend gebruik van het voorzorgsprincipe (UN 1992) zal het steeds belangrijker worden om aan te tonen dat menselijke activiteiten het systeem niet negatief beïnvloeden. Monitoring van alle relevante variabelen tijdens de geplande activiteiten is cruciaal om aan te tonen dat veranderingen niet het gevolg zijn van de activiteit in uitvoering.

Het gehele traject van de monitoring van de bodemdaling op Ameland is een pleidooi voor "Monitoring met de hand aan de gaskraan" onder vooraf opgestelde criteria (Oost *et al.* 1998; Meijer *et al.* 2004; Eysink 2005). Aan de ene kant is de bodemdaling op Ameland groter dan wat op grond van de opslibbing voor een eilandkwelder verantwoord is. Dat wordt bevestigd door de opslibbingsachterstand op locaties ver van het wad en ver van de kreken (de sedimentbronnen). Aan de andere kant zijn de effecten op de vegetatie tot en met 2004 verwaarloosbaar klein en is de verwachting voor de effecten tot 2020 ook gering. Het is zelfs aannemelijk dat bodemdaling de veroudering (door b.v. Strandkweek) tegengaat door afremming van

de mineralisatie in de bodem (het tegengestelde proces van de verdroging van schorren in de Oosterschelde). Beoordeling van deze effecten is in het geval van Ameland lastig omdat er vooraf geen criteria zijn opgesteld.

Om de effecten van bodemdaling te volgen en eventuele negatieve effecten te voorkomen worden de volgende aanbevelingen voor monitoring en mitigatie gedaan:

Kwelder

1. Monitoring is noodzakelijk vanwege onzekerheden door eventuele ongunstige natuurlijke omstandigheden (weer, getij) en vanwege de zorg van de samenleving. Een monitoring-programma kan worden opgezet in de geest van Ameland (Eysink *et al.* 1995, 2000a, 2005), en 10 jaar ervaring van Alterra in de Peazemerlannen (dit rapport). In het algemeen is een combinatie van frequente puntmetingen (a) en gebiedsdekkende metingen met een langer tijdsinterval (b) aan te bevelen:

- a. Bestaande SEB-netwerk (inclusief SEB-netwerk in de referentiegebieden op Ameland en in de Groninger kwelderwerken) continueren met twee metingen per jaar en combineren met vegetatieopnames per twee jaar.
- b. Gebiedsdekkende metingen met een langer tijdsinterval:
 - hermeting maaiveldhoogte in combinatie met Tansley vegetatie-opnames op de kwelderpunten (in de beginperiode van gaswinning elke 5 jaar).
 - vegetatiekaarten RWS-AGI (5 jaar).

2. De primaire pionierzone achter het grote gat in het midden van de dijk vraagt gedetailleerdere en frequentere metingen van opslibbing en erosie. Ook zonder bodemdaling is deze zone gevoelig voor erosie, vergelijkbaar met andere vastelandkwelders.

3. Vergelijking van de opslibbing in de verkwelderde zomerpolder (na dijkdoorbraak in 1973) en de huidige zomerpolder leert dat zomerpolders in een tijd van zeespiegelstijging moeilijk te handhaven zijn, omdat opslibbing achterwege blijft. Bodemdaling door gaswinning versterkt dit probleem. Overwogen kan worden de zomerpolder in fasen te verkwelderen om een juiste balans te vinden tussen herstel van de opslibbing en eventuele kliferosie aan de zeezijde.

Zeegras

Hoewel er geen negatieve verwachtingen zijn voor het zeegras in de Waddenzee verdient het aanbeveling om te monitoren hoe het zeegras in het aandachtsgebied zich ontwikkelt in relatie tot de ontwikkelingen in andere delen van de Waddenzee. Zeegras wordt thans gemonitord door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ-Rijkswaterstaat) in het kader van het MWTL meetnet.

Vogels

Van belang voor de vogels is onderzoek naar de gevolgen van bodemdaling op de kwelders voor het overstromingsrisico en de daaraan gepaarde gevolgen voor het broedsucces van de aanwezige broedvogels. Monitoring van broedvogels geschiedt al door SOVON, maar de vraag is of dit voldoende is om in de toekomst aan te tonen dat veranderingen in broedvogels niet het gevolg is van bodemdaling.

NB: Broedvogels mogen niet worden verstoord op basis van de Flora en Faunawet. In dit geval dienen werkzaamheden te worden beperkt tot periodes waarvan zeker is dat er geen broedvogels worden verstoord. Voor wat betreft niet-broedvogels wordt aangeraden te continueren met de bestaande monitoring. In Bijlage 5 staan de seizoenspatronen van de vogels in de Waddenzee. In verband met de geplande activiteiten kan deze informatie gebruikt worden om te bepalen op welk tijdstip/periode in het jaar een activiteit het best kan worden uitgevoerd om zo weinig mogelijk vogels te verstoren. Het monitoren van het voedselaanbod op de wadplaten is te overwegen om zo te onderzoeken of de bodemdaling inderdaad geen effect heeft op de aanwezige schelpdieren en andere fauna (zie ook hieronder).

Bodemdieren

Het monitoren van de bodemdieren is vooral van belang in verband met het voedselaanbod voor vogels. Echter ook de aanwezige mossel- en kokkelbanken zijn van belang om het lokaal verhogend effect op de diversiteit en de beïnvloeding van de sedimenthuishouding. Bodemdieren zijn veelal gerelateerd aan de sedimentsamenstelling. Wang en Eysink (2005) verwachten geen significante veranderingen in de bodemsamenstelling op basis van simulaties. Op basis van de Vogel- en Habitatrichtlijn, en de binnen afzienbare tijd te verwachten “vertaling” van deze Europese regelgeving in Nederlandse wetgeving, mag de “Staat van Instandhouding” van het gebied waarin effecten van bodemdaling zouden kunnen optreden niet veranderen. Deze “Staat van Instandhouding” is tot dusver echter nog niet geconcretiseerd en evenmin vastgelegd in beleidsdocumenten of regelgeving. Alterra verwacht dat deze geconcretiseerd wordt in de zin dat geen significante veranderingen in de in het aandachtsgebied aanwezige habitats mogen optreden. Dit betekent dat niet alleen geen significante daling van het sedimentoppervlak in het gebied door de voorgenomen activiteit zou mogen optreden maar dat ook andere fysische en biologische parameters in het gebied niet mogen veranderen als gevolg van bodemdaling, waaronder veranderingen in stroomsnelheid, de samenstelling van het sediment en van de aanwezige bodemfauna. Tot dusver zijn de laatste 2 parameters niet in monitoringprogramma’s opgenomen. Gelet op de geldende Instandhoudingsverplichting lijkt het verstandig dat deze parameters in dergelijke programma’s worden opgenomen. De meest efficiënte wijze waarop macrobenthos zou kunnen worden gemonitord dient nader onderzocht te worden. Hierbij kan worden gebruik gemaakt van gegevens van de reeds in 2000 en 2005 door Alterra in het aandachtsgebied uitgevoerde bemonsteringen en van een recent ontwikkelde techniek die is beschreven door Le V. dit Durrell *et al.* (2005). Deze techniek, waarin ook sedimentanalyses een essentiële rol spelen, wordt aangeprezen als zijnde de meest aangewezen kostenefficiënte wijze om zowel sediment als macrobenthos in estuariene Speciale Beschermingszones te monitoren en is met name ontwikkeld om aan de rapportageverplichtingen in het kader van de Habitatrichtlijn te voldoen. Genoemde methode zal voor de Nederlandse getijdengebieden operationeel gemaakt dienen te worden.

6 Algemene Conclusies

6.1 Huidige toestand, trends en autonome ontwikkeling van relevante habitats en soorten

De relevante habitats en soorten in het aandachtsgebied zijn besproken in hoofdstuk 3.1 en 3.2. Hieronder wordt nog eens samengevat wat de conclusies zijn ten aanzien van de huidige toestand, trends in ontwikkeling en de verwachte autonome ontwikkeling zonder en met gaswinning.

Tabel 6.1. Overzicht van de conclusies met betrekking tot de huidige toestand en de autonome ontwikkeling van de relevante habitattypen.

Habitatype	Huidige toestand	Autonome ontwikkeling
1110 (sublit. Zandbanken)	7211 ha. belangrijke voedselbron voor duikende vogels en bodemvissen.	Binnen het huidig dynamisch evenwicht lijken oppervlak en ligging redelijk constant te zijn. Bij snelle stijging van de zeespiegel kunnen er veranderingen optreden (Wang & Eysink 2005)
1140 (lit. zand- en slikplaten)	16385 ha. Droogvallende platen. Bij laag water worden de platen, en in mindere mate de slikken, door zeehonden gebruikt om er te rusten en door wadvogels om er te foerageren. Tijdens hoog water zijn de slikken en platen belangrijk voedselgebied voor vissen. In dit habitatype leven doorgaans dan ook hoge dichtheden aan ongewervelden.	Binnen het huidig dynamisch evenwicht lijken oppervlak en ligging redelijk constant te zijn. Bij snelle stijging van de zeespiegel kunnen er veranderingen optreden (Wang & Eysink 2005)
1310 (pionierzone)	60 ha. Eenjarige pioniersvegetatie. Het areaal is constant, maar afhankelijk van onderhoud. De vegetatiestructuur volgt de natuurlijke dynamiek, maar het aantal broedvogels vertoont in het algemeen een neerwaartse trend.	De pionierzone heeft een geringe vegetatiebedekking van voornamelijk éénjarige planten waardoor er een geringe vastlegging is van sediment. Zeespiegelstijging (door klimaatsverandering en/of inklinking) kan mogelijk niet gecompenseerd worden door versnelde opslibbing
1330 (kwelderzone)	372 ha. Oppervlak: stabiel. Soorten: gunstig.	Bij ongewijzigd beheer zal het aandeel van soortenarme climax-begroeiingen op de kwelders geleidelijk toenemen en als gevolg de biodiversiteit achteruitgaan.

Tabel 6.2. *Overzicht van de conclusies met betrekking tot de huidige toestand en de autonome ontwikkeling van de beschermde soorten volgens de habitatrichtlijn.*

Soorten Habitatrichtlijn	Huidige toestand	Autonome ontwikkeling
Gewone zeehond	Het aandachtsgebied heeft een belangrijke functie voor de instandhouding van de populatie gewone zeehonden in de Nederlandse Waddenzee. Er komen zo'n 600 gewone zeehonden in voor. De droogvallende delen van het gebied worden door de zeehonden gebruikt voor rusten, zogen en verhareen.	Toename verwacht tot ongeveer 15000 dieren, waardoor het belang van voldoende droogvallende platen zal toenemen.
Grijze zeehond	De grijze zeehond wordt incidenteel waargenomen in het aandachtsgebied, maar heeft er geen vaste ligplaatsen.	Een plafond voor grijze zeehonden is niet aan te geven.
Fint	Niet goed onderzocht, maar vrij zeldzaam. Afhankelijk van zoet/zoutovergangen.	Afhankelijk van verbeteringen in zoet/zoutverbindingen.
Zeeprik	Niet goed onderzocht, maar vrij zeldzaam. Afhankelijk van zoet/zoutovergangen.	Afhankelijk van verbeteringen in zoet/zoutverbindingen.
Rivierprik	Niet goed onderzocht, maar vrij zeldzaam. Afhankelijk van zoet/zoutovergangen.	Afhankelijk van verbeteringen in zoet/zoutverbindingen.

Tabel 6.3. *Overzicht van de conclusies met betrekking tot de huidige toestand en de autonome ontwikkeling van de beschermde soorten volgens de vogelrichtlijn.*

Soorten Vogelrichtlijn	Huidige toestand	Autonome ontwikkeling
Zie Tabel 2.1 en Tabel 2.1b	In het algemeen geldt dat trends en aantallen in de rest van de Waddenzee vergelijkbaar zijn in het aandachtsgebied. Het gebied is belangrijk voor de verschillende vogelsoorten en de verschillende habitats vervullen cruciale functies voor slapen, ruien, broeden, foerageren en als hoogwatervluchtplaatsen (zie Tabel 2.2).	De ontwikkeling van de broedvogels is zorgwekkend aangezien de meeste vogels een dalende trend vertonen (Tabel 3.9, Tabel 3.11). Voor de vogelaantallen zijn er duidelijk significante toe- en afnames van soorten. Van alle trends is 67% positief en 33% negatief en als alleen naar de significante trends wordt gekeken is 79% positief. Wel nemen een aantal belangrijke soorten zoals de Scholekster en strandplevier af.

6.2 Effecten van voorgenomen gaswinning voor relevante habitats en soorten

Voor de kombergingsgebieden worden geen effecten verwacht omdat de sedimentsamenstelling van de bodem (belangrijk voor bodemdieren dat onder andere als voedsel dient voor vogels) en het totaal aan droogvallend plaatareaal (nodig voor onder andere zeehondenligplaatsen) niet significant verandert. De totale afname aan plaatareaal in het Pinkegat als gevolg van gaswinning uit alle velden samen wordt

geschat op 1,3% (Wang en Eysink 2005), hetgeen minder is dan de natuurlijke variatie. Bovendien zijn door de Amelandwinning de effecten in het Pinkegat voor het grootste deel al geweest. Het aandeel van de nieuwe velden in de daling van het Pinkegat is minder dan 0,5%. Voor de Zoutkamperlaag zijn vooral de nieuwe velden van belang, maar het volume van deze kom is groter en de effecten zullen dus over een groter gebied uitgesmeerd worden. Het gevolg is dat het maximale verlies ten gevolge van de nieuwe velden wordt geschat op minder dan 0,5% van het totale plaatareaal, eveneens minder dan de natuurlijke variatie.

Op basis van de voorspelde gevolgen voor de abiotiek (Wang en Eysink 2005) zijn de verwachte effecten hieronder nog eens samengevat.

Tabel 6.4. Verwachte effecten bodemdaling op de habitattypen van de Waddenzee.

Habitatype	Verwachte ontwikkeling als gevolg van gaswinning
1110 (sublit. Zandbanken)	Maximaal 0,5% verlies (Wang en Eysink 2005)
1140 (lit. zand- en slikplaten)	Maximaal 0,5% verlies (Wang en Eysink 2005)
1310 (pionierzone)	Uitgaande van de gemiddelde jaarlijkse netto opslibbingswaarden van de SEB-meting treden er voor de midden en lage kwelder (Habitatype 1330) en (secundaire) pionierzone (Habitatype 1310) geen problemen op. Voor de in de figuren gebruikte laagste punten van een zone wordt de ondergrens van een vegetatietype in één geval (pq 13) bereikt in het hypothetische geval dat er in de gehele bodemdalingsperiode geen opslibbing zou plaatsvinden.
1330 (kwelderzone)	Voor de Peazemerlannen blijkt dat de opslibbingsbalans nauwelijks door de bodemdaling wordt beïnvloed. Zowel in de primaire pionierzone achter de stormdoorbraak, de kommen, de lage kwelder als op de middenkwelder blijft de opslibbingsbalans positief, zelfs met inachtneming van een zeespiegelstijging van 2 mm/j. Met het toenemen van de leeftijd gaat de natuurlijke successie naar de vegetatie van de hoge kwelder. Daardoor neemt de biodiversiteit van een volledig scala aan zoutplantenvegetaties af. Bodemdaling door gaswinning vertraagd deze successie. De tijdelijke verlaging van de opslibbing gaat de veroudering van de kweldervegetatie tegen. Dat is positief, maar de bodemdaling is niet langdurig en groot genoeg om dat probleem op te lossen. Op grond van de voorspelling voor de Peazemerlannen worden er vanwege de hogere ligging geen effecten op het kweldertje bij Wierum verwacht; de kliferosie bij Wierum zal onveranderd doorgaan tot aan de dijkvoet, die al bijna bereikt is. Vanwege de geringe bodemdaling van in totaal 2-4 cm worden zeker geen effecten op het kweldertje bij 't Schoor verwacht.

Tabel 6.5. *Verwachte effecten bodemdaling op de soorten van de habitatrictlijn en de wadvogels van de Waddenzee.*

Soorten richtlijnen	Verwachte ontwikkeling als gevolg van gaswinning
Gewone en grijze zeehond	Het verwachte areaalverlies (Wang en Eysink 2005) is zo klein dat hoogst onwaarschijnlijk is dat er door de nieuwe gaswinning effecten op de zeehondenpopulaties zullen optreden.
Fint, zeeprrik en rivierprrik	Voor de Elft, Fint, Zeeprrik en Rivierprrik zijn weinig gegevens voorhanden. Een goede afweging zou dus moeilijk te geven zijn, indien een significante bodemdaling verwacht zou worden. Uitgaande van de voorspelling is het hoogst onwaarschijnlijk is dat dit op de een of andere manier zou kunnen leiden tot een verandering in de omgeving met gevolgen voor deze vissoorten.
Vogels (Zie Tabel 2.1 en Tabel 2.1b)	Effecten als gevolg van de voorspelde bodem- en plaatoppervlaktedaling zijn hoogst onwaarschijnlijk. Voor de broedvogels zou een vermindering van de verzuivering zelfs positief kunnen uitwerken.

6.3 Conclusies ten aanzien van significantie

Voor de biotische componenten in het buitendijkse aandachtsgebied geldt dat significante effecten afhangen van effecten als gevolg van de bodemdaling. Deze effecten komen tot uiting in de hoogteligging het maaiveld van de kwelders of de bodem van de kombergingsgebieden en de oppervlaktes van de platen.

