

Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009

K.S. Dijkema, W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma

werkdocumenten



wot
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR
For quality of life

**Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken:
1960-2009**

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

Het onderzoek is uitgevoerd volgens het Kwaliteitsmanagementsysteem van IMARES Wageningen UR. IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009

K.S. Dijkema

W.E. van Duin

E.M. Dijkman

A. Nicolai

H. Jongerius

H. Keegstra

L. van Egmond

H.J. Venema

J.J. Jongsma

Werkdocument 229

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, mei 2011

Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema en J.J. Jongsma (2011). *50 jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 229. 96 blz.; 20 fig.; 8 tab.; 61 ref.; 9 bijl.

Dit werkdocument is ook verschenen als Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken, augustus 2009 – juli 2010, en vastgesteld door de Stuurgroep op 29-11-2010 (rapport in voorbereiding).

Titel: 50 jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009

Auteurs: Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK), bestaande uit K.S. Dijkema, W.E. van Duin, E.M. Dijkman (IMARES, Wageningen UR), A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema (Rijkswaterstaat, Dienst Noord-Nederland en Waterdistrict Waddenzee) en J.J. Jongsma (It Fryske Gea).

Uitgave: IMARES Wageningen UR en Rijkswaterstaat.

Auteurs

K.S. Dijkema, W.E. van Duin, E.M. Dijkman (IMARES, Wageningen UR)

A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema (Rijkswaterstaat, Dienst Noord-Nederland en Waterdistrict Waddenzee)

J.J. Jongsma (It Fryske Gea)

Foto omslag: Willem van Duin, IMARES

©2011 **IMARES Wageningen UR**

Postbus 167, 1790 AD Den Burg

Tel.: (0317) 480 900; Fax: (0317) 48 73 62; e-mail: imares@wur.nl

Rijkswaterstaat, Dienst Noord-Nederland en Waterdistrict Waddenzee

Postbus 2301, 8911 AV Leeuwarden

Tel.: (058) 234 43 44; Fax: (058) 234 41 23

It Fryske Gea

Postbus 3, 9244 ZN Beetsterzwaag

Tel.: (0512) 38 14 48; Fax: (0512) 38 29 73; e-mail: info@itfryskegea.nl

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit werkdocument is verkrijgbaar bij het secretariaat. **Het document is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 48 54 71; Fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. 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 de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Monitoring kwelderwerken en Natura 2000	9
1.2 Landaanwinningswerken	10
1.3 Delimitatiecontracten	11
1.4 Van landaanwinning naar kwelderwerken	11
2 Monitoring van de hoogteligging en het areaal kwelders en pionierzone	15
2.1 Methode: de meetvakken	15
2.2 Hoogte-ontwikkeling	18
2.3 Jaargemiddeld hoogwater	21
2.4 Kwelders en zeespiegelstijging	22
2.5 Kwelders en bodemdaling	23
2.6 Vegetatie in de pionierzone	25
2.7 Vegetatie in de kwelderzone	27
3 Beheer en onderhoud van de kwelderwerken	29
3.1 Toetsing aan de functie-eisen van RWS	29
3.2 Rijshoutdammen	30
3.3 Grondwerk	33
4 Monitoring van de biodiversiteit van de kweldervegetatie	37
4.1 Biodiversiteit en beweiding in de kwelderwerken	37
4.2 Vegetatiekaarten van alle Friese en Groninger vastelandkwelders	40
4.3 Vegetatie van alle Nederlandse kwelders en schorren	55
4.4 Maatregelen voor de biodiversiteit van kwelders	55
4.4.1 Cyclisch beheer van kwelderwerken door maaiveldveranderingen	55
4.4.2 Greppelonderhoud	57
4.4.3 Patroon beweiding	57
4.4.4 Intensiteit beweiding	58
5 Doelen en kaders voor kwelders	59
5.1 Europese betekenis van Nederlandse kwelders	59
5.2 Trilaterale Targets en Tmap-monitoring	59
5.3 PKB Waddenzee	60
5.4 Beheer- en Ontwikkelingsplan Waddengebied	62
5.5 Natura 2000	62
5.6 Europese Kader Richtlijn Water	64
5.7 KRW-opgave voor vastelandkwelders	67
6 Zeegras in en langs de kwelderwerken	69
Bijlage 1 VEGWAD-programma vegetatiekarteringen kwelders	81
Bijlage 2 25 meetvakken in Power Point (bestand WOK 1960-2009.ppt)	83
Bijlage 3 Kwelderareaal en pionierzones 1960-2009 in de kwelderwerken (op basis van extrapolatie van 25 meetvakken)	85
Bijlage 4 Bodemdaling meetvakken Groninger kwelderwerken en Dollard	87
Bijlage 5 Onderhoud rijshoutdammen	89
Bijlage 6 Recent greppelonderhoud in de Friese meetvakken	93

Samenvatting

In de Waddenzee liggen langs de noordkust van het vasteland van Groningen en Friesland 6000 ha voormalige landaanwinningswerken. Door middel van sturing van natuurlijke processen zijn daarin halfnatuurlijke kwelders gevormd. De kwelders zijn door middel van rijshoutdammen en begreppeling gevormd en de kweldervegetatie heeft zich natuurlijk gevestigd. De landaanwinningswerken zijn in 1991 omgedoopt tot 'kwelderwerken'. Zonder de vroegere 'werken' zouden de vastelandkwelders er nu niet zijn en zonder de huidige 'werken' aan rijshoutdammen zouden de kwelders verdwijnen. Vanaf 1960 is door het Rijkswaterstaat Waterdistrict Waddenzee en later IMARES Texel (verenigd in de Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken) 50 jaar lang eenzelfde monitoringsysteem toegepast. De 25 meetvakken geven een jaarlijkse feedback naar het kwelderbeheer volgens het 'hand aan de kraan' principe. De aanpassing van de kwelderwerken zijn vanaf 1982 bedacht en onverkort uitgevoerd door Rijkswaterstaat (RWS) in samenwerking met IMARES (Wageningen UR, voormalig RIN, IBN, Alterra op Texel) en met de stakeholders in de Stuurgroep Kwelderwerken (= RWS, Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers en Natuurbeschermingorganisaties).

De bezinkvelden waren zowel in Friesland als in Groningen tot 1990 over het algemeen 400 x 400 m. Door analyse van de monitoringserie 1960-2009 en op experimentele wijze is vastgesteld dat 200 x 200 m optimaal is voor de opslibbing in de pionierzone, vestiging van pioniervegetatie en bescherming van de aangrenzende kwelders tegen erosie. Vaak is de vakgrootte nu 200 x ca. 300 m en de begreppeling is in de periode 1997-2000 volledig gestopt. Die combinatie van aanpassingen werkt goed zolang de oost-west strijklengte 200 m is. De vakverkleining is budgetneutraal gerealiseerd door de bezinkvelden te beperken tot waar ze echt nodig zijn, dat is de pionierzone tussen GHW - 60 cm en GHW (Gemiddeld Hoogste Waterstand). De pionierzone grenst aan en beschermt de kwelders. De buitenste bezinkvelden (2000 ha wadzone) zijn na 1990 daarom beëindigd want die bleken geen functie voor de bescherming van de kwelders en de pionierzone te vervullen (wel een belangrijke groeiplaats van zeegras).

De aanpassingen van de kwelderwerken hebben geleid naar een omslag van erosie naar aanwas:

- De te onderhouden damlengte is verminderd van 240 km naar 140 km.
- Vrijwel alle resterende rijshoutdammen zijn gerenoveerd en met duurzamer hout gevuld. De hoogte is aangepast aan 50 jaar hoogwaterstijging en bodemdaling.
- Het onderhoud van de kunstmatige waterlopen is vrijwel beëindigd.
- De achteruitgang van de Friese en Groninger kwelders uit de periode 1970-1980 is na vakverkleining gestopt, het kwelderareaal in de Friese kwelderwerken is daarna zelfs verdubbeld.
- Alle pionierzones groeien waar verbeteringen aan de dammen zijn voltooid.
- De beste resultaten voor herstel van opslibbing, pionierzones en kwelders zijn geboekt in Groningen-oost na damvernieuwing uit het bodemdalingfonds van de Nederlandse Aardolie Maatschappij (NAM).

De biodiversiteit van de kweldervegetatie is jaarlijks gemeten in de meetvakken. Vanaf 1980-1990 tot nu worden de gevolgen van opslibbing en afname van beweiding zichtbaar: eerst een toename van het aantal kwelderplanten, waaronder meestal prominent bloeiende Zeeaster, daarna een toenemende dominantie van een climax-vegetatie met Zeekweek met een lage biodiversiteit. De successie/ veroudering naar Zeekweek en de afname van de biodiversiteit van de afgelopen 20 jaar zijn een natuurlijk gevolg van opslibbing in combinatie met de afnemende beweiding. In de

periode 2000-2004 worden de Groninger kwelderwerken voor 65% gedomineerd door Zeekweek (% kwelderareaal op basis van meetvakken, zonder boerenkwelders). In de Friese kwelderwerken zijn de kwelders in de periode 2000-2004 met 25% van de meetvakken veel minder verouderd (% kwelderareaal op basis van meetvakken, zonder boerenkwelders en zomerpolders). In 2009 is de climax Zeekweek in de Friese meetvakken verdubbeld tot 50%. In de Groninger meetvakken is Zeekweek in 2009 gestabiliseerd door iets meer beweiding, maar is met 65% nog steeds het hoogst. In twee Groninger transecten is de climax met Zeekweek door beweiding een stap in de succesie teruggezet.

De biodiversiteit van de kweldervegetatie is zesjaarlijks gemeten met vlakdekkende vegetatiekaarten, inclusief de boerenkwelders en soms zomerpolders. Daarom leveren de vegetatiekaarten een lager percentage climax Zeekweek op dan de meetvakken, maar de trends zijn grotendeels als hierboven. In Friesland langs Het Bildt en het Noorderleegh is de kwelderzone met pionierplanten (vooral Schorrekruid) fors uitgebreid van in totaal 50 ha naar 334 ha, zowel in de kwelderwerken als in de verkwelderde zomerpolder. Het patroon van de verandering omvat de gehele subvakken (Figuur 1.1), wat duidt op vernatting door een dichtgeslibd ontwateringsstelsel in combinatie met vertrapping door beweiding met paarden. In de Groninger kwelderwerken langs de Negenboerenpolder is ca. 20 ha lage kwelderzone veranderd naar pionierzone. Het patroon van de verandering ligt op het midden van de pandjes, wat duidt op vernatting door alleen de dichtgeslibde greppels. Opvallend zijn verder de enorme toename van de pionierzones op het wad voor de Peazemerlannen na 1992 en het stabiele kwelderareaal in de Dollard vanaf 1999.

Alle kennis en maatregelen zijn opgeschreven in rapporten en wetenschappelijke publicaties van RWS en IMARES vanaf 1986, en in een boek over de kwelderwerken in 2001. Dit WOt-werkdocument is een update van het kwelderboek uit 2001 en gaat ook over de bescherming door de kwelderwerken tegen de Allerheiligenvloed van 2006, over de Kaderrichtlijn Water en over de Sylt Conferentie van 2010. In 2007 verscheen in de WOT IN serie al een deel over Monitoring van kwelders in de Waddenzee, met beheermaatregelen voor alle kwelders (www.waddenzee.nl/Kwelders.1982.0.html). In de publicaties is ook aandacht voor beweiding, vegetatiekaarten, veroudering van de vegetatie, zeegras, grondwerk, ontwatering, en duurzaamheid van de rijshoutdammen. Jaarlijks zijn het nieuwste WOK-monitoringsrapport en de meetgegevens te downloaden van www.waddenzee.nl/Monitoring_kwelderwerken.1191.0.html.

AANDACHTPUNTEN 2010-2011

1. De WOK-monitoring (jaarlijks 25 meetvakken en 6-jaarlijks vegetatiekaarten) levert al meer dan 50 jaar de kennisbasis van hoogteligging, opslibbing, vegetatie, biodiversiteit, beheer (lokaal en Trilateraal) en Natura 2000 Habitats in de kwelderwerken.
2. De WOK-monitoring is een instrument voor de aansturing van het beheer van de kwelderwerken. Effecten van natuurlijke factoren, rijshoutdammen, ontwatering en beweiding worden gemeten en teruggekoppeld naar de beheerders.
3. De Stuurgroep adviseert om de vegetatie in de meetvakken weer jaarlijks op te nemen. Beperken tot de halve breedte per meetvak, aansluitend op de westelijke Groninger meetvakken (NAM) en de pionierzone (RWS). De transecten worden in de boerenkwelders doorgetrokken door Kwelderherstel Groningen (paragraaf 2.1).
4. De Stuurgroep adviseert om een volgend bestek te baseren op de bewezen uitgangspunten voor het systeem van rijshoutdammen (paragraaf 3.2).
5. Het Waddenfonds laat meerdere herstelplannen voor vastelandkwelders uitvoeren: in Groningen grootschalig herstel van beweiding; in Friesland aanleg van zoetwaterlozing Hallumerryt, verkwelderden van zomerpolder Bildtpollen en experimentele beweiding van kwelders; in Noord-Holland herstel van eroderende schorren Balgzand.

1 Inleiding

1.1 Monitoring kwelderwerken en Natura 2000

In de Waddenzee liggen langs de noordkust van het vasteland van Groningen en Friesland 6000 ha voormalige landaanwinningswerken. Door middel van begreppeling en rijshoutdammen zijn de natuurlijke processen gestuurd en heeft zich spontaan een kweldervegetatie gevestigd. Uit de praktijk van het natuurbeheer is gebleken dat een dergelijk half-natuurlijk landschap het beste in stand wordt gehouden door een beheer dat aansluit bij de traditionele methode waardoor het is ontstaan (Westhoff, 1949, 1971). Zonder de vroegere "werken" zouden de vastelandkwelders er nu niet zijn en zonder 'werken' nu zouden deze kwelders weer verdwijnen.

Het beheer en de monitoring van de kwelderwerken hebben daarom jarenlang in het teken van het kwelderareaal gestaan (hoofdstuk 2). De Friese vastelandskwelders zijn verdubbeld en het areaal van de Noord-Groninger kwelderzone is nu stabiel. De opslibbing op de vastelandkwelders is van nature hoog. De aangrenzende pionierzone op de overgang naar de wadplaten beschermt de kwelderzone. De opslibbing in de pionierzone is wisselend en afhankelijk van rijshoutdammen (paragraaf 3.2). Hoewel de Friese pioniervegetatie robuuster is dan de Noord-Groninger pionierzone zijn de éénjarige Zeekraalbegroeiingen in beide provincies hersteld.