Significante effecten zullen dan ook alleen optreden indien er significante bodemdaling en/of plaatoppervlakverkleining zullen optreden of als gevolg van cumulatieve effecten. Op basis van de beste beschikbare kennis concluderen Wang en Eysink (2005) dat er geen significante veranderingen zullen optreden in bodemhoogte en plaatareaal als gevolg van de gaswinning van de nieuwe velden. De verwachte bodemdaling ligt ruimschoots binnen de natuurlijke variatie.

Op basis van de bodem- en plaatoppervlaktevorspellingen van Wang en Eysink (2005), de monitoringsresultaten van Ameland (Eysink 2005) en metingen en simulaties van Alterra (referenties Dijkema, Van Duin, Brinkman) worden geen significante meetbare effecten op de biotiek verwacht als gevolg van de bodemdaling in kwelder- en kombergingsgebieden van de nieuwe winningsvelden.

Literatuur

- Adam, P., 1990. Saltmarsh ecology. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 461 p.
- Andresen, H., Bakker, J.P., Brongers, M., Heydemann, B. & Irmeler, U., 1990. Long-term changes of salt-marsh communities by cattle grazing. *Vegetatio* 89: 137-148.
- Anoniem 2005. Symposium eindrapportage 'Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost'
- Asjes, J. & Dankers, N.M.J.A., 1994. Variations in tidal exchange processes between a Dutch salt marsh, the Slufter, and the North Sea. In: W.J. Mitsch (ed.), *Global Wetlands: Old World and New*. Elsevier Science B.V., Amsterdam: 201-214.
- Bakker, J., Bunje, J., Dijkema, K., Frikke, J., Hecker, N., Kers, B., Körber, P., Kohlus, J. & Stock, M., 2005. In: Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerßen, G., Marencic, H. & Wiersinga, W. (eds), *Wadden Sea Quality Status Report 2004*. Wadden Sea Ecosystems No. 19, Chapter 7: Salt marshes. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany, 163-179.
- Bal, D., Beijer, H.M., Fellingner, M., Haveman, R., van Opstal, A.J.F.M., van Zadelhof, F.J., 2001. *Handboek natuurdoeltypen*. Wageningen, Expertisecentrum LNV. 832 p.
- Beefink, W.G., 1986. De betekenis van de factor getij voor de schorrevegetatie. In: J. Rozema (ed.), *Oecologie van estuariene vegetatie*. Vrije Universiteit, Amsterdam; Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, Yerseke. 45 p.
- Beefink, W.G., 1987. Vegetation responses to changes in tidal inundation of salt marshes. In: J. van Andel, J.P. Bakker & R.W. Snaydon (eds), *Disturbance in grasslands*. Junk Publishers, Dordrecht, 97-117.
- Bergs, J. van den, Bossinade, J.H. & Dijkema, K.S., 1992. De effecten van het "uitpolderen" van zomerpolders op de kweldervorming binnen de kwelderwerken in de Waddenzee. RWS Directie Groningen, Nota GRAN 1992-2001. DLO- Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel, RIN-rapport 92/20. 50 p.
- Beukema, J.J., 1989. Long-term changes in macrozoobenthic abundance of the tidal flats of the western part of the Dutch Wadden Sea. *Helgol. Meeresunters.* 43: 405-415.
- Beukema, J.J., Cadee, G.C., Dekker, R., 2002. Zoobenthic biomass limited by phytoplankton abundance: evidence from parallel changes in two long-term data series in the Wadden Sea. *J. Sea Res.* 48:111-125.
- Beukema, J. J. and R. Dekker, 2005. Decline of recruitment success in cockles and other bivalves in the Wadden Sea: possible role of climate change, predation on postlarvae and fisheries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 287: 149-167.
- Boumans, R.M.J. & Day Jr., J.W., 1993. High precision measurements of sediment elevation in shallow coastal areas using a sedimentation-erosion-table. *Estuaries* 16: 375-380.

- Bouwma, I.M., Chardon, J.P., Meeuwsen, H.A.M., Janssen, J.A.M., Schaminee, J.H.J., Kistenkas, F.H., Gaaff, A., Hinsberg, A.V., Beugelink, G.P., 2004. Implementatie van EU-natuurbeleid en -fondsen in Nederland: achtergronddocument bij Natuurbalans 2004. Wageningen, Natuurplanbureau vestiging Wageningen. 82 p.
- Brasseur, S., Reijnders, P., Damsgaard Henriksen, O., Carstensen, J., Tougaard, J., Teilmann, J., Leopold, M., Camphuysen, K. & Gordon, J., 2005. Baseline data on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in relation to the intended wind farm site NSW, in the Netherlands. Alterra rapport, Wageningen. 80 p.
- Brinkman, A.G., Ens, B.J., 1998. Effecten van bodemdaling in de Waddenzee op wadvogels. IBN – rapport 371. 250 p.
- Brinkman, A.G., Smaal, A.C., 2003. Onttrekking en natuurlijke productie van schelpdieren in de Nederlandse Waddenzee in de periode 1976-1999. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 888. 238 p.
- Dame, R., Dankers, N., Prins, T., Jongma, H. & Smaal, A., 1991. The influence of mussel beds on nutrients in the western Wadden Sea and Eastern Scheldt Estuaries. *Estuaries* 14: 130-138.
- Dankers, N. & Beukema, J.J. (1981). Distributional patterns of macrozoobenthic species in relation to some environmental factors. In: Dankers, N., Kühl, H. & Wolff, W.J. (eds), *Invertebrates of the Wadden Sea*. Balkema, Rotterdam; 69-103.
- Dankers, N., Binsbergen, M., Zegers, K., Laane, R. & van der Loeff, M., 1984. Transportation of water, particulate and dissolved organic matter between a salt marsh and the Ems-Dollard Estuary, The Netherlands. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 19: 143-165.
- Dankers, N., Dijkema, K.S., Londo, G. & Slim, P.A., 1987. De ecologische effecten van bodemdaling op Ameland. RIN-rapport 87/14. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel. 90 p.
- Dankers, N.M.J.A., Dijkman, E.M., Jong, M.L. de, Kort, G. de & Meijboom, A., 2004 De verspreiding en uitbreiding van de Japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee. Alterra rapport 909, 52 p.
- Dankers, N. & Koelemij, K., 1989. Variations in the mussel population of the Dutch Wadden Sea in relation to monitoring. *Helgoländer Meeresunters.* 43: 529-535.
- Dankers, N. & Wintermans, G.J.M., 1996. Exploratieboringen en ecologie, Een bijdrage aan de MER van de NAM ten behoeve van de proefboringen naar aardgas in de Waddenzee en de Noordzeekustzone. IBN-DLO, IBN-rapport 214. 213 p.
- Dankers, N., Meijboom, A., Cremer, J.S.M., Dijkman, E.M., Hermes, Y. & Marvelde, L., 2003. Historische ontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. EVA-II-Alterra rapport 876, Wageningen/Texel. 114 p.
- Dankers, N., Meijboom, A., de Jong, M., Dijkman, E., Cremer, J. & van der Sluis, S., 2004. Het ontstaan en verdwijnen van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. Alterra Rapport 921, Wageningen/Texel. 114 p.
- Dankers, N. & Wintermans, G.J.M., 1996. Exploratieboringen en ecologie: een bijdrage aan de MER van de NAM ten behoeve van de proefboringen naar

- aardgas in de Waddenzee en de Noordzeekustzone, Wageningen : IBN-DLO rapport 214, 213 p.
- Dean, R.G., 1988: Sediment interaction at modified coastal inlets: processes and policies. In: Aubrey, D.G. & Weishar, L. (eds): Hydrodynamics and Sediment Dynamics of Tidal Inlets. Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies 29: 412-439; Springer Verlag, New York.
- Dekker, R., Waasdorp, D., & Ogilvie, J.M., 2003. Het macrozoobenthos in de Waddenzee in 2002. NIOZ-rapport 2003-1, Texel: 53 p.
- Delany, S., Scott, D., 2002. Waterbird population estimates. Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen. 226 p.
- Desholm, M., Christensen, T.K., Scheiffarth, G., Hario, M., Andersson, L., Ens, B.J., Camphuysen, C.J., Nilsson, L., Waltho, C.M., Lorentsen, S.-H., Kuresoo, A., Kats, R.K.H. & Fox, A.D., 2002. Status of the Baltic/Wadden Sea population of the Common Eider *Somateria mollissima*. Wildfowl 53: 167-203.
- Dijkema, K.S., 1987. Changes in salt-marsh area in the Netherlands Wadden Sea after 1600. In: A.H.L. Huiskes, C.W.P.M. Blom & J. Rozema (eds). Vegetation between land and sea. Junk Dordrecht: 42-49.
- Dijkema, K.S., 1995. Strategische notitie over de huidige en toekomstige monitoring van kwelders in de Waddenzee i.v.m. de exploitatie van nieuwe gasvelden. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 14 p.
- Dijkema, K.S., 1997. Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction. Journal of Coastal Research 13:1294-1304.
- Dijkema, K.S., Bossinade, J.H., Bouwsema, P. & de Glopper, R.J., 1990. Salt marshes in the Netherlands Wadden Sea: rising high-tide levels and accretion enhancement. In: J.J. Beukema, W.J. Wolff & J.J.W.M. Brouns (eds), Expected effects of climatic change on marine coastal ecosystems. Kluwer Publishers, Dordrecht: 173-188.
- Dijkema, K.S., Bossinade, J.H., van den Bergs, J. & Kroeze, T.A.G., 1991. Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. RIN-rapport 91/10; RWS Directie Groningen, Nota GRAN 1991-2002. 156 p.
- Dijkema, K.S., Nicolai, A., de Vlas, J., Smit, C., Jongerius, H. & Nauta, H., 2001. Van Landaanwinning naar Kwelderwerken. Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland, Leeuwarden, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Texel. 68 p.
- Dijkema, K.S., Nicolai, A., Frankes, J., Haan, K., Jongerius, H. & Riesenkamp, W., 2004. Jaarverslag 2004. Monitoring en beheer van de Kwelderwerken in Friesland en Groningen (november 2003-oktober 2004). Alterra-TEXEL, Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland, Leeuwarden, Rijkswaterstaat, Delfzijl. 33 p.
- Dijkema, K.S., de Jong, D.J., Vreeken-Buijs, M.J. & van Duin, W.E., 2005. De Kaderrichtlijn Water in kwelders en schorren: ontwikkeling van Potentiële Referenties en van Potentiële Goede Ecologische Toestanden. Alterra/Wageningen UR, Team Wad en Zee, RWS-RIKZ, RWS-AGI en RWS-ITC, Texel, Middelburg, Delft. 51 p.

- Dijksen, L.J., Koks, B.J., 2003. Broedvogelmonitoring in het Nederlandse Waddengebied in 2002. SOVON-monitoringrapport 2003/03. SOVON-Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen rapport. 37 p.
- Duin, W.E. van, Dijkema, K.S. & Zegers, J., 1997. Veranderingen in bodemhoogte (opslibbing, erosie en inklink) in de Peazemerlannen. IBN-rapport 326. 104 p.
- Duin, W.E. van & Dijkema, K.S., 2003. Proef met de onderhoudsarme ontwatering in de kwelderwerken: "de Krekenproef"; evaluatie 1997-2002. Alterra-rapport 634, Wageningen/Texel. 137 p.
- Duin, W. van, Esselink, P., Bos, D., Verweij, G. Wolters, M. & Van Leeuwen, P.-W., 2005. Monitoringonderzoek proefverkweldering Noard-Fryslân Bûtendyks. Tussenrapportage 2004. Alterra- Texel intern rapport/Koeman en Bijkerk rapport 2005-017/Altenburg & Wymenga rapport 637, Den Burg/Haren/Veenwouden. 87 p.
- Durell, S.E.A. le V. dit., S.A.E., McGroarty, S., West, A.D., Clarke, R.T., Goss-Custard, J.D. & Stillman, R.A., 2005. A strategy for baseline monitoring of estuary Special Protection Areas. *Biol. Cons.* 121: 289-201.
- Ehlers, J., Nagorny, K., Schmidt, P., Stieve, B. & Zietlow, K., 1993. Storm surge deposits in North Sea salt marshes dated by ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs determination. *Journal of Coastal Research* 9: 698-701.
- Ens, B.J., Smaal, A.C. & de Vlas, J. (and many others), 2004. The effects of shellfish fishery on the ecosystems of the Dutch Wadden Sea and Oosterschelde.- Final report on the second phase of the scientific evaluation of the Dutch shellfish fishery policy (EVA-II). Alterra report 1011, ISSN 1566-7197, Wageningen/Texel. 212 p.
- Erchinger, H.F., 1985. Dünen, Watt und Salzwiesen. Der Niedersächsische Ministerie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover, 1-59.
- Erfteemijer, P.L.A. 2005. Trendanalyse van zeegrasverspreiding in de Nederlandse Waddenzee 1988-2003. WL | delft hydraulics. 105 p.
- Esselink, P., 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 256 p.
- Esselink, P., Dijkema, K.S., Reents, S. & Hageman, G., 1998. Vertical accretion and profile changes in abandoned man-made tidal marshes in the Ems Dollard Estuary, The Netherlands. *Journal of Coastal Research* 14: 570-582.
- Essink, K., 1989. Het ondiepe sublithoraal van de westelijke Waddenzee. RWS/DGW Haren. 35 p.
- Essink, K., Dettmann, C., Farke, H., Laursen, K., Lüerssen, G., Marencic, H., Wiersinga, W. (eds), 2005. Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem no. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. 359 p.
- Essink, K., de Vlas, J., Nijssen, R., Poot, G.J.M., 2003. Heeft mechanische kokkelvisserij invloed gehad op de ontwikkeling van zeegras in de Nederlandse Waddenzee? Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren, RIKZ-rapport 2003.026. 54 p.
- Europese Commissie, 2000. Beheer van "Natura 2000"- gebieden. De bepalingen van artikel 6 van de Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG). Bureau voor officiële publicaties der Europese Gemeenschappen, Luxemburg.

- Eysink, W.D., 1994. Kompensatie bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee en aangrenzende Noordzee, Waterloopkundig Laboratorium, Delft, Rapport H 2028. 18 p.
- Eysink, W.D. 2005. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost, Evaluatie na 18 jaar gaswinning. 42 p.
- Eysink, W.D., Dankers, N., Dijkema, K.S., van Dobben, H.F., Smit, C.J. & de Vlas, J., 1995. Monitoring effecten van bodemdaling op Ameland-Oost, eerste evaluatie na 8 jaar gaswinning. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen en Texel, Waterloopkundig Laboratorium, Lelystad. 66 p.
- Eysink, W.D., Dijkema, K.S., van Dobben, H.F., Slim, P.A., Smit, C.J., de Vlas, J., Sanders, M.E., Wiertz, J., & Schouwenberg, E.P.A.G., 2000a. Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost, evaluatie na 13 jaar gaswinning, WL | Delft Hydraulics / Alterra, rapport H841. 203 p.
- Eysink, W.D., Dijkema, K.S. & van Duin, W.E., 2000b. Effecten van bodemdaling door gaswinning op de Peazemerlanden. WL/Delft Hydraulics en Alterra. 35 p.
- French, J., Spencer, T. & Stoddart, D., 1990. Backbarrier salt marshes of the north Norfolk coast: geomorphic development and response to rising sea-level. Ecology and Conservation Unit, paper no. 54, University College London. 35 p.
- Gee, A. de 1987. Het voorkomen van het macrozoöbenthos in relatie tot de bodemsamenstelling in het sublitorale gedeelte van de westelijke Waddenzee. Concept-rapport. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee.
- Glopper, R.J. de, 1973. Subsidence after drainage of the deposits in the former Zuyder Zee and in the brackish and marine forelands in The Netherlands. Van Zee tot Land 50, Rapporten en mededelingen inzake de droogmaking, ontginning en sociaal-economische opbouw der IJsselmeerpolders. Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage. 205 p.
- Glopper, R.J. de, 1981. De snelheid van de opslibbing en van de terugschrijdende erosie op de kwelders langs de noordkust van Friesland en Groningen. Flevobericht 163, 2A, 50 jaar onderzoek door de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad, 43-57.
- Groenewold, S. & Dankers, N., 2002. ECOSLIB- De ecologische rol van slib. Alterra rapport 519. 74 p.
- Hoeksema, H.J., Mulder, H.P.J., Rommel, M.C., de Ronde, J.G. & de Vlas, J., 2004. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004: Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd. RIKZ-rapport 2004-025. 67 p.
- Hustings, F., Vergeer, J.-W. (eds), 2002. Atlas van de Nederlandse broedvogels 1998-2000. Verspreiding, aantallen, verandering. Nederlandse Fauna 5. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij, European Invertebrate Survey, Leiden. 584 p.
- Jakobsen, B., 1954. The tidal area in south-western Jutland and the process of the salt marsh formation. Geografisk Tidsskrift 53: 49-61.
- Janssen, J.A.M., Schaminée, J.H.J., 2003. Habitattypen. KNNV, Utrecht. 120 p.
- Jong, D.J. de, Dijkema, K.S., Bossinade, J.H. & Janssen, J.A.M., 1998. SALT97. Classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat RIKZ, Dir. Noord-Nederland, Meetkundige Dienst; IBN-DLO. Diskette met programma en handleiding.

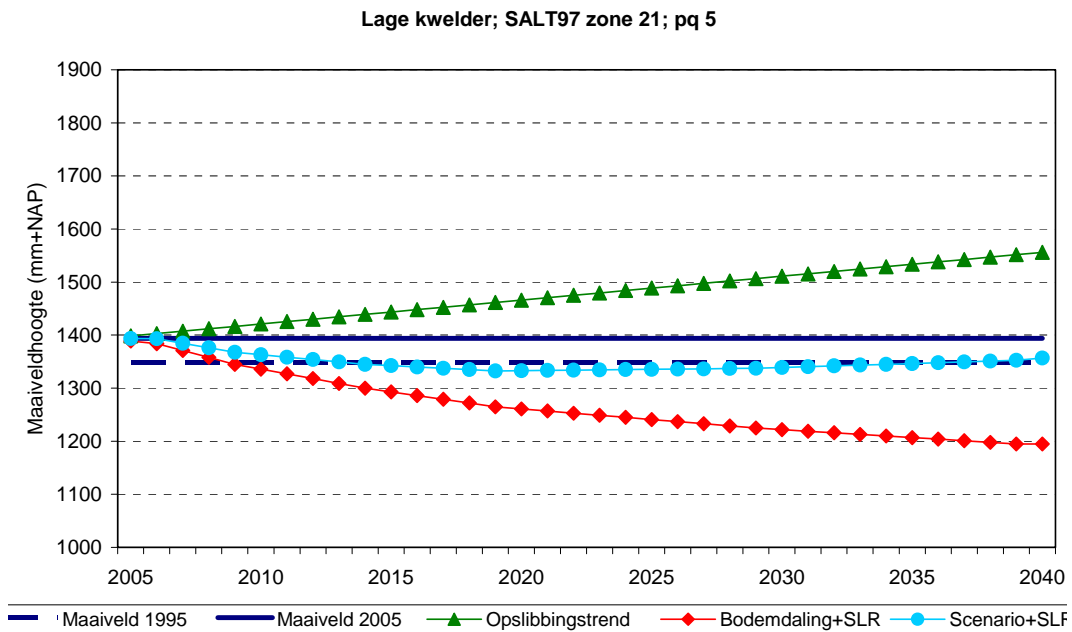
- Jonge, V.N. de & Essink, K., 1992. Lange termijn veranderingen in nutriëntenbelasting en daarmee gepaard gaande primaire en secundaire productie in de Nederlandse Waddenzee. RWS, Rapport: DGW-92.002.
- Kamps, L.F., 1956. Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk waddengebied. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. 93 p.
- Kamps, L.F., 1962. Mud distribution and land reclamation in eastern wadden shallows. Rijkswaterstaat Communications 4: 1-73.
- Kats, R.K.H., Ens, B.J., Bult, T., Camphuysen, K.C.J., Meesters, E.H.W.G. & Drent, R.H. (submitted). Common Eiders *Somateria mollissima* wintering in the Dutch Wadden Sea (1900-2003): distribution and mortality in relation to the culture and fishery of Mussels *Mytilus edulis* and Cockles *Cerastoderma edule*.
- Kats, R.K.H., Swennen, C., Duiven, P., Ens, B.J., Drent, R., Meesters, H.W.G., Bult, T., Weide, M. vd & Camphuysen, C. (in prep). The history of Common Eiders *Somateria mollissima* breeding in the Netherlands and its dependence on tidal stocks of shellfish: population size, reproductive output, fecundity, female survival, mortality, and weather.
- Kearney, M.S., Stevenson, J.C. & Ward, L.G., 1994. Spatial and temporal changes in marsh vertical accretion rates at Monie Bay: Implications for sea-level rise. *Journal of Coastal Research* 10: 1010-1020.
- Kersten M., 2005. Effecten van sedimentatie en erosie op de hoogteligging van het wad onder Ameland-Oost. Rapport Eysink 2005, 16p.
- Koppel, J. van de, van der Wal, D., Bakker, J.P. & Herman, P.M.J., 2005. Self-organization and vegetation collapse in salt marsh ecosystems. *American Naturalist* 165: E1-E12.
- Kwak, R.G.M., Berg A.van den, 2004. Nieuwe broedvogeldistricten van Nederland: een analyse van de verspreiding van broedvogels in Nederland op basis van de kartering in 1998-2000 als bijdrage aan de definiëring van de identiteit van de Nederlandse landschappen. Wageningen, Alterra, 175 p.
- La Haye, M., Drees, J.M., 2004. Beschermingsplan noordse woelmuis. Rapport EC-LNV nr.270, 74 p.
- Leopold, M.F., Smit, C.J., Goedhart, P.W., v Roomen, M. , v Winden, E., v Turnhout, C. , 2004. Langjarige trends in aantallen wadvogels, in relatie tot de kokkelvisserij en het gevoerde beleid in deze. EVA-II deelrapport, Alterra-rapport 954, Wageningen/Texel. 165 p.
- Londo, G., 1975. De decimale schaal voor vegetatiekundige opnamen van permanente kwadraten. *Gorteria* 7: 101-106.
- Long, S.P. & Mason, C.F., 1983. Saltmarsh ecology. Blackie, Glasgow - London. Chapter two, Saltmarsh formation, physiography and soils: 12-38.
- Luck, G., 1975. Der Einfluss der Schutzwerke der Ostfriesischen Inseln auf die morphologische Vorgänge im bereich der Seegaten und ihrer Einzugsgebiete. *Mitt. Leichtweiss-Inst. Wasserb. Techn. Univ. Braunschweig* 47, 122 p.
- Meijer, W., Ladders-Elfferich, P.C., Hermans, L.M.L.H.A., 2004. Ruimte voor de Wadden: eindrapport Adviesgroep Waddenzeebeleid. 's-Gravenhage, Adviesgroep Waddenzeebeleid. 63 p.
- Milan, C.S., Swenson, E.M., Turner, R.E. & Lee, J.M., 1995. Assessment of the ¹³⁷Cs method for estimating sediment accumulation rates: Louisiana salt marshes. *Journal of Coastal Research* 11: 296-307.

- Moeller, I., Spencer, T. & French, J.R., 1997. Wind wave attenuation over salt marsh surfaces: Preliminary results from Norfolk, England. *Journal of Coastal Research* 12: 1009-1016.
- NAM, 1995a. MER Proefboringen naar aardgas in de Noordzeekustzone en op Ameland. Rapport samengesteld door Hasko op basis van bijdragen door DLO-IBN, DLO-Staring Centrum, TNO-Milieuwetenschappen, NIOZ en WL, NAM-rapport juli 1995.
- NAM, 1995b. MER Proefboringen naar aardgas in de Waddenzee. Rapport samengesteld door Hasko op basis van bijdragen door DLO-IBN, DLO-Staring Centrum, TNO-Milieuwetenschappen, NIOZ en WL, NAM-rapport december 1995.
- NAM, 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee. Rapport bestaat uit: Samenvatting, Hoofdrapport samengesteld door UU-Inst. Aardwetenschappen, IBN-DLO, WL | Delft Hydraulics, NIOZ en NAM, Geomorfologie en Infrastructuur door WL | Delft Hydraulics met bijdragen van Grondmechanica Delft en Alkyon, Kwelders door IBN-DLO, WL | Delft Hydraulics en RuG, en Vogels door IBN-DLO.
- NAM, 2005. Startnotitie milieu effect rapportage: Aardgaswinning vanaf locaties Moddergat, Lauwersoog en Vierhuizen. NAM, Assen. 42 p.
- Nyman, J.A., DeLaune, R.D., Roberts, H.H. & Patrick Jr., W.H., 1993. Relationship between vegetation and soil formation in a rapidly submerging coastal marsh. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 96: 269-279.
- Olf, H., Bakker, J.P. & Fresco, L.F.M., 1988. The effect of fluctuations in tidal inundation frequency on a salt marsh vegetation. *Vegetatio* 78: 13-19.
- Oost, A.P., 1995. Dynamics and sedimentary development of the Dutch Wadden Sea with emphasis on the Frisian Inlet. Proefschrift Faculteit der Aardwetenschappen, Universiteit Utrecht. 455 p.
- Oost, A.P. & Dijkema, K.S., 1993. Effecten van bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee. IBN-rapport 025. DLO-Institute for Forestry and Nature Research, Texel and Utrecht University. 134 p.+8 suppl.
- Oost, A.P., Ens, B.J., Brinkman, A.G., Dijkema, K.S., Eysink, W.D., Beukema, J.J., Gussinklo, H.J., Verboom, B.M.J. & Verburgh, J.J., 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee. Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen. 372 p.
- Pestrong, R., 1965. The development of drainage patterns on tidal marshes. Stanford University Publications, Geological Sciences, Volume X, Number 2, 87 p.
- Pethick, J.S., 1974. The distribution of salt pans on tidal marshes. *J. Biogeogr.* 1: 57-62.
- Philippart, C. J. M., Dijkema, K. S., 1975. Wax and wane of *Zostera noltii* Hornem. in the Dutch Wadden Sea. *Aquat. Bot.* 49: 255-268.
- Philippart, C. J. M., van Aken, H. M., Beukema, J. J., Bos, O. G., Cadee, G. C., Dekker, R., 2003. Climate-related changes in recruitment of the bivalve *Macoma balthica*. *Limnology and Oceanography* 48: 2171-2185.
- Raad, H. de, 1993. De dijk op hoogte. Waterschap Fryslân, Harlingen. 143 p.
- Ranwell, D.S., 1964. *Spartina* salt marshes in Southern England. II. Rate and seasonal pattern of sediment accretion. *Journal of Ecology* 52: 79-94.

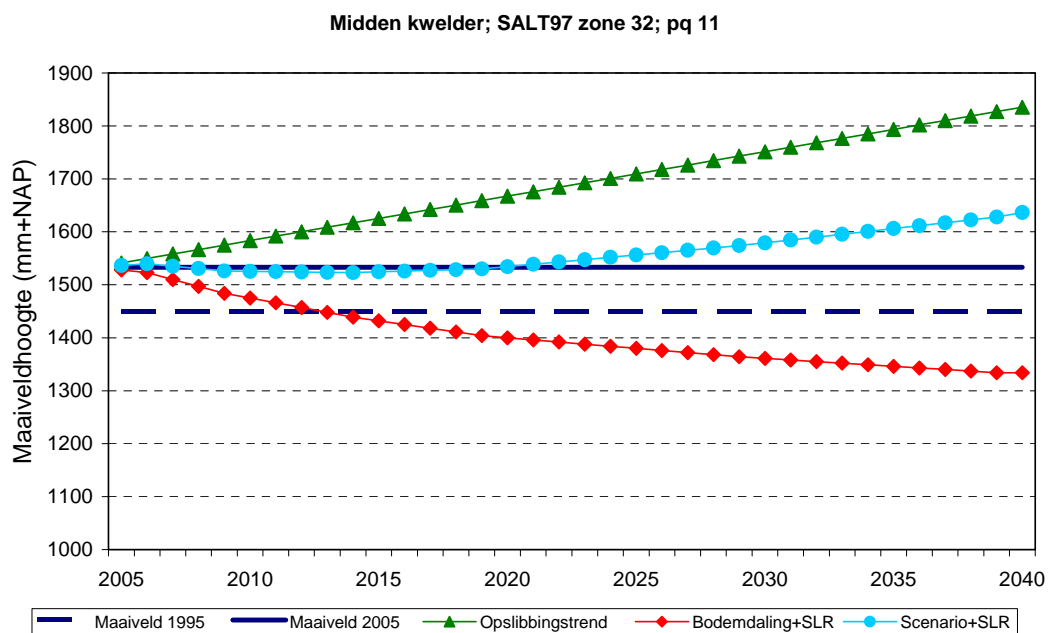
- Rappoldt, C., Ens, B. J., Dijkman, E. & Bult, T. (2003). Scholeksters en hun voedsel in de Waddenzee. Rapport voor deelproject B1 van EVA II, de tweede fase van het evaluatieonderzoek naar de effecten van schelpdiervisserij op natuurwaarden in de Waddenzee en Oosterschelde 1999-2003. Alterra rapport 882. Alterra, Wageningen.
- Reed, D.J., 1989. Patterns of sediment deposition in subsiding coastal salt marshes, Terrebonne Bay, Louisiana: The role of winter storms. *Estuaries* 12: 222-227.
- Reed, D.J., Spencer, T., Murray, A.L., French, J.R. & Leonard, L., 1999. Marsh surface sediment deposition and the role of tidal creeks: Implications for created and managed coastal marshes. *J. Coastal Conservation* 5, 81-90.
- Reents, S., 1995. Vergelijking van het kunstmatige afwateringssysteem in de kwelderwerken met natuurlijke kreekssystemen. Stageverslag Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland/ Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leeuwarden/ Texel. 79 p.
- Reijnders, P.J.H., 1976. The harbour seal (*Phoca vitulina*) population in the Dutch Wadden Sea: size and composition. *Neth. J. Sea Res.* 10: 223-235.
- Reijnders, P.J.H., Ries, E.H., Tougaard, S., Nørgaard, N., Heidemann, G., Schwarz, J., Vareschi, E. & Traut, I.M., 1997. Population development of harbour seals *Phoca vitulina* in the Wadden Sea after the 1988 virusepidemic. *J. Sea Res.* 38: 161-168.
- Reijnders, P.J.H. & Brasseur, S.M.J.M., 2003. Vreemde snuiten aan de Nederlandse kust. *Zoogdier* 14: 5-10.
- Reijnders, P., Abt, K., Brasseur, S., Tougaard, S., Siebert, U. & Vareschi, E., 2003. Sense and Sensibility in Evaluating Aerial Counts of Harbour Seals in the Wadden Sea. *Wadden Sea Newsletter* 28: 9-12.
- Reijnders, P.J.H., B. Reineking, B., Abt, K.F., Brasseur, S.M.J.M., Camphuysen, C.J., Scheidat, M., Siebert, U., Tede, M., Tougaard, J. & Tougaard, S., 2005. Marine mammals. In: K. Essink, C. Dettman, H. Farke, K. Lauersen, G. Lüerssen, H. Marencic & W. Wiersinga (eds), *QSR Wadden Sea 2004*. Wadden Sea Ecosystem No. 9, 317-330.
- Roomen, M. van, E. van Winden, K. Koffijberg, R. Kleefstra, G. Ottens, B. Voslamber & SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep, 2004a. Watervogels in Nederland in 2001/2002. RIZA-rapport BM04.01, SOVON-monitoringrapport 2004/01. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen / RIZA Lelystad. 211 p.
- Roomen, M. van, E. van Winden, K. Koffijberg, A. Boele, F. Hustings, R. Kleefstra, J. Schoppers, C. van Turnhout, SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat, 2004b. Watervogels in Nederland in 2002/2003. RIZA-rapport BM04.09, SOVON-monitoringrapport 2004/09. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen / RIZA Lelystad. 235 p.
- Sas, H.J.W., van Overbeeke, G.R., 2005. Verslag van de workshop VHR en de mosselsector. IMSA, Amsterdam. 41 p.
- Steenbergen, J.van, van Stralen, M.R., Baars, J.M.D.D. & Bult, T.P., 2003. Reconstructie van het areaal litorale mosselbanken in de Waddenzee in de periode najaar 1994 – voorjaar 2002. RIVO rapport C076/03. 36 p.
- Steers, J.A., 1959. Salt marshes. *Endeavour* 18: 75-82.

- Steers, J.A., 1977. Physiography. In: V.J. Chapman. (ed.), Wet coastal ecosystems. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam - Oxford - New York, Chapter 2, 31-60.
- Stoddart, D.R., Reed, D.J. & French, J.R., 1989. Understanding salt-marsh accretion, Scolt Head Island, Norfolk, England. *Estuaries* 12: 228-236.
- Storm, K., 1999. Slinkend Onland. Over de omvang van zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland. Nota AX-99.007, 68 p.
- Teixeira R.M., 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. 's Graveland, Vereniging tot Behoud van Natuurmonumenten in Nederland. 431 p.
- UN Convention on Environment and Development (1992)
- Veenstra, K. 1965. De invloed van het vochtgehalte van de grond op de hoogte van het maaiveld bij een zware vaste kleigrond. Intern rapport Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Baflo.
- Venema, L.B., 1997. Vergelijkend onderzoek dateringsmethoden voor sediment Paesumerlannen. Kernfysisch Versneller Instituut rapport Z57, Utrecht. 32 p.
- Verhulst S., K. Oosterbeek, A.L. Rutten & Ens, B.J., 2004. Shellfish fishery severely reduces condition and survival of oystercatchers despite creation of large marine protected areas. *Ecology and Society* 9: no. 17.
- Wang, Z.B., Eysink, W.D. 2005b. Abiotische effecten van bodemdaling in de Waddenzee door gaswinning. Delft Hydraulics, rapport Z3995. in druk.
- Weihe, K. von, 1979. Morphologische und ökologische Grundlagen der Vorlandsicherung durch *Puccinellia maritima* (Gramineae). *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 32: 239-254.
- Westhoff, V., Schaminee, J.H.J. & Dijkema, K.S., 1998. 26. *Asteretea tripolii*. In: J.H.J. Schaminee, E.J. Weeda & V. Westhoff (eds). De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala: 89-130.
- Wohlenberg, E., 1933. Das Andelpolster und die Entstehung einer charakteristischen Abrasionsform im Wattenmeer. *Wiss. Meeresunters. NF. Abt. Helgoland* 19: 1-11.
- Wohlenberg, E., 1953. Sinkstoff, Sediment und Anwachs am Hindenburgdamm. *Die Küste* 2: 33-94.
- Yapp, R.H., Johns, D. & Jones, O.T., 1917. The salt marshes of the Dovey estuary. *The British Ecological Society* 5: 65-103.
- Zwarts, L. & Wanink, J. (1984) How Oystercatchers and Curlews successfully deplete Clams. In: P.R. Evans, J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (eds), Coastal waders and wildfowl in winter: 67-83. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Bijlage 1 Maaiveldhoogte-verloop in meest kritische Peazemerlannen-pq's

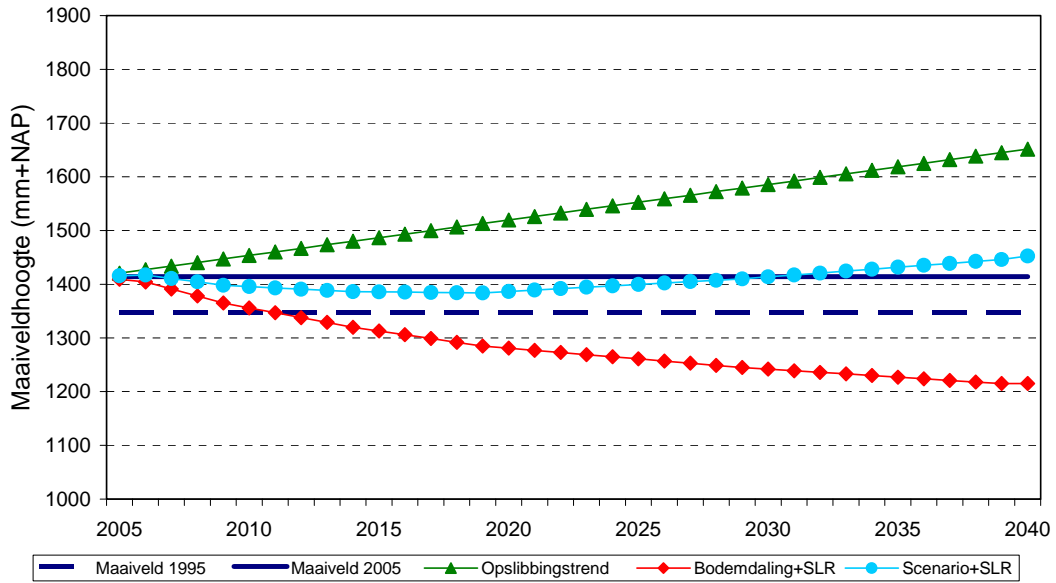


Figuur 1 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van pq 5 in de lage kwelder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.