Voor éénjarige pioniervegetaties is het doel van Natura 2000 "Behoud oppervlakte en kwaliteit". De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor Zeekraal. Aan de vastelandskust is het areaal van Zeekraal hoog als gevolg van kwelderwerken. Landelijk gezien wordt de Staat van Instandhouding van zilte pionierbegroeiingen met Zeekraal als "Matig ongunstig" beoordeeld. Dit komt met name door de achteruitgang in het Deltagebied (paragraaf 5.5).

De biodiversiteit van de vegetatie is nu belangrijker bij de monitoring (hoofdstuk 4). Door opslibbing worden de kwelders hoger, waarbij de vegetatie door successie mee verandert. Reeds vanaf de lage zone kan de vegetatie zich ontwikkelen tot een climax (tijdelijk Zoutmelde, blijvend Zeekweek). In de eindfase gaan climaxvegetaties de kwelder domineren en die leiden tot veroudering met een vegetatie van Zeekweek. Begreppeling versnelt de veroudering van de kwelderzones (paragraaf 3.3). Beweiding stelt de ontwikkeling van een climaxvegetatie uit (hoofdstuk 4).

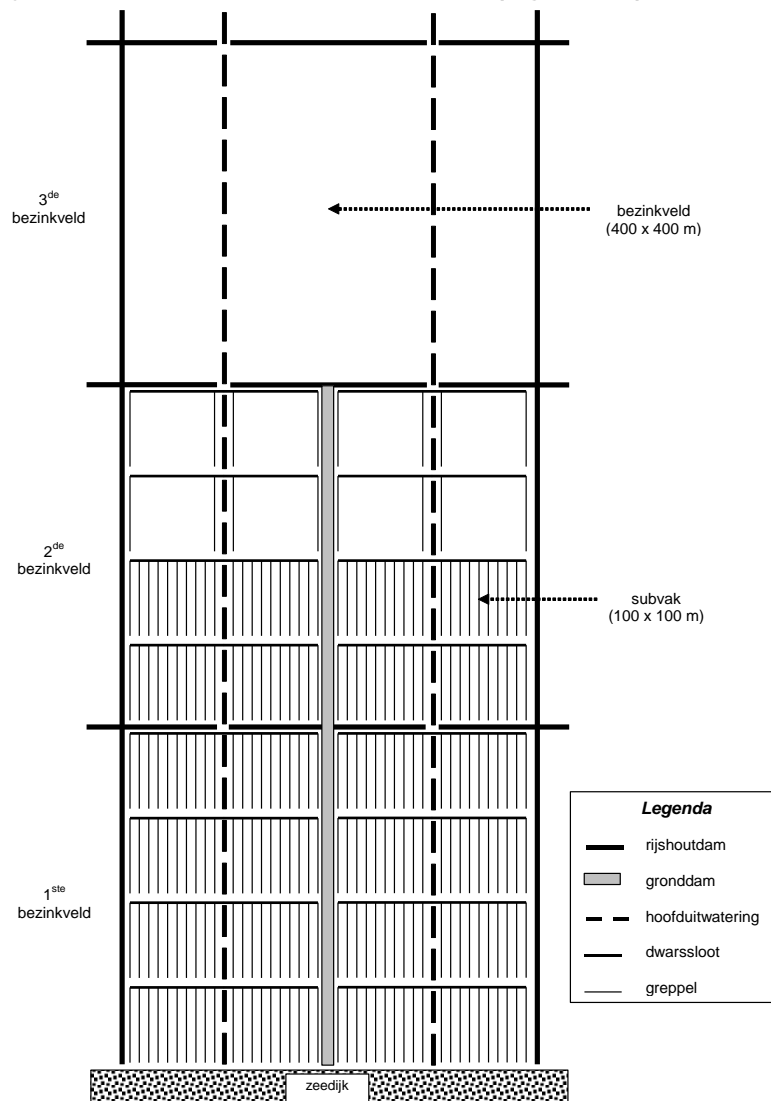
Voor kwelders staat zowel in de Planologische Kernbeslissing Waddenzee (PKB, 2007; paragraaf 5.3) als in het Trilaterale Wadden Sea Plan (Sylt, 2010; paragraaf 5.2) vergroting van het areaal meer natuurlijker kwelders voorop. Het doel van Natura 2000 is "Behoud van de oppervlakte en de verbetering van de kwaliteit". De Staat van Instandhouding van kwelders in de Waddenzee wordt als "Matig ongunstig" beoordeeld. De kwaliteit kan worden verbeterd door de variatie aan hoogtezones, geomorfologische vormen (groene stranden, sluffers, zandige kwelders, kleiige kwelders) en beheervormen (beweide en onbeweide kwelders) te behouden of te herstellen (paragraaf 5.5).

Zeegras is in de Nederlandse Waddenzee vrijwel verdwenen. Voor de aanleg van de landaanwinningswerken in 1935 groeide ter plaatse zeegras. Na het stoppen van het grondwerk in de buitenste bezinkvelden in ca. 1968 is het zeegras daar vanaf 1973 teruggekeerd. Daarna zijn beide soorten Zeegras in de buitenste bezinkvelden en langs de Groninger kwelderwerken toegenomen, gedurende decennia damonderhoud. Na het verlaten van de buitenste rijshoutdammen rond 1990 is zeegras door tijdelijke erosie afgenomen en daarna weer teruggekeerd (www.zeegras.nl; hoofdstuk 6).

1.2 Landaanwinningswerken

In Noord-Nederland zijn de kustboeren vanaf de 17^e eeuw begonnen de kwelderaanwas te stimuleren door greppels te graven. Daardoor ontstonden buitendijkse gronden met een kunstmatig afwateringsysteem in plaats van een grillig natuurlijk kreekstelsel. Met deze vorm van landaanwinning, de 'boerenmethode' genoemd, werden tot omstreeks 1925 nog behoorlijke resultaten bereikt. Als gevolg van juridische geschillen over het eigendom van de aanwassen en van economische omstandigheden werd door de oevereigenaren steeds minder aan de stimulering van de kwelderaanwas gedaan waardoor de vorming van nieuwe kwelders steeds slechter verliep. In plaats van aanwas kwam zelfs afslag van kwelders voor, wat ten slotte gevaar begon op te leveren voor de zeedijken die toen nog volledig groen waren.

Omdat de boerenmethode van landaanwinning onvoldoende resultaten opleverde, werd door het Rijk een Duits systeem in aangepaste vorm ingevoerd. Het nieuwe element bij deze zogenaamde Sleeswijk-Holstein-methode is het gebruik van bezinkvelden omgeven door rijshoutdammen van lichte constructie (Figuur 1.1).



Figuur 1.1. Indeling van één reeks bezinkvelden van de zeedijk naar het wad (Kamps, 1956; Dijkema et al., 2001). De huidige kwelderwerken bestaan uit ruim 100 soortgelijke eenheden.

Door het stelsel van dammen en watergangen zijn de omstandigheden voor de sedimentatie en de vestiging van kwelderplanten gunstig. In de bezinkvelden is minder golfslag en kan nauwelijks stroming evenwijdig aan de kust optreden. De greppels werden na opvulling weer zo snel mogelijk opgeschoond (in de praktijk 1 x per jaar). Het doel was niet zozeer het streven naar een kwelder, maar naar opslibbing van een laag slib die later na indijking voldoende dik en geschikt zou zijn voor landbouwkundig gebruik.