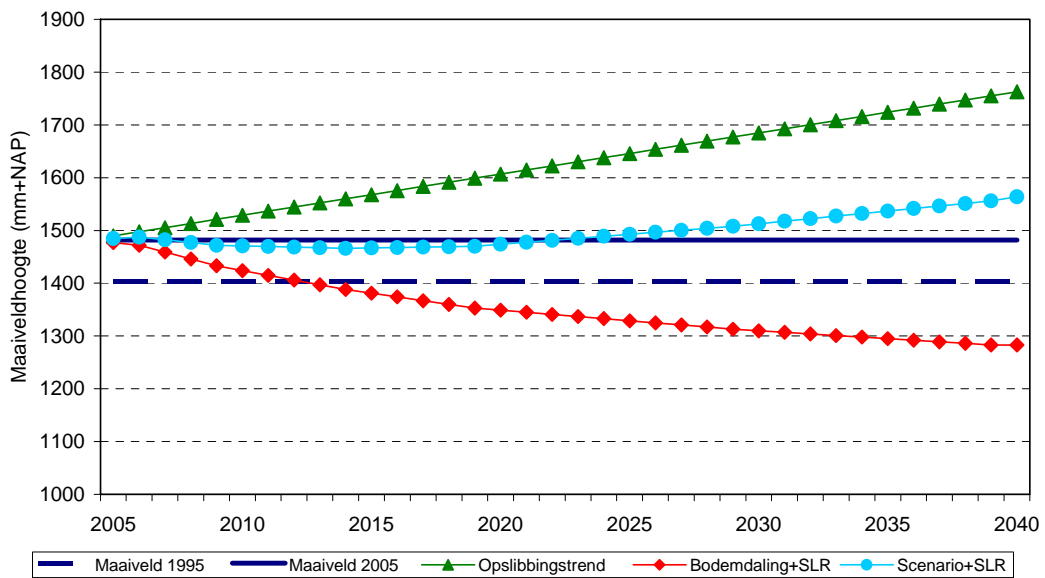
Figuur 2 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van pq 11 in de midden kwelder in de Peazemerlannen in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Midden kwelder; SALT97 zone 32; pq 13



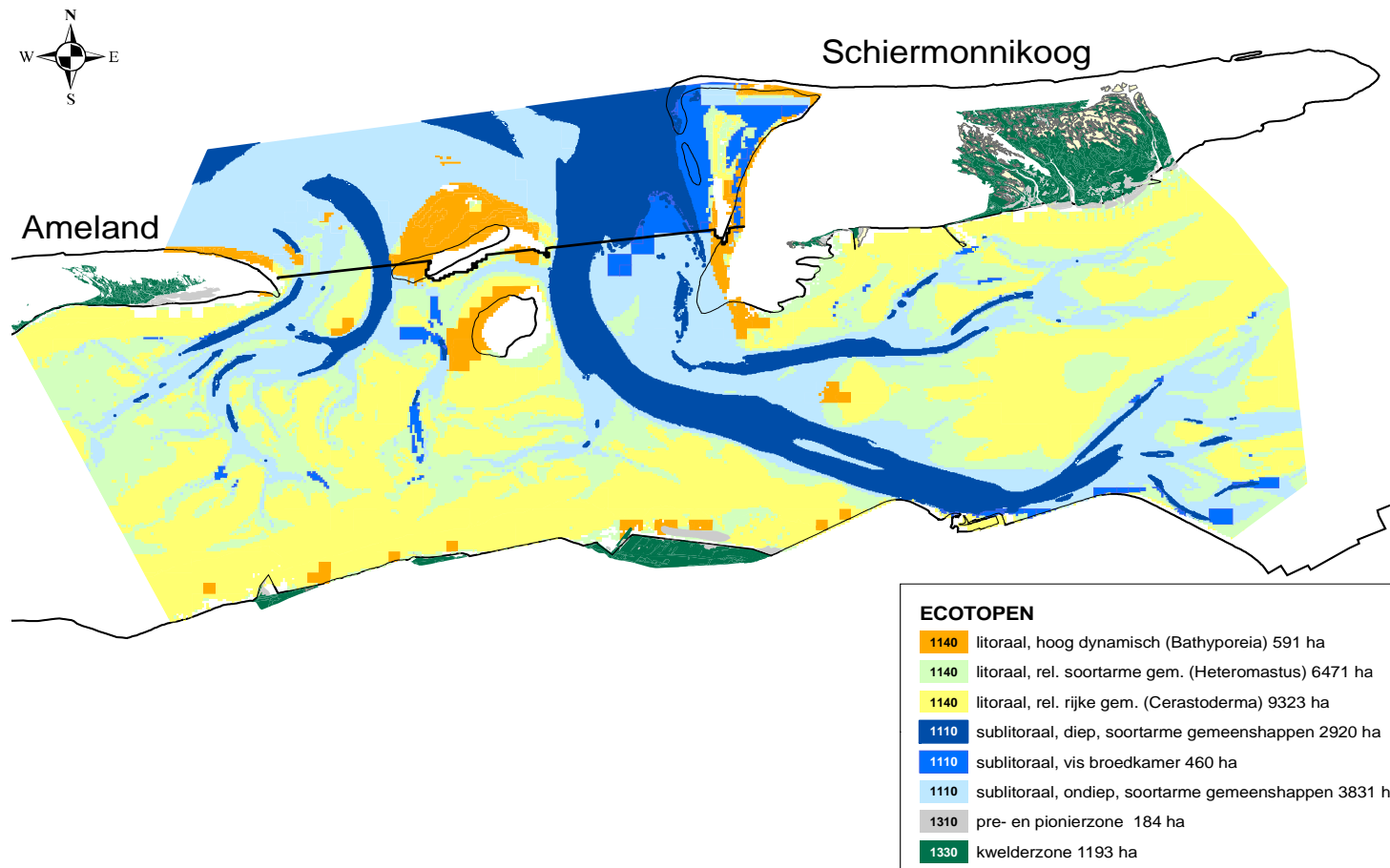
Figuur 3 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van pq 13 in de midden kwelder in de Peazemerlanden in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Midden kwelder; SALT97 zone 32; pq 16



Figuur 4 Prognose van de maaiveldhoogte-ontwikkeling van pq 16 in de midden kwelder in de Peazemerlanden in geval van het base-case scenario voor bodemdaling (Tabel 4.3) en een zeespiegelstijging van 2 mm/j.

Bijlage 2 Ecotopen en Habitattypen in aandachtsgebied



Ecotopen in het aandachtsgebied met de relevante habitattypen nummers aangegeven in de legenda (Data Rijkswaterstaat). De oppervlakten van de verschillende ecotopen in de voordelta zijn niet meegenomen bij de oppervlakte berekening.

Bijlage 3 Rapportage Ravon: Reptielen-, Amfibieën- en Vissengegevens

Toelichting Reptielen-, Amfibieën- en Vissengegevens

Productie: Stichting RAVON
Postbus 1413
6501 BK Nijmegen

Telefoon: 024-3653258
Fax: 024 3653030
email: b.prudon@ravon.nl
homepage : www.ravon.nl

Aanvrager: Alterra

Datum: 2-6-2005

Deze publicatie kan geciteerd worden als:
Prudon, B. 2005. GA 2005-0559 moddergas2. Levering Reptielen-, Amfibieën- en Vissengegevens.
Stichting RAVON, Nijmegen.

Copyright: © Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt,
door middel van druk, microfilm, fotokopie of op welke andere wijze ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Stichting RAVON.

Conclusie(s) en aanbevelingen

Van het plangebied is alleen het voorkomen van de bruine kikker bekend. Naast deze algemeen voorkomende amfibieënsoort kan op basis van uurhokwaarnemingen het voorkomen van de kleine watersalamander en het groene kikker complex binnen het plangebied niet uitgesloten worden. Aanvullend onderzoek naar het voorkomen van amfibieën wordt noodzakelijk geacht om de verspreiding van (alle mogelijk voorkomende) amfibieënsoorten in dit gebied in beeld te brengen.

Wanneer de voorgestelde maatregel (gaswinning) een (in)direct gevolg heeft op de grondwaterstand in het plangebied kan dit leiden tot een negatief effect op de voortplanting van hier voorkomende amfibieënsoorten. Een daling van de grondwaterstand kan leiden tot het vroegtijdig droogvallen van voortplantingswateren. Door een verhoging van de grondwaterstand kunnen geïsoleerde (visvrije) wateren in verbinding komen te staan met visrijke wateren. De aanwezigheid van vis heeft een negatief effect (predatie) op de voortplanting van amfibieën.

Inleiding: over opdracht

De NAM wil gas gaan winnen onder de Waddenzee, waardoor de bodem zal gaan dalen. Hiervoor moet een MER gemaakt worden. Alterra heeft opdracht de gevolgen voor de flora en fauna te onderzoeken.

Herkomst gegevens

De verspreidingsgegevens die bij Stichting RAVON in beheer zijn, komen uit verschillende bronnen. De voornaamste bronnen zijn waarnemingen verzameld door vrijwilligers en uit onderzoek door betaalde krachten. Deze gegevens worden volgens standaardmethoden voor inventarisatie (Lenders et al, 1993) verzameld. Daarnaast zijn in de databank gegevens opgenomen die volgens de standaard monitoringsmethodiek voor amfibieën (Groenveld & Smit, 2001) en reptielen (Smit & Zuidervijk, 2003) verzameld zijn. Tot slot worden gegevens door middel van gegevensuitwisselingen met andere organisaties verzameld. Alle gegevens worden bewerkt en gecontroleerd op onjuistheden voor deze in de databank worden opgenomen.

De gegevens

Van het plangebied is uit de periode 1987 – 2003, alleen het voorkomen van de bruine kikker bekend. Naast het voorkomen van de bruine kikker zijn enkele overige amfibieënsoorten tot op uurhok-niveau (5 x 5 kilometer) waargenomen. Geen van de hier aangetroffen amfibieënsoorten heeft (buiten de bescherming die alle amfibieën krachtens de Flora en Faunawet hebben) een bijzondere status.

Groene kikkers die niet tot op soort-niveau gedetermineerd zijn, worden genoteerd als het groene kikker complex.

Beschrijving mogelijk aan te treffen soorten

Bruine kikker (*Rana temporaria*)

De bruine kikker komt voor in tal van watertypen, mits deze zonbeschenen, ondiepe oeverzones bevatten. Deze oeverzones zijn belangrijk voor de voortplanting. De bruine kikker kan worden aangetroffen tot in stedelijke gebieden. Voor een goed

landbiotoop is de aanwezigheid van bosjes en ruigten in een kleinschalig landschap van groot belang.

De bruine kikker is het meest voorkomende amfibieënsoort in Nederland. De soort heeft de status 'thans niet bedreigd' in de Rode Lijst (Creemers, 1996) en geniet geen bijzondere bescherming in de Europese regelgeving. Net als alle amfibieën is de soort wel beschermd volgens de Flora en Faunawet en de Conventie van Bern (bijlage 3).

Groene kikker (*Rana esculenta* synklepton)

In Nederland komen twee soorten groene kikkers voor, de poelkikker (*Rana lessonae*) en de meerkikker (*Rana ridibunda*). De middelste groene kikker (*Rana klepton esculenta*) is een hybride van deze twee soorten. Wanneer er geen onderscheid kan worden gemaakt, wordt gesproken van groene kikker (onbepaald).

De voorkeur van de middelste groene kikker en de meerkikker gaat uit naar vegetatierijke en zonnig gelegen wateren met een goed ontwikkelde watervegetatie. Poelkikkers komen voor in relatief voedselarme wateren, zoals vennen en watergangen in hoogvenen. Groene kikkers blijven gedurende het voorjaar en de zomer vaak in de buurt van het water. Een belangrijk aspect in de biotoop van groene kikkers is de aanwezigheid van vegetatierijke oevers.

De middelste groene kikker en meerkikker hebben de status 'thans niet bedreigd' (Creemers, 1996), de poelkikker wordt 'kwetsbaar' genoemd op de Rode Lijst. Zowel de poelkikker, meerkikker als de middelste groene kikker worden beschermd volgens de Flora en Faunawet en de Conventie van Bern (bijlage 3). De poelkikker wordt tevens vermeld in bijlage 4 van de Europese Habitatrichtlijn.

Kleine watersalamander (*Triturus vulgaris*)

De kleine watersalamander komt voor in een breed scala aan watertypen, waaronder sloten, vijvers, poelen en moerassen. De voorkeur gaat uit naar visvrije en zonnig gelegen, vaak kleine wateren. Op het land is de soort te vinden op vochtige plaatsen in bossen, houtwallen en in tuinen.

De kleine watersalamander is de meest voorkomende salamander in Nederland. De soort heeft de status 'thans niet bedreigd' en geniet geen bijzondere bescherming in de Europese regelgeving. Net als alle amfibieën is de soort wel beschermd volgens de Flora en Faunawet en de Conventie van Bern (bijlage 3).

Inventarisatieactiviteit

Het plangebied is nagenoeg niet onderzocht op het voorkomen van amfibieën. Slechts in één kilometerhok is sprake van enige onderzoeksactiviteit. Gezien de huidige inventarisatieactiviteit en gezien het mogelijke voorkomen van meerdere amfibieënsoorten, wordt aanvullend onderzoek in de niet onderzochte kilometerhokken noodzakelijk geacht.

Interpretatie van de risico's en kansen voor de soortgroep en eventuele risico's van de ingreep.

Wanneer de voorgestelde maatregelen tot verlies van leefgebied van Flora- en faunawetsoorten leiden, dient dit verlies gecompenseerd te worden. De mate van compensatie dient gerelateerd te zijn aan de beschermingsstatus van de soort.

De voorgestelde maatregel kan leiden tot bodemdaling. Wanneer deze bodemdaling gevolgen heeft voor de grondwaterstand in het gebied, dient rekening gehouden te worden met de hier aanwezige voortplantingswateren. Wateren die vroegtijdig droogvallen zijn ongeschikt als voortplantingswater voor laatactieve amfibieënsoorten als de groene kikker.

Indien de maatregelen een negatief effect hebben op deze voortplantingswateren, is een volledig beeld van de verspreiding van de hier voorkomende soorten essentieel voor het inschatten van de mogelijke gevolgen van de voorgestelde maatregel voor amfibieën in dit gebied. Aangezien het gebied nagenoeg niet is onderzocht op het voorkomen van amfibieën dient het gehele gebied aanvullend onderzocht te worden.

Literatuurlijst

- Nie de, H.W., 1996 Atlas van de Nederlandse zoetwatervissen. Media publishing, Doetinchem
- Creemers, R.C.M., 1996. Bedreigde en kwetsbare reptielen en amfibieën in Nederland. Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. Publicatiebureau Stichting RAVON.

Bijlage 4 Gegevens Floron

MER Gaswinning Waddenzee;
toelichting bij de floristische verspreidingsgegevens



Rapport 2005.050

Stichting FLORON

Productie:

Stichting FLORON
Postbus 9514
2300 RA Leiden

telefoon: 071 - 5273533
fax: 071 - 5273511
email: floron@floron.leidenuniv.nl
homepage: www.floron.nl

Aanvrager: Alterra, Den Burg

Opdrachtgever:
Nederlandse Aardolie Maatschappij

Aanvraagcode:
GA 2005-0559

Maand en jaar van publicatie:
juni 2005

Deze publicatie kan worden geciteerd als:
Beringen, R., 2005. MER Gaswinning Waddenzee; toelichting bij de floristische verspreidingsgegevens. Rapport 2005.050. Stichting FLORON, Leiden.

Copyright: Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt, door middel van druk, microfilm, fotokopie of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de stichting FLORON

Inleiding

Naar aanleiding van een gegevensaanvraag van Alterra, Den Burg heeft Stichting Floristisch Onderzoek Nederland (FLORON) onderzocht welke floristische gegevens er bekend zijn van 12 km-hokken langs de Fries-Groningse Waddenkust. De NAM is voornemens aardgas te gaan winnen onder de Waddenzee. In het kader van de op te stellen MER onderzoekt Alterra de

gevolgen van de verwachte bodemdaling op de flora en fauna. Dit rapport vormt de toelichting bij de verstrekte floragegevens. Hierin wordt aandacht besteed aan:

- Volledigheid en actualiteit van de gegevens;
- Voorkomende aandachtsoorten (beschermde soorten, doelsoorten, rode-lijstsoorten);
- Risico's voor aandachtsoorten en bijzondere vegetaties bij de uitvoering van de voorgenomen activiteiten.

De basisgegevens en dit rapport worden digitaal toegezonden aan de aanvrager voor verdere analyse, in de vorm van Excel- en Wordbestanden.

Het onderzoeksgebied omvat 12 kilometerhokken die verspreid liggen langs de Fries-Groningse Waddenkust tussen 't Schoor en Kloosterburen. De meeste km-hokken omvatten naast buitendijkse kwelders en landaanwinningswerken ook de Waddendijk en binnendijks gelegen landbouwgebieden.

Basisgegevens

Alle waarnemingen zijn afkomstig uit de landelijke floradatabank FlorBase. Dit is een bestand met plantensoort-waarnemingen op 1x1 kilometerhokniveau. Het bestand bestaat uit gegevens van provincies, particulieren, terreinbeherende organisaties en instituten. Alle waarnemingen zijn van ná 1975. De beheerders van de databank dragen er zorg voor dat de waarnemingen van landelijk of regionaal vrij zeldzame soorten gecontroleerd worden op juistheid of waarschijnlijkheid van voorkomen. De controle betreft ruim 700, merendeels zeldzamere, soorten van de bijna 1.500 die op de Standaardlijst van de Nederlandse Flora zijn vermeld (Van der Meijden *et al.*, 1991; 1996).

Volledigheid en actualiteit

Aangezien er door verschillende organisaties en met verschillende methoden gegevens zijn verzameld, zijn er verschillen in de intensiteit waarmee de verscheidenheid aan voorkomende plantensoorten in het veld is vastgesteld. Daarmee moet bij de interpretatie van de voorkomende soorten en waarden rekening worden gehouden. Als vuistregel voor een goede inventarisatie wordt gehanteerd dat het aantal aangetroffen soorten groter is dan het gemiddelde aantal in het ecodistrict (Klijn, 1997).

De kilometerhokken zijn over het algemeen vrij volledig onderzocht (Tabel1). Alleen uit de km-hokken 193-601, 197-602 en 217-601 zijn weinig waarnemingen bekend. De soortswaarnemingen dateren over het algemeen grotendeels uit de periode na 1990. Alleen de gegevens uit de km-hokken 216-601, 217-601 en 221-603 dateren geheel of grotendeels uit de periode voor 1990.

Aandachtsoorten

Alle unieke soortwaarnemingen per kmhok zijn vastgelegd in het Excel-bestand (tabblad Flora_Ovz), waarin tevens enkele karakteristieken van de afzonderlijke waarnemingen zijn vermeld:

XKM	X-coördinaat linksonderpunt kmhok.
YKM	Y-coördinaat linksonderpunt kmhok.
NUM	soortnummer waargenomen soort volgens Biobase (CBS, 1997).
UFK	Landelijke zeldzaamheidsklasse, waartoe de soort vanaf 1990 wordt gerekend (0: uitgestorven, 1-4: (zeer) zeldzaam, 5-6: minder-vrij algemeen, 7-9: algemeen- uiterst algemeen.
RL90	Soort wel (0-4) of niet (-) op de Rode Lijst 1990 (Weeda <i>et al.</i> , 1990).
RL2000	Toedeling aan Rode-Lijstcategorie volgens de Rode Lijst 2000 (TNB: thans niet bedreigd; NB: standaardlijstsoort, niet beschouwd; GE: Gevoelig; KW: Kwetsbaar; BE: Bedreigd; EB: Ernstig bedreigd; VN: Verdwenen uit Nederland); de categorieën GE, KW, BE, EB en VN bevatten de 499 soorten op de nieuwe Rode Lijst (Van der Meijden <i>et al.</i> , 2000). De vijf genoemde categorieën komen ongeveer overeen met de categorieën 4, 3, 2, 1 en 0 in de oude Rode Lijst en zijn ook met cijfers weergegeven in het bestand.

D2000	Soorten die doelsoort zijn vanaf 2000 (Herzien handboek doeltypen, Bal <i>et al.</i> , 2001).
Wbes	Soorten die volgens de nieuwe Flora- en Faunawet in Nederland wettelijk beschermd zijn.
Ibes	Soorten die in Europa beschermd zijn volgens de Bernconventie of de Habitatrichtlijn.
Latnaam	Wetenschappelijke naam.
Nednaam	Nederlandse naam.

Tabel 1. Het aantal soorten per kmhok in het onderzoeksgebied. nrec: aantal waargenomen soorten; voll: volledigheid 1= onvolledig, 2= matig, 3= goed; actu: 1= merendeel waarnemingen voor 1990, 3= merendeel waarnemingen na 1990, 2= waarnemingen zowel van voor als na 1990.

xkm	ykm	nrec	n_voor 1990	n_na 1990	ecodistrict	voll	actu
193	601	1	0	1	Waddenzee	1	3
194	601	112	12	112	Waddenzee	3	3
197	602	1	0	1	Waddenzee	1	3
198	602	89	0	89	Waddenzee	3	3
201	602	122	0	122	Zeeklei-inversielandschap	3	3
202	602	49	0	49	Zeeklei-inversielandschap	2	3
203	602	67	0	67	Zeeklei-inversielandschap	2	3
204	602	73	0	73	Waddenzee	3	3
216	601	11	10	1	Waddenzee	2	1
217	601	4	4	0	Jonge indijkingen	1	1
219	602	121	33	117	Jonge indijkingen	3	3
221	603	39	39	0	Jonge indijkingen	2	1

Als aandachtsoort worden die soorten opgevat die internationaal of nationaal zijn beschermd, doelsoort zijn of op de Rode Lijst 1990 of 2000 staan. Tabblad Flora_Aandacht in het Excel-bestand geeft een overzicht van de aangetroffen aandachtsoorten (tabel 2):

Tabel 2. Overzicht van de voorkomende aandachtsoorten in het onderzoeksgebied, en het aantal km-hokken waarin elke soort is aangetroffen (nhok).

num	ufk	r190	r12000	d2000	wbes	ibes	nhok	nednaam	latnaam
91	5	3	3	1			4	Engels gras	Armeria maritima
231	4			1			1	Kwelderzegge	Carex extensa
341	4	3	3	1			2	Engels lepelblad	Cochlearia officinalis subsp. anglica
386	8		4	1			7	Kamgras	Cynosurus cristatus
444	5			1			1	Biestarwegras	Elytrigia juncea subsp. boreoatlantica
635	3	2	2	1			8	Zeegerst	Hordeum marinum
637	7		4	1			4	Veldgerst	Hordeum secalinum
738	5			1			5	Lamsoor	Limonium vulgare
917	5			1			1	Dunstaart	Parapholis strigosa
948	6		3	1			5	Zeeweegebree	Plantago maritima
1110	5			1			5	Zeevetmuur	Sagina maritima
100	5	3	3	1			7	Zeealsem	Seriphidium maritimum
1198	5	3	3	1			1	Blauw walstro	Sherardia arvensis
1290	4	3	3	1			1	Knopig doornzaad	Torilis nodosa

- Er zijn geen waarnemingen van nationaal of internationaal beschermde soorten bekend in Florbase. Het is echter niet ondenkbaar dat er binnen de km-hokken op het wad groeiplaatsen voorkomen van het beschermde Groot zeegras (*Zostera marina*). (Voor soorten van grote open wateren is Florbase minder volledig). Groeiplaatsen van deze soort mogen zonder ontheffing niet verstoord worden. Zowel Groot als Klein zeegras komen langs de Waddenkust voor (www.zeegras.nl).
- Er zijn 9 soorten van de Rode Lijst 2000 waargenomen. Zeegerst wordt gerekend tot de categorie bedreigde planten (categorie 2). Engels gras, Engels lepelblad, Zeealsem, Blauw walstro, Knopig doornzaad en Zeeweegebree behoren tot de categorie kwetsbare planten (cat. 3). Kamgras en Veldgerst behoren tot de categorie gevoelige planten (cat. 4).

- Er zijn in totaal 14 Doelsoorten aangetroffen, waarvan alleen Kwelderzegge, Biestarwegras, Lamsoor, Dunstaart en Zeevetmuur geen Rode-lijstsoorten (RL-2000 of RL-1990) zijn.

De meest algemeen aangetroffen aandachtsoorten zijn Zeegerst, Zeealsem en Kamgras (Tabel 3). De meeste aandachtsoorten zijn aangetroffen in de km-hokken 219-602 (9 aandachtsoorten), 201-602, 202-602 en 203-602 (allen 8 aandachtsoorten). Verspreidingskaartjes van de aandachtsoorten zijn bijgevoegd in bijlage 1. De km-hokken 193-601, 197-602 en 217-601 zijn onvolledig onderzocht. Hier zouden meer aandachtsoorten aanwezig kunnen zijn.

Tabel 3. Overzicht van de voorkomende aandachtsoorten per km-hok.

num	nednaam	193-601	194-601	197-602	198-602	201-602	202-602	203-602	204-602	216-601	217-601	219-602	221-603	nhok
444	Biestarwegras						+							1
1198	Blauw walstro											+		1
917	Dunstaart											+		1
91	Engels gras		+			+	+	+						4
341	Engels lepelblad						+					+		2
386	Kamgras		+		+	+	+	+				+	+	7
1290	Knopig doornzaad												+	1
231	Kwelderzegge											+		1
738	Lamsoor					+	+	+	+			+		5
637	Veldgerst					+	+	+	+					4
100	Zeealsem		+		+	+	+	+	+			+		7
635	Zeegerst	+	+	+	+	+		+	+	+				8
1110	Zeevetmuur		+		+	+		+				+		5
948	Zeeveegbree					+	+	+	+			+		5
	n per hok	1	5	1	4	8	8	8	5	1	0	9	2	

Standplaatsen van aandachtsoorten

De soorten Kamgras, Veldgerst, Knopig doornzaad en Blauw walstro zijn waarschijnlijk aangetroffen op het grastalud van de zeedijk aan de landzijde. De overige aandachtsoorten zijn soorten van brakke en zilte standplaatsen. De groeiplaatsen van deze soorten zullen voor het merendeel, zo niet geheel, buitendijks gelegen zijn. Soorten van laaggelegen kwelders zijn o.a. Engels gras, Zeealsem, Kwelderzegge, Lamsoor en Zeeveegbree. Soorten van hoger gelegen of meer brakke standplaatsen zijn o.a. Biestarwegras, Dunstaart, Engels lepelblad, Veldgerst, Zeevetmuur en Zeegerst. Zeegerst (Rode lijst 2) is aangetroffen in door schapen beweidde kwelders (Noard-Fryslân; Peazemerlannen, Kromme Horne en Schoorsterpollen).

Risico's voor de flora van de voorgenomen activiteiten

Het gebied is zeer rijk aan soorten van brakke en zilte standplaatsen. De kweldervegetaties zijn goed ontwikkeld met soorten als Engels gras, Zulte, Gewone zoutmelde, Zilte zegge, Kwelderzegge, Melkkruid, Lamsoor, Zeeveegbree, Gewoon kweldergras, Kortarige zeekraal, Langarige zeekraal, Zeealsem, Engels slijkgras, Gerande schijnspurrie, Schorrenkruid en Schorrenzoutgras. Hoewel het geen beschermde soorten zijn, karakteriseren deze soorten wel enkele aan kustgebieden gebonden Habitattypen uit bijlage I van de EU-Habitatrichtlijn. (1140 Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten, 1310 Eénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal en andere zoutminnende soorten, 1320 Schorren met slijkgrasvegetatie, 1330 Atlantische schorren). Mede op grond van het voorkomen van deze Habitattypen is de Waddenzee aangemeld als Habitatrichtlijngebied.

Zowel soorten van hoge kwelders (b.v. Biestarwegras) als lage kwelders (b.v. Zeekraal) zijn in het gebied aanwezig. Mogelijk komen ook soorten van de getijdezone (Klein zeegras) en soorten van beneden de gemiddelde laagwaterlijn (Groot zeegras) voor.

Als bodemdaling op gaat treden hoeft dit niet te leiden tot grote verstoringen in de vegetaties. De verschillende vegetatiezones (de successiestadia van slik tot hoge kwelder) kunnen in zekere mate met de veranderde hoogteligging mee verschuiven. De mate van verstoring hangt waarschijnlijk af van de snelheid waarmee bodemdaling optreedt en de mate van beschikbaarheid van slib en zanddeeltjes in de Waddenzee, die door sedimentatie de bodemdaling kunnen compenseren. Alleen als het hele scala van standplaatsen, van slikwad tot zandige oeverwallen, blijft voortbestaan, blijft de floristische diversiteit behouden.

Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Van de 12 km-hokken zijn er 5 goed, 4 matig en 3 slecht of niet onderzocht. De beschikbare gegevens zijn grotendeels actueel. De soortswaarnemingen dateren grotendeels uit de periode na 1990. Van drie km-hokken dateren de soortswaarnemingen echter grotendeels uit de periode voor 1990.

Binnen de km-hokken zijn bij FLORON geen groeiplaatsen van nationaal of internationaal beschermde soorten bekend. Het beschermde Groot zeegras komt echter wel langs de Waddenkust voor. Er zijn 9 soorten van de Rode-lijst 2000 en 14 Doelsoorten binnen de km-hokken waargenomen.

De belangrijkste botanische waarden in het gebied worden gevormd door soorten van zilte en brakke standplaatsen. Deze soorten zijn karakteristiek voor een aantal aan kustgebieden gebonden Habitattypen uit Bijlage I van de Habitatrichtlijn.

Aanbeveling

Van de 12 km-hokken zijn er 7 matig of slecht onderzocht. Van 3 km-hokken zijn geen actuele gegevens beschikbaar. Het actuele voorkomen van (aandachts)soorten en de precieze locaties van groeiplaatsen in die delen van het onderzoeksgebied waar de voorgenomen werkzaamheden, direct of indirect, van invloed kunnen zijn op de flora, zijn alleen te bepalen door gerichte veldinventarisaties uit te voeren.

Literatuur

Bal, D., H.M. Beijer, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal, F.J. van Zadelhoff. 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Ministerie van LNV.

Klijn, F. 1997. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. Thesis. RU Leiden.

Meijden, R. van der, L. van Duuren, E.J. Weeda, C.L. Plate. 1991. Standaardlijst van de Nederlandse flora 1990. Gorteria 17: 75-127.

Meijden, R. van der, L. van Duuren, H. Duistermaat. 1996. Standaardlijst van de Nederlandse flora 1996; overzicht van wijzigingen sinds 1990. Gorteria 22: 1-5.

Meijden, R. van der, B. Odé, C.L.G. Groen, J.P.M. Witte & D. Bal. 2000. Bedreigde en kwetsbare vaatplanten in Nederland; basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst. Gorteria 26 (4): 85-208.

Weeda, E.J., R. van der Meijden, P.A. Bakker. 1990. FLORON-Rode Lijst 1990. Gorteria 16 (1): 2-26.

Bijlage 5 Rapportage Paddestoelen (NMV)

GA 2005-0559 Moddergas2; inleiding

Basisgegevens van soortgroep Paddestoelen

Bron: Karteringsbestand Nederlandse Mycologische Vereniging (NMV)
Bewerkt door A.P. van den Berg, datum 2 juni 2005

Niets van deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt, door middel van druk, microfilm, fotokopie of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Het Natuurloket.

Aantallen soorten per km-hok

X X-coördinaat van het kilometerhok
Y Y-coördinaat van het kilometerhok
RL Aantal verschillende RL-soorten per hok
Srt Aantal verschillende soorten per hok
Actualiteit Actualiteit van de gegevens (zie onder tabel voor toelichting)
Ond kwal Onderzoekskwaliteit (zie onder tabel voor toelichting)

X	Y	RL	Srt	Actualiteit	Ond kwal
216	601	1	13	1995-1995	slecht
217	601	1	22	1995-1996	slecht
219	602	1	33	1995-1996	slecht
221	603	1	4	1995-1997	slecht
Gehele gebied		4	61	1995-1997	

Onderverdeling Rode Lijst soorten		
RL96CAT	Aantal	Omschrijving
VN		Verdwenen
EB		Ernstig bedreigd
BE	1	Bedreigd
KW	3	Kwetsbaar
GE		Gevoelig
Geen	57	Niet bedreigd of onvoldoende gegevens

Definitie actualiteit

Actualiteit is weergegeven als de periode tussen eerst en laatst bekende waarneming binnen de huidige selectie. Daar de waarnemingen zeer onregelmatig verdeeld kunnen zijn over een bepaalde periode, kan dit een vertekend beeld van de actualiteit van de gegevens geven. Deze valt echter altijd in detail af te leiden uit de tabel met alle waarnemingsgegevens.