1.3 Delimitatiecontracten

Voordat het Rijk begon met de landaanwinningswerken langs de Groninger noordkust lag er een geschil over het eigendom van de kwelders en aanwassen tussen het Rijk en de oevereigenaren. Dit geschil was een gevolg van de bezetting door Napoleon en de blijvende invoering van Franse wetgeving in 1811. Pas na 1932 was de Staat der Nederlanden bereid het geschil op te lossen door een 'Acte van Dading' aan te gaan met alle individuele oevereigenaren in Groningen en sommige in Friesland. Dit zijn de zgn. 'delimitatiecontracten', de oorsprong van de huidige kwelderwerken, nog steeds van kracht. Inpoldering was in de jaren dertig van de vorige eeuw vanzelfsprekend en is in de delimitatiecontracten niet geregeld. Enkele bepalingen zijn (Dijkema, 2001):

- Het gebied waarin de oevereigenaren het recht van eigendom op de aanwas behouden, wordt begrensd door de delimitatielijns op 300 meter zeewaarts van de toen bestaande groene kwelder (= 'Afgespaalde kweldergrens').
- De Staat verplicht zich in deze strook (= 'Delimitatiestrook') naar eigen oordeel landaanwinningswerken aan te leggen en te onderhouden totdat deze strook beweidbare kwelder is geworden.
- Daarna kan de delimitatiestrook worden overgedragen aan de oevereigenaar, na betaling van een deel van de geschatte waarde.
- De oevereigenaren hebben het recht van voorkoop op de strook 500 meter zeewaarts van de eigendomsgrens, indien deze strook beweikbaar is geworden; of indien de Staat de landaanwinning daar 8 jaar heeft stopgezet.

1.4 Van landaanwinning naar kwelderwerken

Het beheer van de kwelderwerken is de afgelopen drie decennia aangepast aan de nieuwe natuurdoelstelling (Dijkema *et al.*, 2001). Basis waren analyses van kennis en praktijkervaring: 50 jaar WOK-monitoring en 20 jaar beheerexperimenten van het RWS Waterdistrict Waddenzee en IMARES Texel gezamenlijk. Alle stappen zijn zorgvuldig afgewogen in de Stuurgroep Kwelderwerken met de belanghebbenden, waaronder de Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers en enkele natuurorganisaties. Het veranderingsproces heeft geleid tot een natuurlijker kwelderbeheer. In de periode 1989-1998 is het systeem van rijshoutdammen aangepast en gerenoveerd. Door toepassing van duurzaam vulhout van Fijnspar, Douglas en/of Sitkaspar konden het onderhoud en de kosten daarvan omlaag. Dankzij een betere lay-out en aanpassing van de hoogte aan de al opgetreden zeespiegelstijging en bodemdaling kon de lengte van het dammenbestand afnemen van 220 km naar 140 km. De zeevaartse (meestal 3^e) bezinkvelden zijn afgestoten, waardoor het ruimtebeslag op het wad met ca. 2.000 ha is verminderd. In de pionierzone (meestal 2^e bezinkvelden) zijn tussendammen gebouwd, waardoor de strijklengtes tussen de dammen zijn verminderd naar 200 m (door Arcadis 2006 de succesfactor genoemd). Zie voor de veranderingen aan het onderhoud van de kwelderwerken hoofdstuk 3.

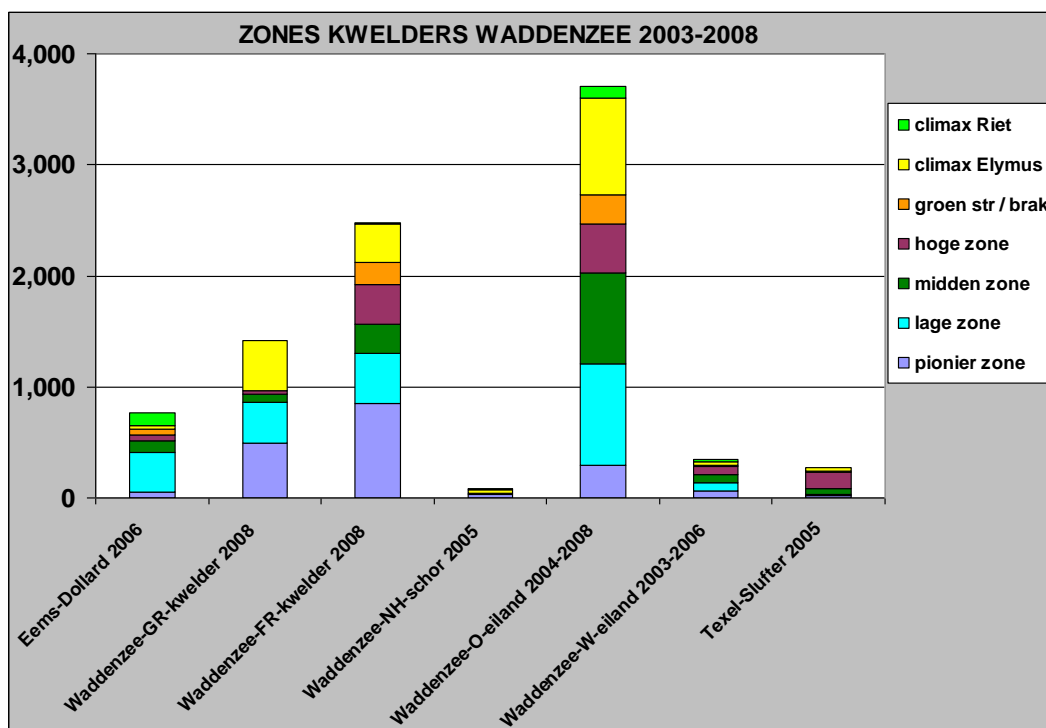
Zowel voor de bezinkvelden en de jonge kwelders aan de noordkust als voor de daarin uitgevoerde werkzaamheden werd de term 'landaanwinningswerken' gebruikt.

Aanvankelijk was deze term juist aangezien het uiteindelijke doel inpoldering van de aangewonnen kwelders en de slikvelden was. In de periode 1969-1980 is er echter een nieuw en driedelig doel voor de landaanwinningswerken gekomen:

1. Voldoen aan de verplichtingen in de contracten met de oevereigenaren (o.a. streven naar 300 m beweidbare kwelder in de zogenaamde delimitatiezone).
2. Kustbescherming, opgevat als handhaving van de status quo van het voorland voor de zeedijk (1969).
3. Bescherming en herstel van de natuurlijke waarden (1980).