Definitie onderzoekskwaliteit

Het attribuut "onderzoekskwaliteit" voor het onderzoek in een bepaald km-hok heeft in de huidige vorm slechts beperkte waarde. De definitie is vooralsnog alleen gebaseerd op het globale (niet statistisch onderbouwde) ervaringsfeit dat een "serius" onderzoek in een hok in een goede tijd minstens een bepaald aantal verschillende soorten moet opleveren, met een eveneens globale correctie voor het feit dat dit aantal in een "goed" hok met minder waarnemingen wordt bereikt dan in een "slecht" hok. Bij dit laatste is niet per afzonderlijk km-hok rekening gehouden met lokale factoren (met name bodemgebruik) die de potentiële soortenrijkdom kunnen bepalen.

Goed onderzocht: 250 of meer soorten, of 1000 of meer waarnemingen.

Slecht onderzocht: minder dan 50 soorten, of minder dan 100 waarnemingen.

Redelijk onderzocht: alle overige combinaties van aantallen soorten en waarnemingen.

Niet onderzocht: geen enkele waarneming beschikbaar (ontbreken van soorten wordt niet geregistreerd; een hok met enkele losse meldingen zou ook als "niet onderzocht" moeten worden betiteld, maar omdat dit moeilijk is af te bakenen wordt dan toch consequent de term "slecht onderzocht" gebruikt).

Verklaring categorieën Rode Lijst

VN Uit Nederland verdwenen soorten: soorten die niet zijn waargenomen (althans gemeld) tussen 1975 en het opstellen van de Standaardlijst (1995).

EB Ernstig bedreigde soorten: soorten die zeer sterk zijn afgenomen en zeer zeldzaam zijn.

BE Bedreigde soorten: soorten die sterk zijn afgenomen en zeldzaam tot zeer zeldzaam zijn, en soorten die zeer sterk zijn afgenomen en zeldzaam zijn.

KW Kwetsbare soorten: soorten die zijn afgenomen en vrij tot zeer zeldzaam zijn, en soorten die sterk tot zeer sterk zijn afgenomen en vrij zeldzaam zijn.

GE Gevoelige soorten: soorten die stabiel of toegenomen zijn en zeer zeldzaam zijn, en soorten die sterk tot zeer sterk zijn afgenomen en algemeen zijn.

Geen categorie: soorten die niet bedreigd zijn of waarvan onvoldoende gegevens bekend zijn.

Soortbegrip en naamgeving

In deze rapportage zijn alle meldingen van variëteiten en vormen van een soort samengenomen onder de soortnaam. In sommige gevallen kunnen soorten zijn geregistreerd als s.l. (sensu lato), een soortcategorie die bestaat uit twee of meer verschillende soorten die zodanig op elkaar lijken dat ze niet altijd goed zijn of kunnen worden onderscheiden. Hoewel de waarde van dergelijke soortcategorieën beperkt is, zijn ze hier wel opgenomen, omdat ze wel bijdragen aan het beeld van de inventarisatiedichtheid (bij een grote groep zijn de namen soms afgekort).

In de kolom met Nederlandse namen kunnen namen ontbreken, indien aan de betreffende soorten (nog) geen officiële Nederlandse naam is toegekend.

Toelichting waarnemingsfrequenties (kolom Aantal in soortenlijst)

Per bezoek aan een km-hok wordt alleen de aanwezigheid van een soort genoteerd, niet het aantal vruchtlichamen. Het aantal waarnemingen van een soort over een bepaalde periode (Freq) geeft dus geen indicatie van het aantal aanwezige vruchtlichamen. Voor verspreidingsonderzoek is dat ook niet bij voorbaat een zinvol gegeven, o.a. omdat de mate van fructificatie per soort en tijdstip enorm kan verschillen.

GA 2005-0559 Moddergas2; soortenlijst per km-hok

X	Y	WetNaam	NedNaam	Soort-code	Jaar	Aantal	Overig	Fwfwet	HR of VR	RL	Bern	Doelsoort
216	601	Daldinia concentrica	Kogelhoutskoolzwam	588010	1995	1				KW		
217	601	Volvariella murinella	Grijsvezelige beurszwam	141040	1996	1				BE		
219	602	Phellinus conchatus	Bruinzwarte vuurzwam	374010	1996	1				KW		
221	603	Schizophyllum commune	Waaiertje	128010	1995	1				KW		

Algemene toelichting volledigheid

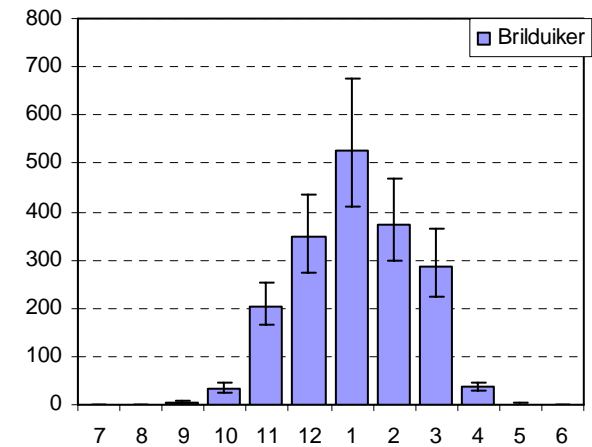
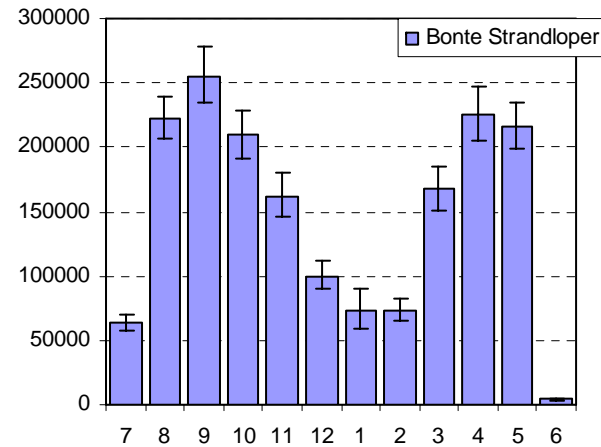
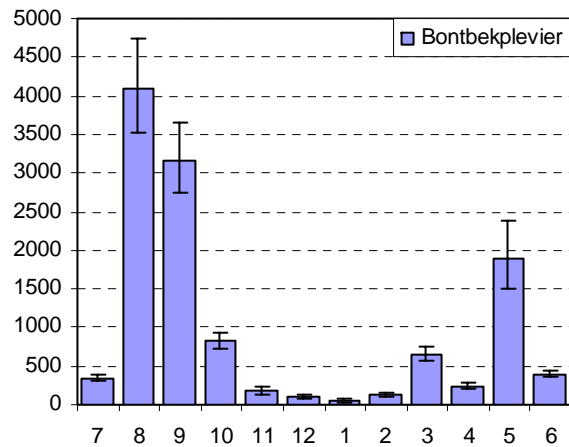
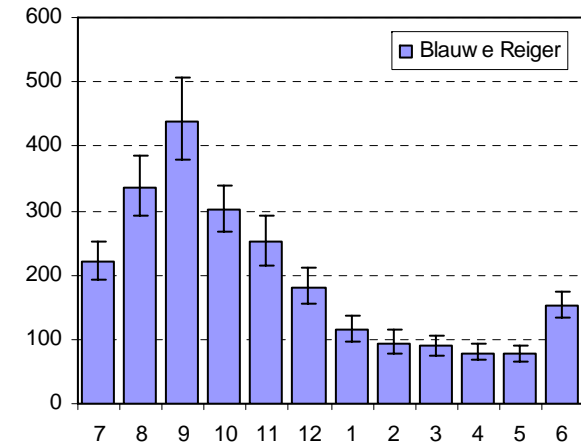
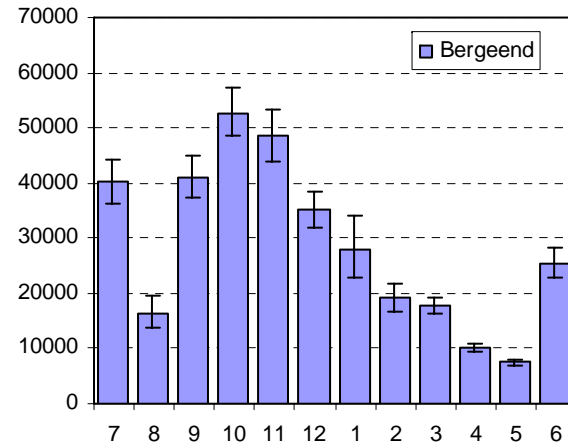
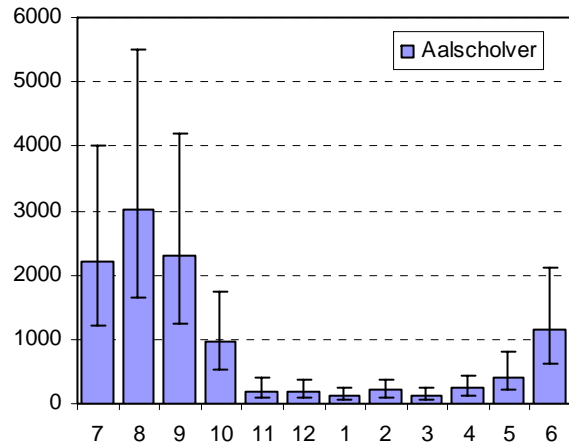
Paddestoelen komen in elk biotoop voor, maar de soortenrijkdom kan sterk verschillen. In sommige biotopen kunnen ze tot de soortenrijkste groepen organismen behoren. In Nederland zijn bijna 5000 soorten bekend. Veel soorten reageren vaak snel op veranderingen in milieuomstandigheden en vormen daarom belangrijke indicatoren (zie: P.J. Keizer, Paddestoelvriendelijk natuurbeheer, KNNV Uitgeverij, Utrecht 2003).

Verspreidingsonderzoek wordt bemoeilijkt door de specifieke levenswijze van paddestoelen. Het groeiende organisme (een schimmel) is voor het blote oog onzichtbaar en vormt meestal kortlevende waarneembare vruchtlichamen (de paddestoelen), op moeilijk voorspelbare momenten en plaatsen. De meeste soorten worden gevonden in de herfst, maar er zijn bijvoorbeeld ook specifieke voorjaarspaddestoelen. Gegevens worden over het algemeen verzameld door vrijwilligers, deels bij gerichte inventarisaties en deels als losse waarnemingen, zodat de inventarisatiedichtheid erg variabel is. Het ontbreken van meldingen van bepaalde soorten kan dan ook nooit een garantie zijn dat deze soorten niet aanwezig zijn, ook niet in hokken die als "goed onderzocht" worden aangemerkt.

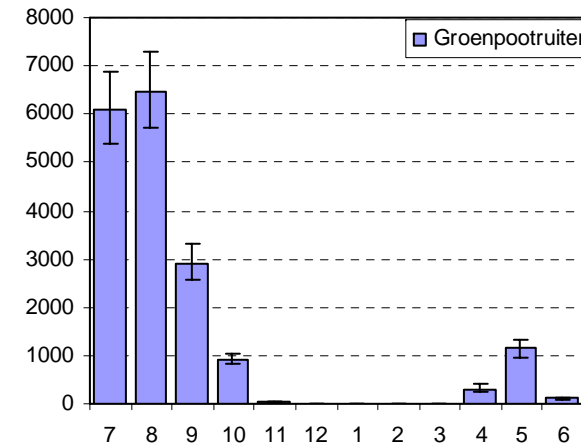
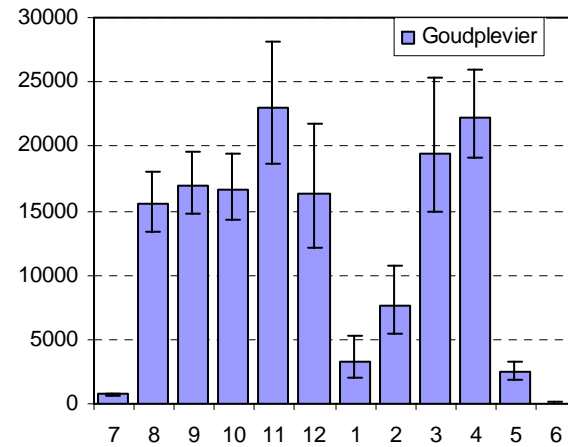
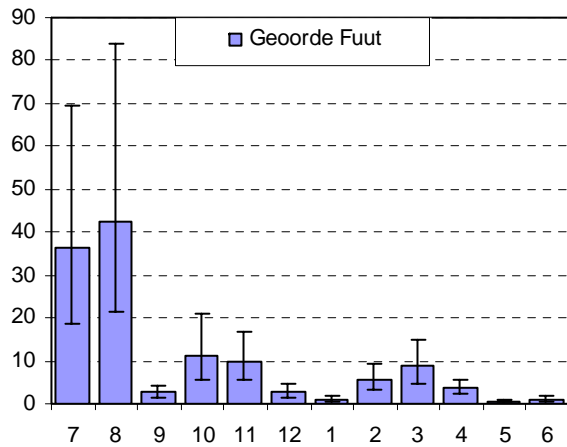
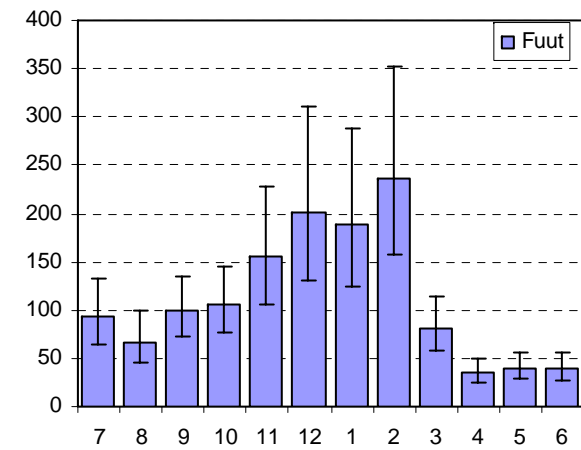
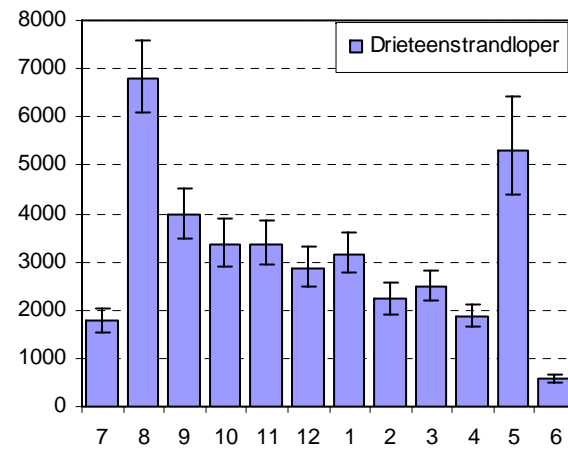
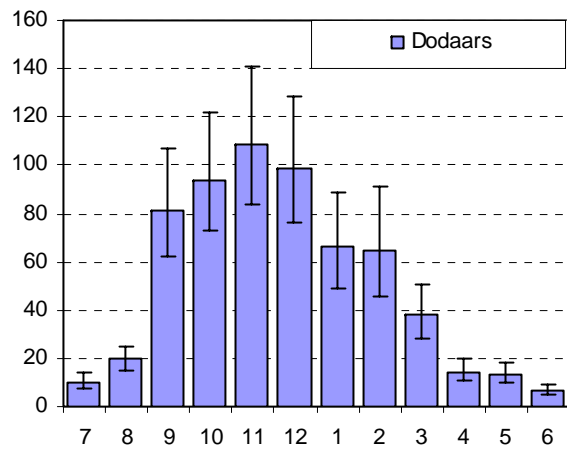
Om de volledigheid van een inventarisatie te definiëren zouden voor elk km-hok naast de aantallen waarnemingen en soorten ook specifieke biotoopkenmerken moeten worden meegewogen. Voor paddestoelen is een dergelijke weging nog niet op landelijke schaal mogelijk. Daarom moet voor de definitie van de onderzoekskwaliteit vooralsnog worden uitgegaan van de in de inleiding gegeven criteria.

Bijlage 6 Seizoenspatronen vogels

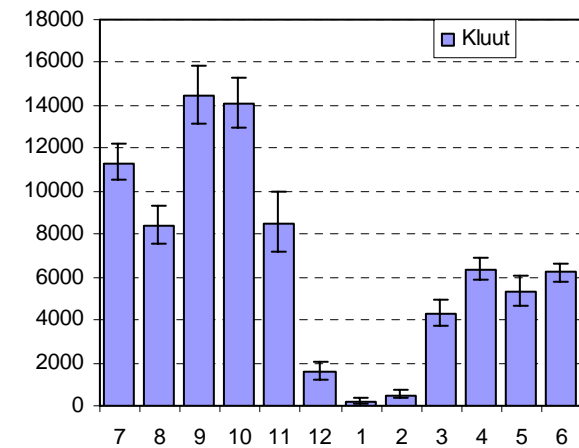
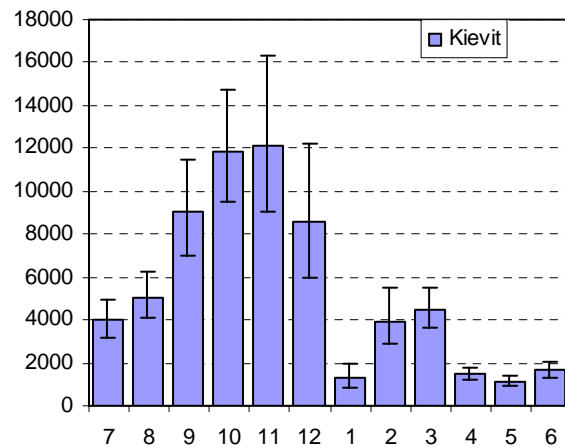
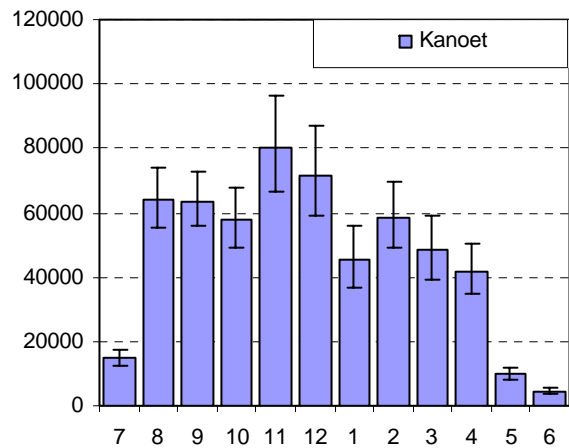
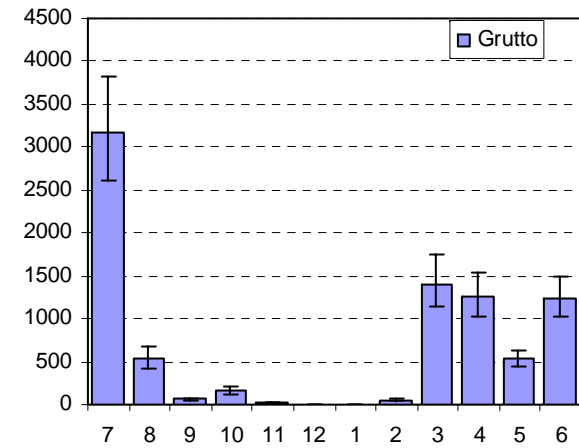
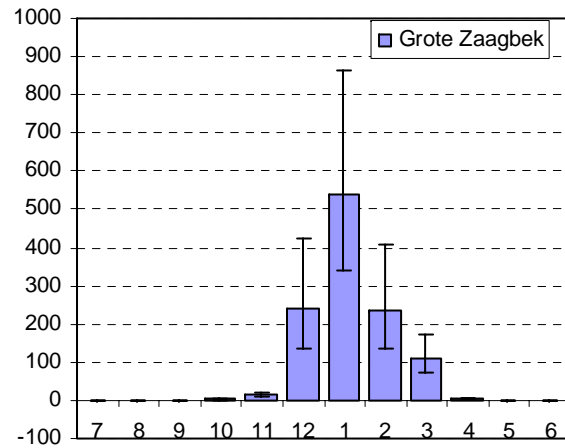
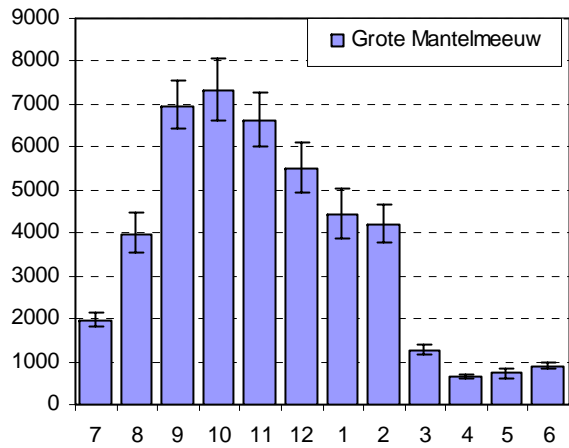
Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



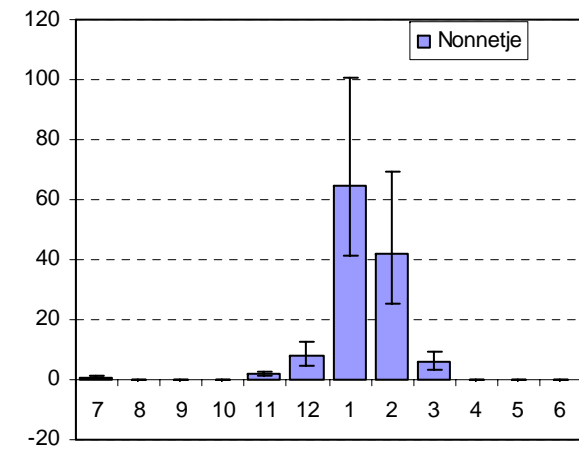
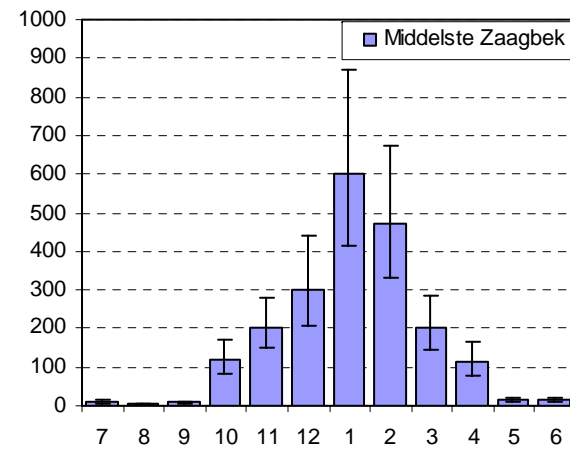
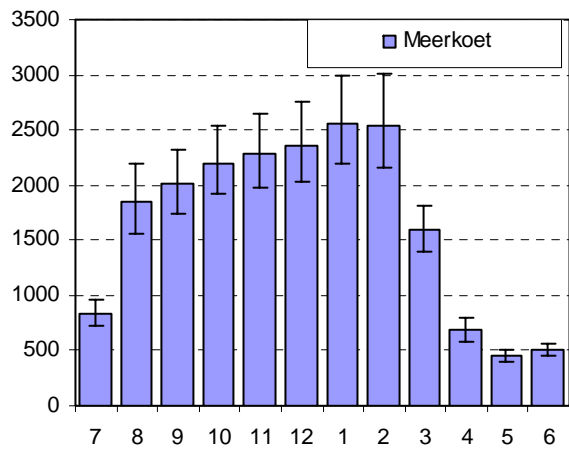
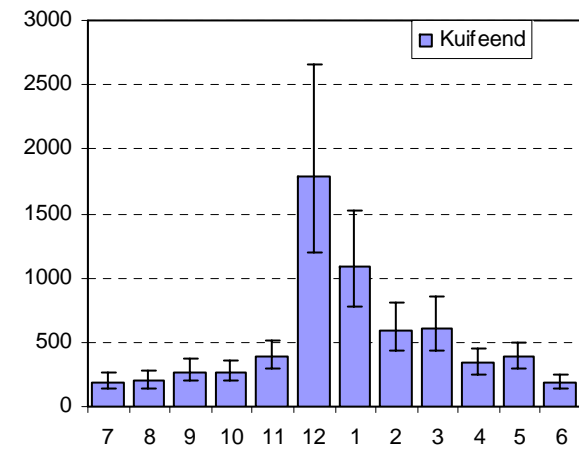
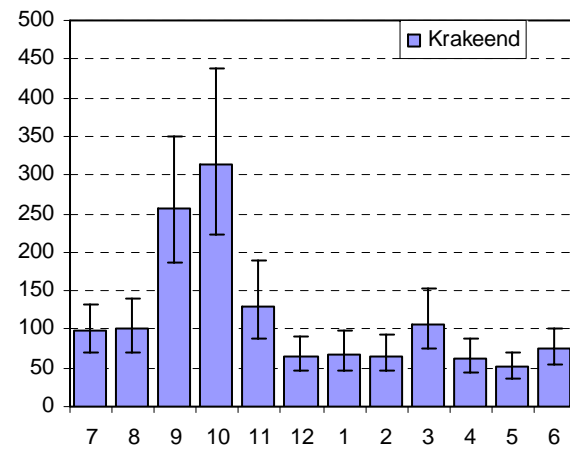
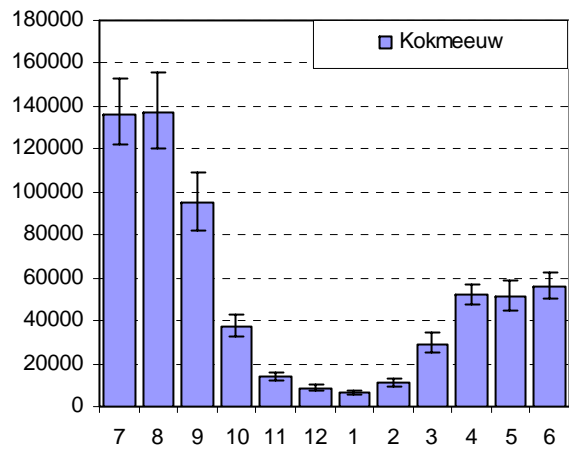
Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoenen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



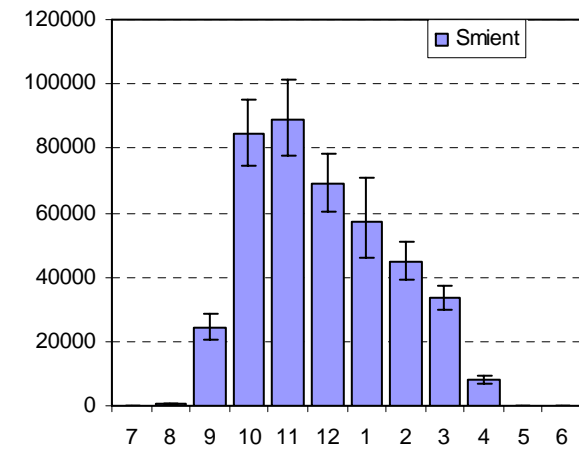
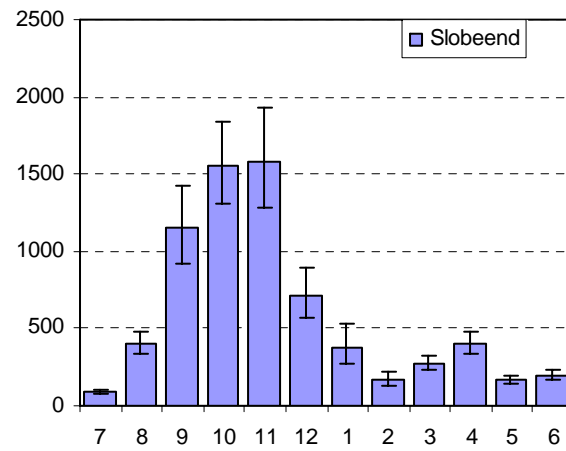
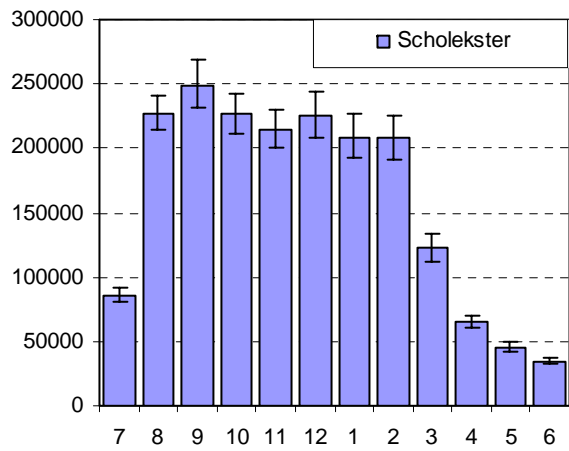
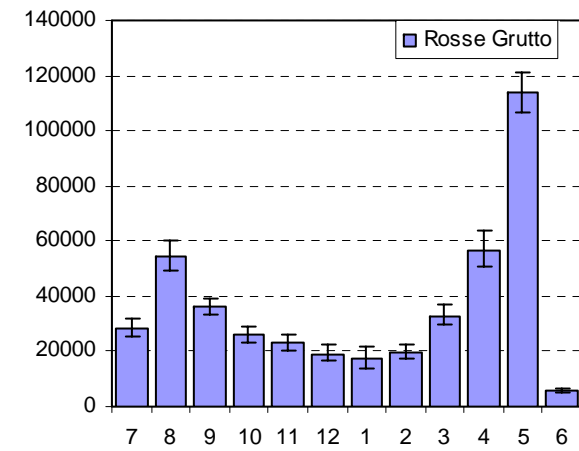
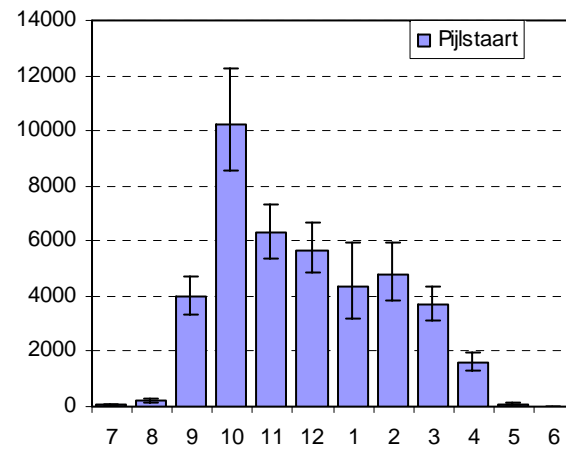
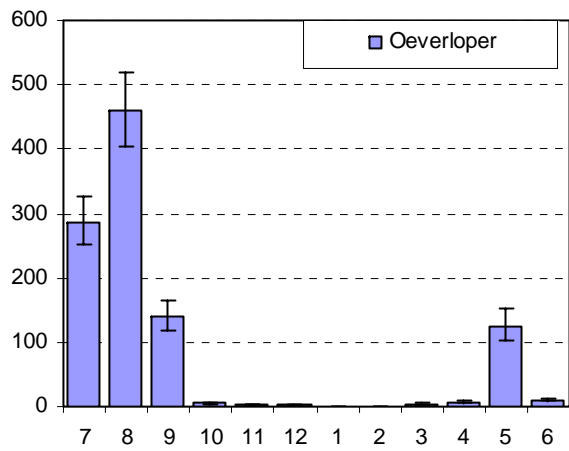
Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoenen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



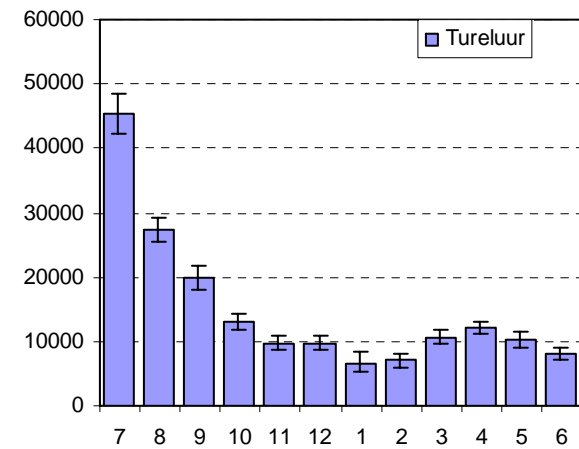
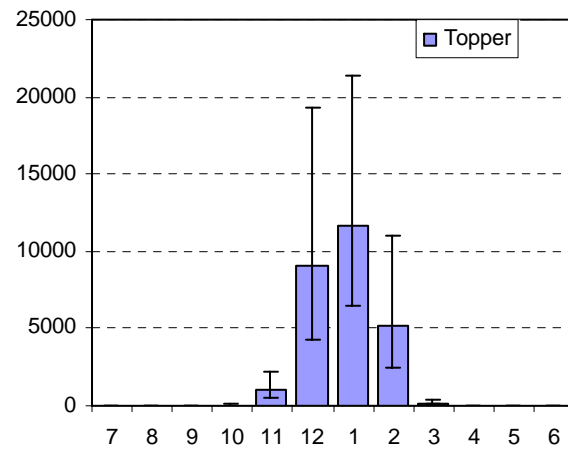
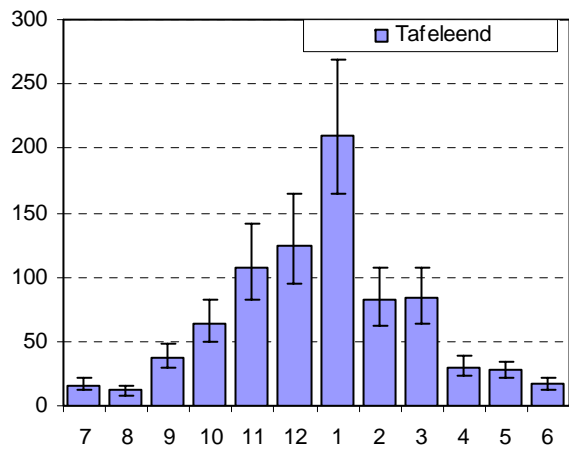
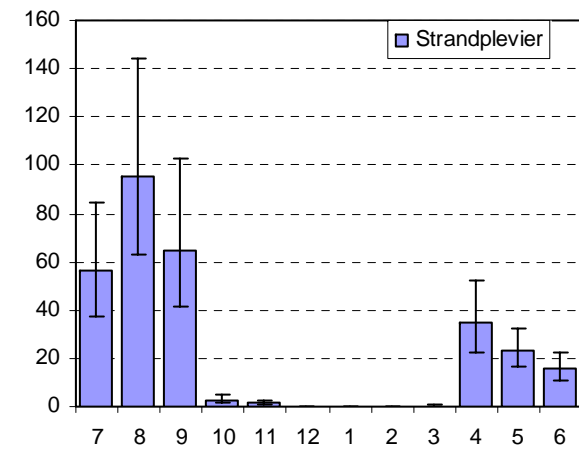
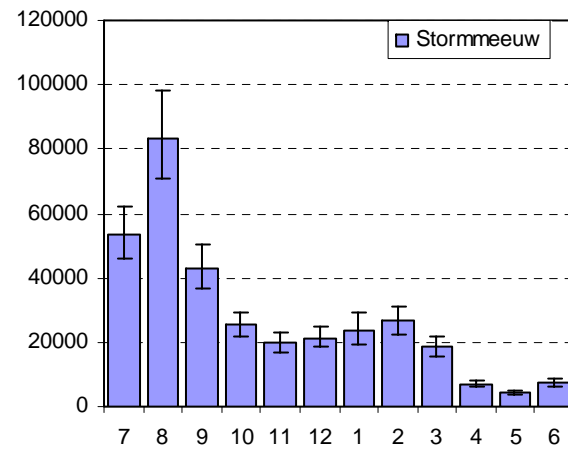
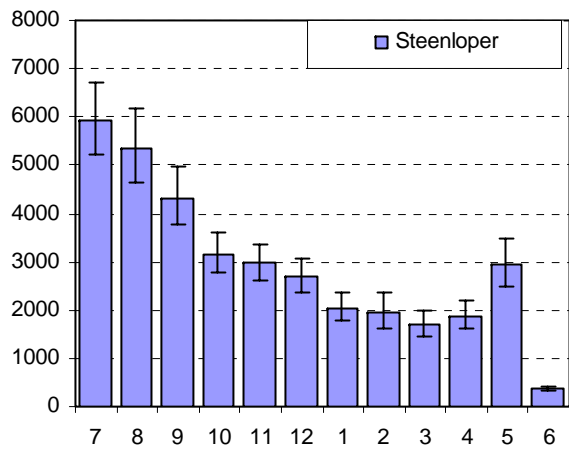
Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