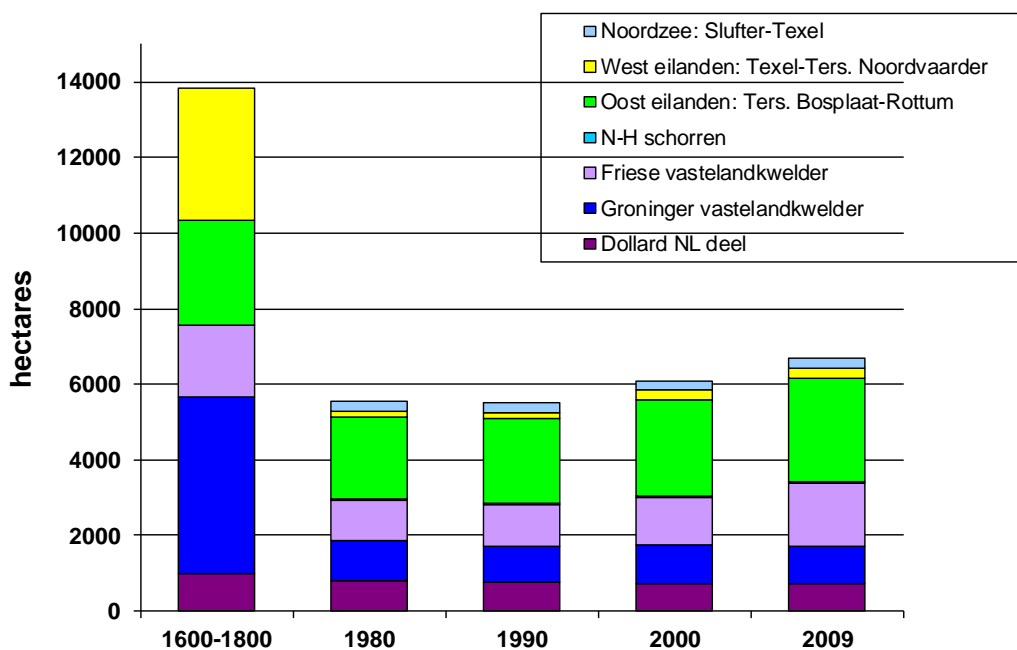
Om dit gewijzigde doel te verwoorden is naar een nieuwe naam gezocht (Dijkema *et al.*, 1991). Deze naam is gevonden op de tentoonstelling 'Landbouw De Marne 1939' die in 1991 werd gehouden op de boerderij Oud Bokum te Kloosterburen. Daar werd de term 'kwelderwerken' gebruikt die het driedelig doel uitstekend dekt. Voor het beheer van de kwelderwerken door Rijkswaterstaat wordt nu het volgende streefbeeld gehanteerd (Van Duin *et al.*, 2007a):

- Handhaving huidig areaal vastelandskwelders binnen de kwelderwerken: compensatie voor kwelders die door indijkingen in het verleden verloren zijn gegaan (Figuur 1.2 en 1.3).
- Natuurlijke ontwikkeling van de kwelders: het beheer van de kwelderwerken is op de langere termijn gericht op het zoveel mogelijk benaderen van een natuurlijke kwelderstructuur (paragraaf 5.2 en 5.3). Voorwaarden zijn behoud van de huidige oppervlakte en een zo gering mogelijk ruimtebeslag op het voorliggende wad.
- Verbeterde natuurlijke vegetatiestructuur, inclusief de pionierzone: het behoud en de ontwikkeling van een volledige successiereeks van pionierzone naar kwelderzones, met bijbehorende natuurlijke dynamiek (paragraaf 5.5).

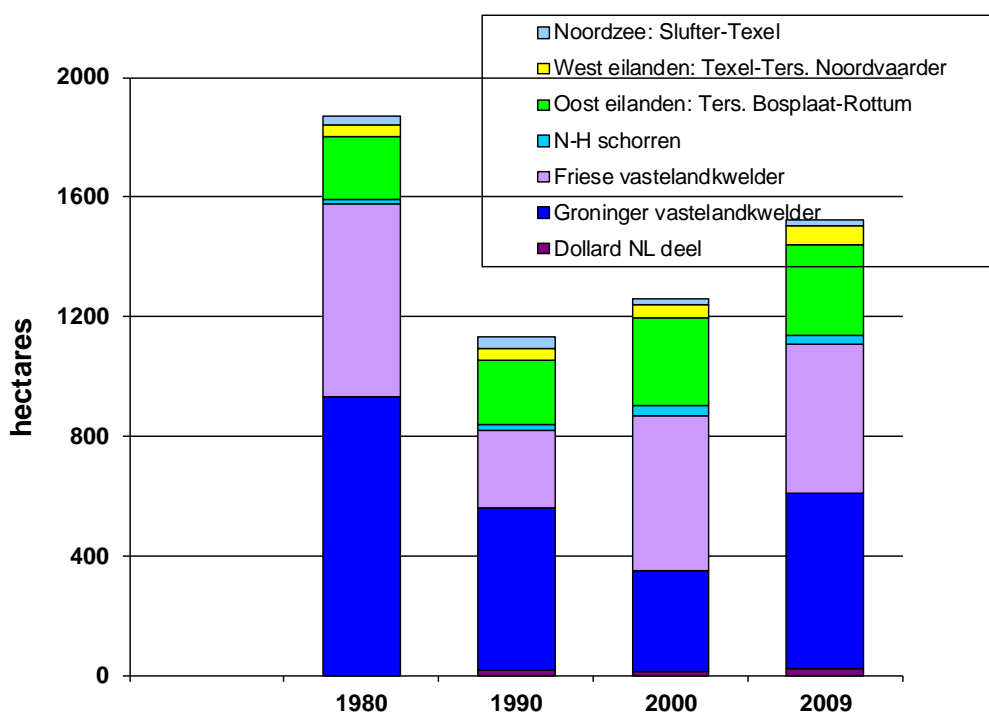


Figuur 1.2. Areaal pionierzone en kwelderzones in ha op basis van vegetatiekaarten RWS-DID 2003-2008 (methode KRW-classificatie in Dijkema *et al.*, 2005). Areaal vastelandskwelders = boerenkwelders + kwelderwerken (zonder zomerpolders). Pionierzones van luchtfoto's; Waddenzee bedekking > ca. 5%; pionierzones ZW Nederland bedekking > 0,1%. In oostelijke eilanden zit in 2006 een 700 ha groter gekarteerd polygoon voor de Boschplaat.

areaal kwelderzones Waddenzee



areaal pionierzones Waddenzee



Figuur 1.3. Arealen kwelderzones ("Atlantische schorren" = H1330) en pionierzones (H1310) in de Nederlandse Waddenzee. Bronnen 1600-1800 Dijkema, (1987), 1980-2009 vegetatiekaarten RWS-DID en WOK-meetvakken Friese en Groninger vasteland.

2 Monitoring van de hoogteligging en het areaal kwelders en pionierzone

2.1 Methode: de meetvakken

In de kwelderwerken ligt al 50 jaar een monitoringsysteem van 25 meetvakken (Figuur 2.1). Elk meetvak bestaat uit één reeks bezinkvelden vanaf het boereneigendom grenzend aan de zeedijk naar het wad. Een meetvak is ca. 50 ha en representatief voor een kustgedeelte van ca. twee kilometer. Vanaf ca. 1960 tot heden is door RWS Waterdistrict Waddenzee (hoogte-opnames en beheer) en IMARES Texel (vegetatie-opnames, dataverwerking en jaarrapportages in de WOK-Werkgroep Kwelderwerken) steeds hetzelfde monitoringsysteem toegepast:

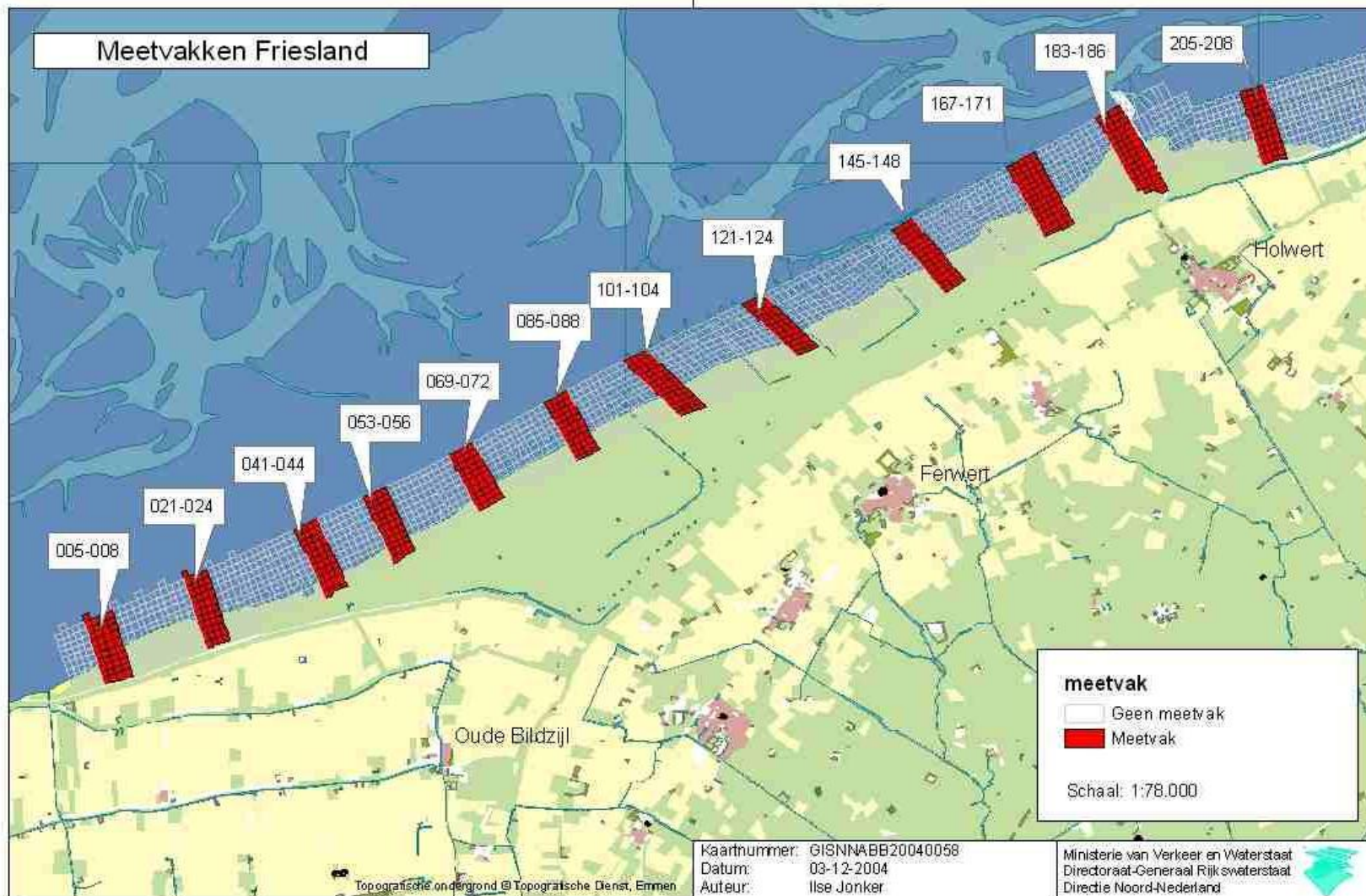
- *Vegetatietransecten*: Jaarlijks zijn per meetvak in alle pandjes van 1 ha in de periode 1960-2004 de bedekkingspercentages van de afzonderlijke zoutplanten opgenomen. Deze methode is vanaf 2005 beperkt tot een simpeler meting van de arealen pionieren kwelderzone, door IMARES Texel. De biodiversiteit en de successierichting van de kweldervegetatie worden vanaf 2008 in de westelijke Groninger meetvakken weer jaarlijks opgenomen voor NAM in twee van de vier transecten per meetvak. In 2009 heeft IMARES Texel de helft van de transecten in alle meetvakken opgenomen (om de biodiversiteit = Tabel 4.1 te updaten).
- *Hoogtetransecten*: Per vier jaar worden in de meetvakken vaste meetlijnen evenwijdig aan de kust gewaterpast. Vanaf 2004 is gewerkt met een minder arbeidsintensieve methode d.m.v. RTK-GPS die vergelijkbare resultaten oplevert.
- *Vegetatiekaarten*: zesjaarlijks door RWS-DID op basis van luchtfoto-interpretatie. Vlakdekkende controle van de meetvakkenmethode en vaststellen van de biodiversiteit van de vegetatie op het detailniveau van vegetatietypen. Vanaf 2001 wordt elk kaartvlak in het veld opgenomen, waardoor de methode sterk is verbeterd. Recentste vegetatiekaarten: 2003 en 2009 (programma VEGWAD, zie Bijlage 1; www.kwelders.nl).
- De *dataverwerking* is gericht op analyse van de ontwikkelingsstadia van de pionierzone en de kwelderzones. Voor het vaststellen van de vegetatie-typen in zowel de meetvakken als op de vegetatiekaarten zijn een computer-classificaties ontwikkeld die trilateraal worden gevolgd (SALT, 2008 en TMAP).

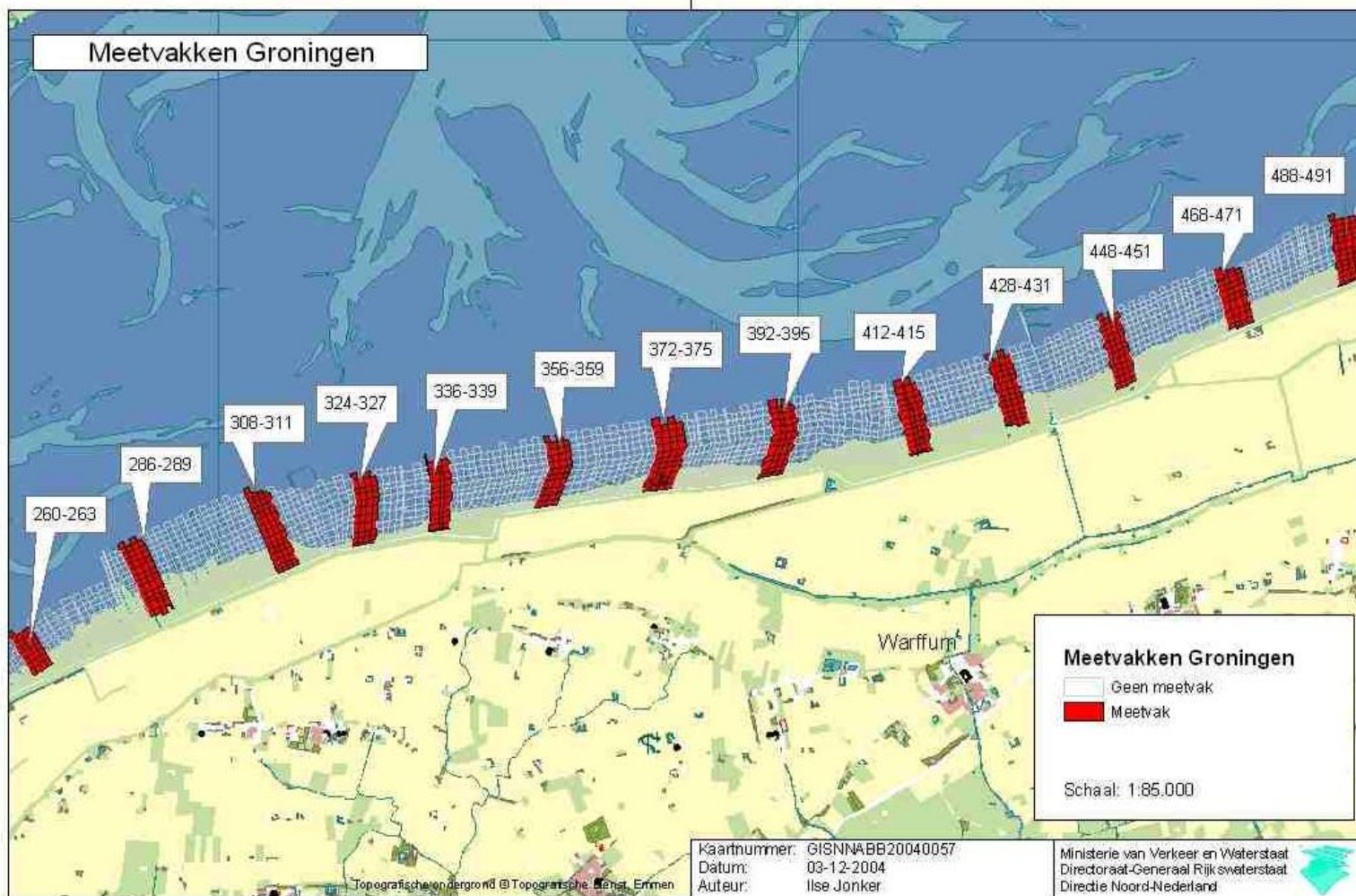
Een state-of-the-art monitoring van vegetatie en biodiversiteit, zoals de meting van de effecten van bodemdaling op Ameland (Marquenie, 2006), omvat:

- Frequente puntmetingen in transecten van de hoogte en de opslibbing.
- Frequente puntopnamen in transecten van de bedekking van plantensoorten.
- Vlakdekkende metingen met een lagere frequentie d.m.v. vegetatiekaarten.

De WOK-monitoring in de kwelderwerken meet de hoogteligging (a) en de omvang van de Natura 2000 Habitats (b en c). De biodiversiteit en de successierichting van de vegetatie in transecten (b) worden vanaf 2005 niet meer systematisch gemeten.

De Stuurgroep adviseert om de vegetatie in de meetvakken weer jaarlijks op te nemen, aansluitend op de huidige metingen in de westelijke Groninger meetvakken (NAM) en de pionierzone (RWS). De opnamen beperken tot de halve breedte per meetvak (= twee transecten). Kwelderherstel Groningen trekt deze transecten door in de boerenkwelders, voor zowel hoogte als vegetatie.





Figuur 2.1. Kwelderwerken in Friesland (Fr) en Groningen (Gr) met ligging van de meetvakken. Deelgebied Fr West = 005-056, Fr Midden = 069-186, Fr Oost = 205-208. Deelgebied Gr West = 260-327, Gr Midden = 337-395, Gr Oost = 412-491.

De meetvakken (WOK-databestand) van RWS Waterdistrict Waddenzee en IMARES Texel en de vegetatiekaarten van RWS-DID worden als volgt gebruikt:

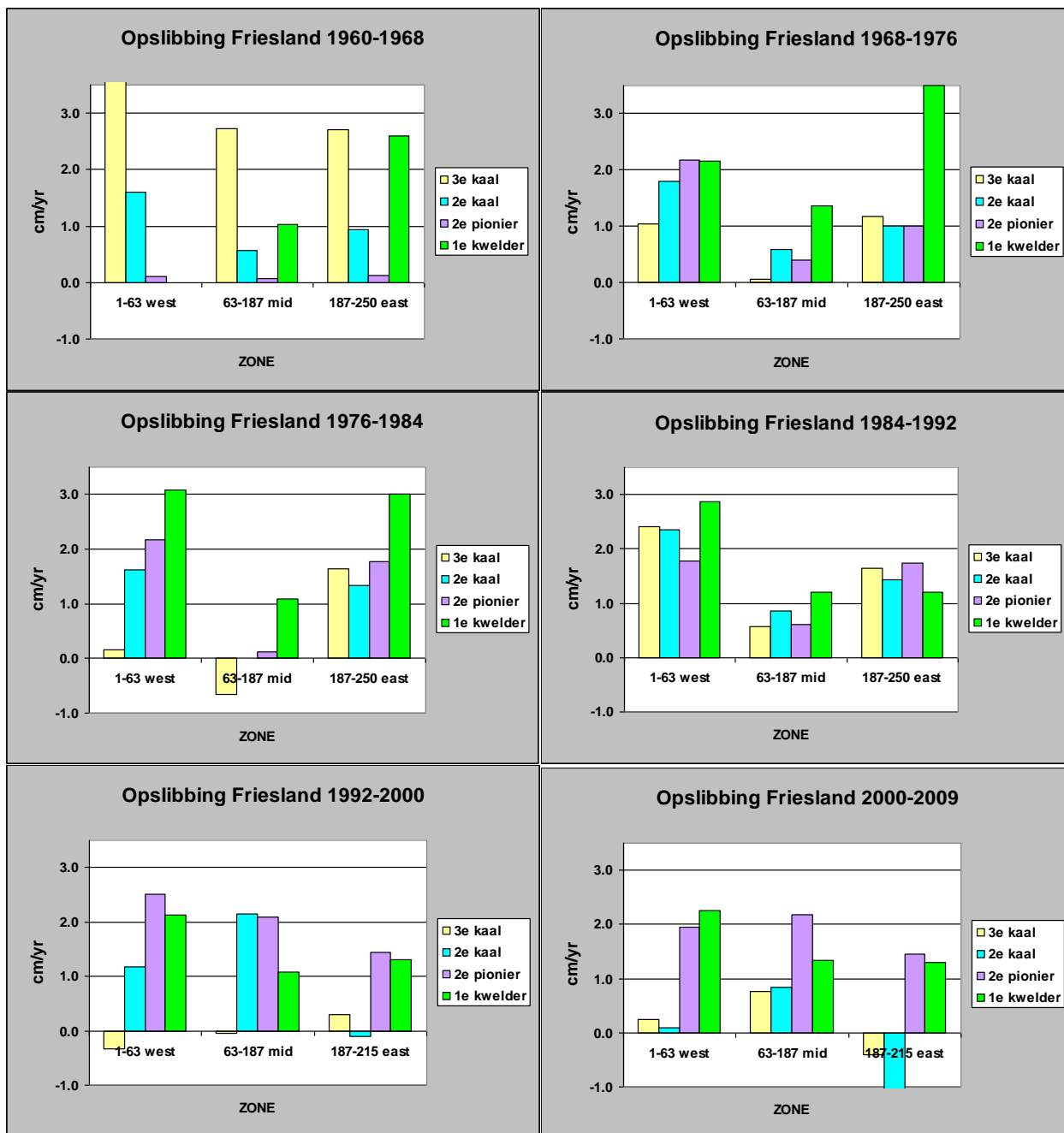
- Het rapporteren van de toestand van de kwelderwerken aan de beheerder Rijkswaterstaat en aan de gebruikersgroep Stuurgroep Kwelderwerken.
- Voor beheerondersteunend onderzoek voor de Waddenzee, o.a. trendanalyses van autonome ontwikkeling en over de effecten van bestaand beheer, van praktijkproeven, van nieuw beheer en over effecten van buitenaf (Dijkema *et al.*, 2007, 2009; Van Duin *et al.*, 2007a, b).
- Als basis voor de trilaterale (Deens-Duits-Nederlandse) Waddenzee-monitoring "Tmap" (Wadden Sea Quality Status Reports 1999, 2004, 2009 (Esselink *et al.*, 2010), voor de staat van instandhouding van de Natura 2000 Habitattypen en als referentie voor de Kaderrichtlijn Water (Dijkema *et al.*, 2005; www.waddenzee.nl).
- De WOK-kennisbasis heeft een rol gespeeld in de studie in opdracht van het kabinet naar de effecten van de bodemdaling door gaswinning uit het Groningen veld (= "Slochteren"; Hoeksema *et al.*, 2004), bij de proefverkweldering Noard-Fryslân Bûtendyks (Van Duin *et al.*, 2007) en bij Kwelderherstel Groningen dat in opdracht van het Waddenfonds wordt uitgevoerd.