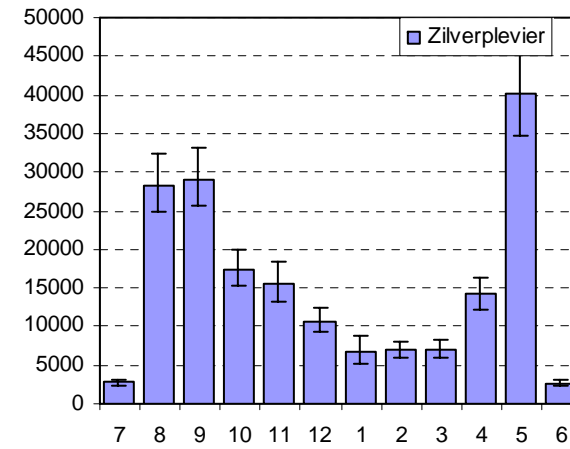
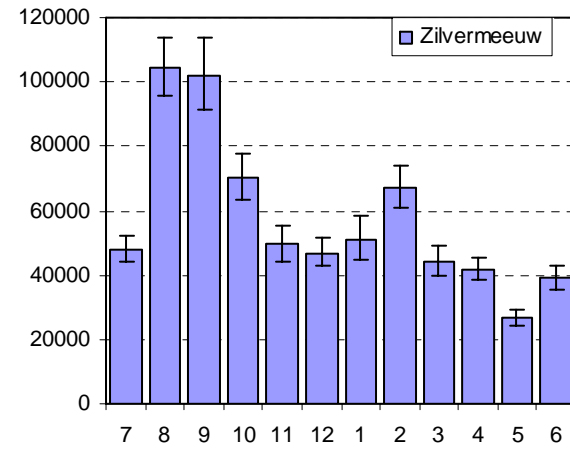
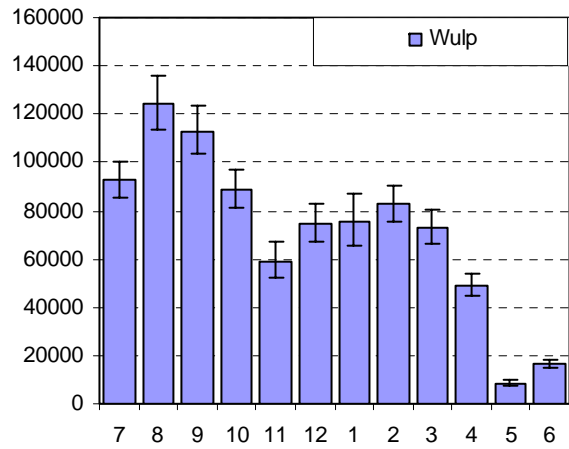
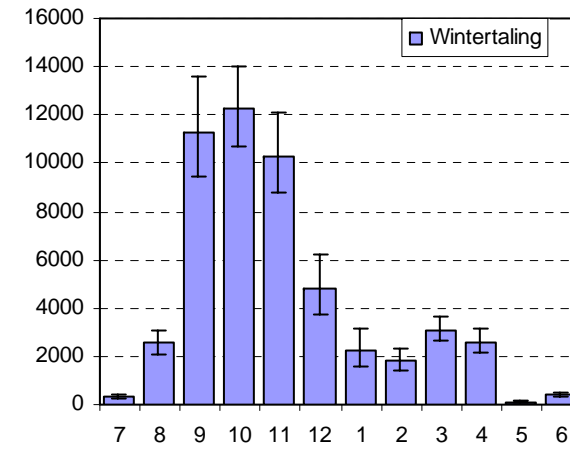
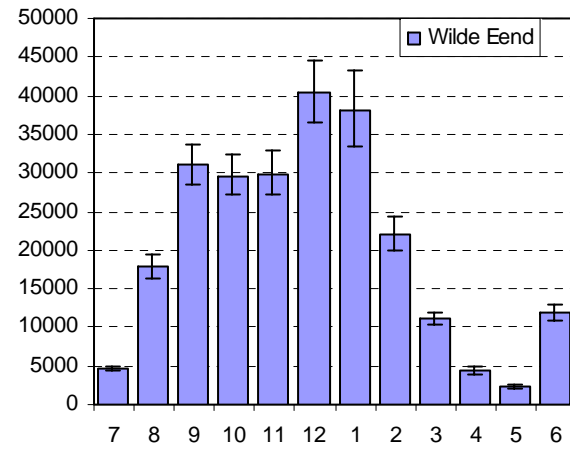
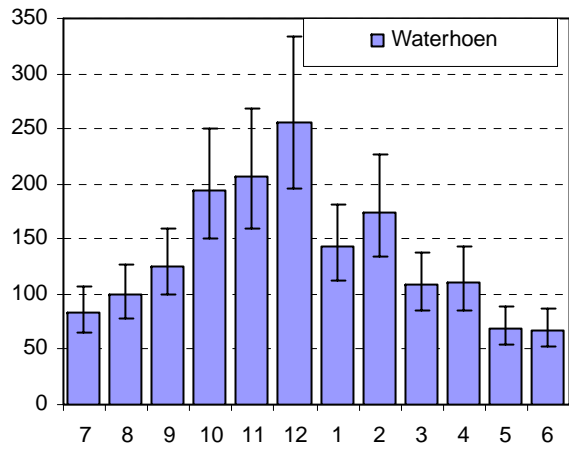
Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoenen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



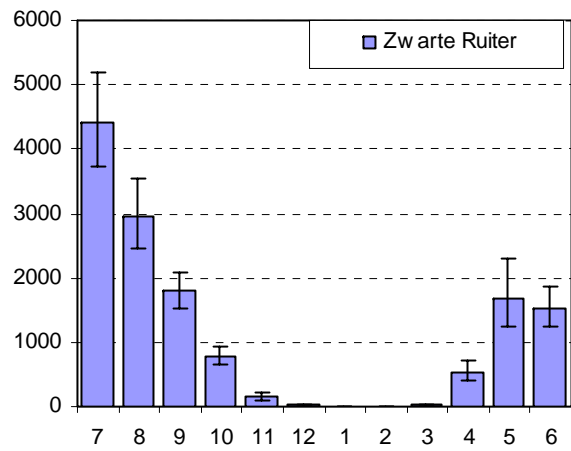
Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoenen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



Seizoenspatronen voor de gehele Waddenzee over de seizoen 1975/76 tot 2002/03. Y-as geometrisch gemiddelde incl. 95% betrouwbaarheidsinterval; X-as maandnummer (Data SOVON).



Bijlage 7 Historische Vogelaantallen Waddenzee

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Aalscholver	28	51	25	43	557	196	392	286	941	1279	1165	1482	1521	1681	1163	2390	2095	3865	2730	2168	2395	3228	2513	3576	3731	4191	4716	4494
Bergeend	23757	33975	28840	26351	25387	33820	26927	28518	31400	28502	30491	14164	43526	32962	32967	20231	27572	30376	30995	30311	23889	28217	28184	25190	30236	45685	32802	34401
Blauwe Reiger	126	110	143	136	198	180	225	209	165	205	182	181	198	245	320	332	456	316	255	212	175	116	120	146	255	241	249	162
Bontbekplevier	726	766	1009	1004	1390	1046	678	949	1138	1077	693	1029	805	549	802	557	1158	1287	1951	711	1311	1386	1306	926	1628	2111	1075	1766
Bonte Strandloper	169211	193431	169745	145008	121966	140883	114765	124833	110230	110252	99140	110829	128496	126164	156889	141839	169147	159438	171835	168734	167632	156130	186627	147816	190483	203860	224591	167385
Brilduiker	135	267	318	593	183	177	302	150	147	84	359	136	105	75	80	46	117	102	169	168	422	418	134	188	122	78	81	129
Dodaars	128	13	57	110	79	82	125	116	76	32	61	28	62	49	100	93	109	77	54	60	48	12	14	16	44	45	39	49
Drieteenstrandloper	2004	1837	3251	3993	4075	3557	2353	3123	3851	2157	2134	1732	2248	2175	2689	2698	3697	3235	3431	3161	4272	4118	3769	4336	5171	4478	4503	6353
Fuut	34	54	579	143	132	46	33	42	37	69	79	36	61	51	96	499	133	251	251	448	480	128	370	205	173	333	135	290
Georde Fuut	1	3	1	0	57	14	12	19	42	19	24	0	22	33	35	10	0	61	112	22	13	37	33	22	36	24	5	30
Goudplevier	10902	13830	6381	7921	7869	7762	13489	7031	8068	13507	7088	22391	12470	22364	10274	22806	10534	18598	13854	22691	7229	13427	21465	12860	19190	19394	23432	14985
Groenpootruiter	1328	1429	1788	1274	1545	1410	1047	1159	1150	1145	954	1789	1152	1153	1084	1280	2009	1581	2999	1484	2233	1980	2614	1206	1535	1955	2362	1901
Grote Mantelmeeuw	3041	3308	5076	3335	3198	4431	3366	3318	3650	3910	3242	2283	4656	3031	3339	3324	3325	4590	4662	3054	5392	4862	5666	5952	3625	3179	2756	4347
Grote Zaagbek	88	236	137	475	124	524	2650	34	20	562	227	137	35	71	12	461	59	152	136	181	260	109	68	48	79	37	17	180
Grutto	585	204	386	316	872	668	502	467	1274	708	722	644	533	448	781	1263	736	839	772	1252	846	1416	704	966	1556	843	561	1827
Kanoet	36633	29722	40454	35109	34196	62571	34185	41330	49921	47825	31325	37236	28346	71486	42885	47531	76315	102837	103513	83343	47669	67106	61384	69606	59050	52399	33740	28744
Kievit	2814	984	1745	3164	6410	5094	6146	5011	3362	8844	4221	6429	5455	7691	4617	5206	8960	13096	5548	11128	3918	5792	8913	7818	6645	19713	12297	7187
Kluut	6162	4893	5609	6080	5658	6860	6659	7449	6669	9643	6363	8770	7323	7164	8995	10539	7455	8129	6631	8604	6915	6302	6391	5649	6354	7832	6473	6206
Kokmeeuw	22435	39684	38684	39492	52475	42489	52309	42788	52791	55829	43158	53666	66317	60298	81156	57403	58938	55052	53704	71293	50561	72294	58738	37726	100318	77706	59434	62695
Krakeend	406	34	41	9	204	161	92	83	84	492	204	58	52	73	86	150	76	76	115	283	164	111	137	131	198	326	435	245
Kuifeend	468	1548	1951	1525	1872	562	307	527	204	227	361	284	309	573	308	5237	1398	211	496	404	1396	379	386	321	637	476	714	547
Meerkoet	2080	1535	1131	1763	1336	2041	1812	1082	2094	1489	1028	751	1124	1238	1403	1800	1904	2406	3330	2623	1951	1106	1498	1742	2382	2432	2517	2341
Middelste Zaagbek	253	1556	125	861	158	185	758	492	50	252	69	150	73	48	59	572	98	197	206	378	181	140	283	186	199	132	101	117
Nonnetje	29	5	9	83	32	12	59	0	5	54	21	13	6	3	1	26	20	19	40	15	18	49	6	9	4	3	4	8
Overloper	36	45	144	117	199	81	86	72	89	97	130	67	76	70	93	61	89	115	108	90	116	105	127	67	93	97	72	85
Pijlstaart	2518	3712	6380	2811	3294	4427	3385	3338	3508	5103	3484	869	3620	3172	3257	4563	5350	2782	4211	3633	2462	2567	2368	2807	3033	6758	8755	4987
Rosse Grutto	35331	38411	40729	31015	28831	40518	28430	36167	37065	29293	35040	31129	32149	27156	28572	31097	34422	36402	33154	40135	37831	43843	47135	45205	43068	49998	53971	59603
Scholekster	130221	130091	168353	171794	160262	177541	169096	181150	198995	190335	189847	165817	197845	209545	194257	175753	179952	168952	164588	168485	160635	121422	131742	125506	134204	123161	129648	124176
Slobeend	567	305	424	220	697	523	372	351	474	328	521	418	623	751	940	1317	1137	692	975	918	522	676	465	749	921	1587	942	617
Smient	41193	50526	46831	31669	25164	29760	30010	32045	22156	37519	21926	18914	28919	38410	32576	56781	42757	49233	54569	44300	50123	32356	34333	29142	30934	45281	34574	30206
Steenloper	3478	5216	5221	3912	3387	3045	3190	4283	3650	3799	2470	3496	2238	2628	3258	3611	3140	4138	3931	3653	1959	1307	1766	1748	1848	2270	2809	2342
Stormmeeuw	18667	12465	15878	30445	29185	19843	20056	17111	35397	25054	25620	15645	25109	24574	20311	20981	38700	38036	40786	40886	53749	39641	28756	36338	54296	42074	36749	43756
Strandplevier	226	177	105	35	90	77	40	135	44	80	9	30	22	32	11	16	7	16	7	11	15	16	14	10	11	5	11	11
Tafeleend	75	37	61	214	66	123	86	46	58	41	57	20	117	63	48	75	24	22	59	158	83	67	116	81	97	154	142	185
Topper	4023	24923	24628	7350	1425	1918	12186	133	2719	16544	4844	3120	443	15598	9007	15529	3654	2823	4457	2691	17919	6747	2028	2351	1332	638	2524	10082
Tureluur	17804	17216	19458	18348	15561	16334	13874	18299	13790	13929	11250	11389	10861	12865	16042	11815	21981	17547	16915	17898	17556	13379	11376	12189	14692	15855	16657	16699
Waterhoen	482	190	436	245	52	79	109	130	157	113	75	117	96	156	194	310	426	350	244	139	131	76	51	67	91	80	111	75
Wilde Eend	12825	21035	20686	18123	18959	19346	18357	18432	19561	19164	20877	13859	25097	24296	21625	16508	18534	17255	25930	26365	19637	16434	16814	26905	24885	30668	33231	20868
Wintertaling	7179	5967	4873	4710	8259	4744	6796	8120	4401	3669	3013	3730	5362	6393	6425	4637	3796	2724	3097	3929	2556	3855	2562	2697	4912	5281	7408	5520
Wulp	67300	56604	61253	49416	68157	50388	65449	54050	67056	59042	67945	42802	68311	72121	75019	71144	102549	82975	86240	104078	80912	75115	79218	74060	98667	95524	102078	89026
Zilvermeeuw	65059	41045	66619	66575	65998	56016	45484	50119	68079	61395	86519	38862	78449	81033	51640	40708	55465	62483	73573	69115	65672	63120	66538	60789	43287	44421	49131	47745
Zilverplevier	7327	9992	10612	10624	12862	13802	8786	13388	15380	14842	15582	10237	10575	10883	21782	13260	24562	24281	26340	20752	20645	18938	18769	16186	19443	22665	19335	24201
Zwarte Ruiter	592	620	967	551	1037	1286	1742	1323	1303	972	405	1369	2488	1372	1545	1261	1557	1678	1477	2106	1807	1691	1284	1442	1343	1058	1322	1480

Gemiddelde aantallen per maand. Seizoenen lopen van juli tot juni; bv. 1976 is het seizoen 75/76 lopend van juli 1975 tot juni 1976.