2.2 Hoogte-ontwikkeling

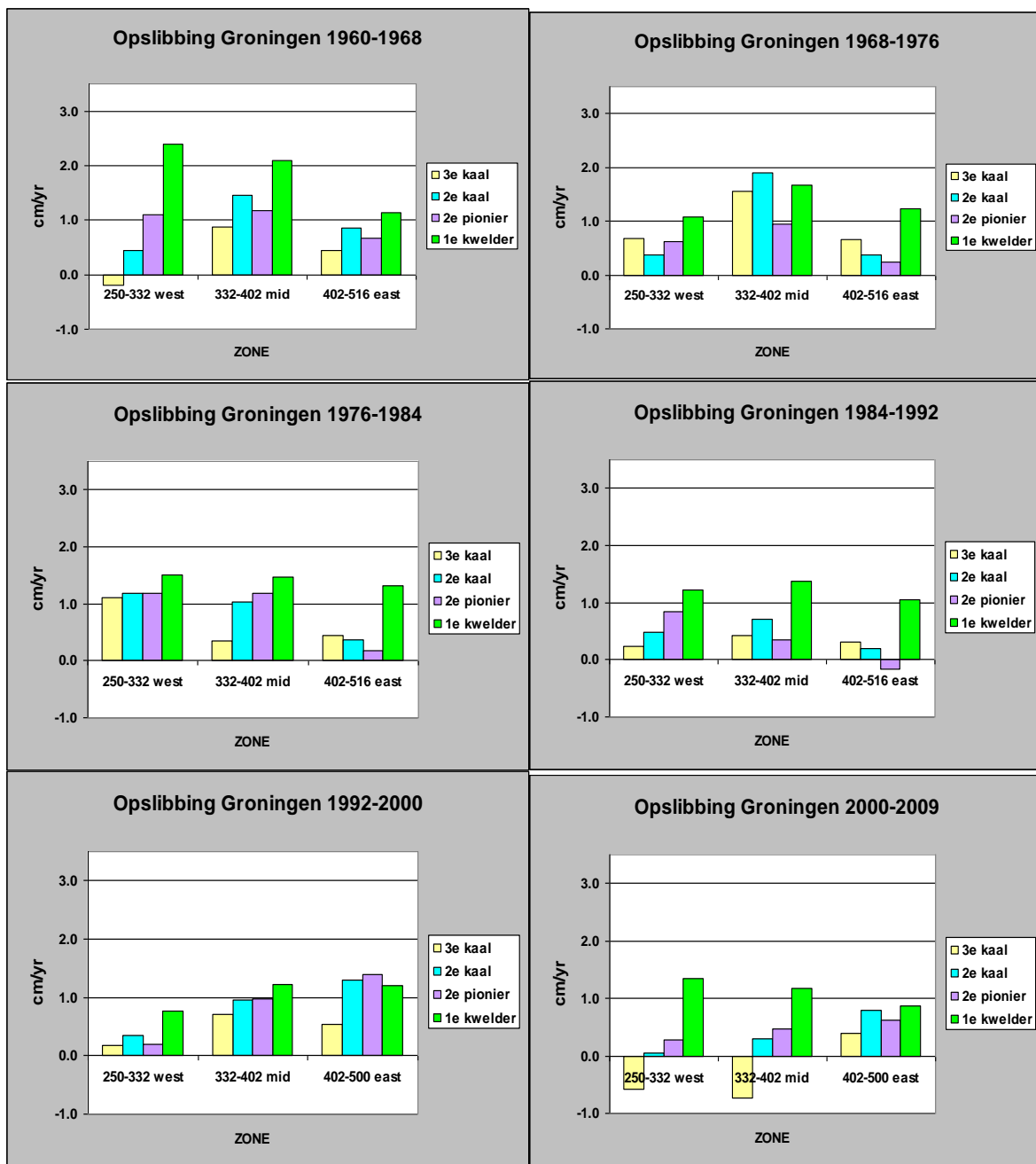
In 2009 zijn hoogtemetingen met RTK-GPS in de meetvakken 5, 69, 145, 324, 372 en 448 aan het WOK-databestand toegevoegd. Bijlage 2 geeft de netto opslibbing (referentie is de trendlijn van 2,4 mm GHW-stijging per jaar; zie paragraaf 2.3). Opvallend is de afname van de opslibbing in vak 5 (Het Bildt, damonderhoud gestopt) en de toename in vak 448 (Noordpolder, NAM dammen). Figuur 2.2 en 2.3 geven een overzicht van de bruto opslibbing (referentie NAP). De opslibbing in de kwelderzone is een natuurlijk proces. In de periode 1960-2000 overstroonden de steeds hogere kwelders minder, waardoor de opslibbing afnam. Na 2000 is de kwelderopslibbing door meer stormen gelijk gebleven. Uit eerder onderzoek in de Peazemerlannen (Van Duin *et al.*, 1997) blijkt dat stormen veel sediment brengen. Eén gemeten tij van 2,30 m + NAP bracht 125 maal de gemiddelde sediment-import van één tij. De rol van het herstel van mosselbanken (die maken slib bezinkbaar; Kamps, 1956) is niet duidelijk, wel is bekend dat ten tijde van het verdwijnen van mosselbanken rond 1980 de opslibbing daarna niet is afgenomen (Dijkema *et al.*, 1988).

De kwelderopslibbing is hoog: 1,8 resp. 1,2 cm bruto per jaar in de periode 1960-1995 voor Friesland resp. Groningen (Oost *et al.*, 1998) en 1,5 resp. 1,1 cm bruto per jaar nu (Tabel 2.1). Michaelis (2008) vond in niet begreppelde bezinkvelden in de periode 1960-1997 in 28 transecten aan de Wurster Küste een vergelijkbare opslibbing van 1,6 cm/j. De pionierzone kan niet zonder kunstmatige bescherming tegen golven en stroming. Alle meetvakken met vanaf 1989 vakverkleining en renovatie van de rijshoutdammen slibben op: vergelijk Friesland-midden voor en na 1984 (Figuur 2.2) en Groningen-oost voor en na 1992 (Figuur 2.3). Alleen in de pionierzone van Groningen-west hapert de opslibbing na 1984¹). In de verlaten buitenste bezinkvelden (= 2000 ha wadzone) is de opslibbing afgenomen en is nu in de helft van het gebied negatief. De opslibbing in deze buitenste bezinkvelden volgt de hoogteligging van de aangrenzende wadplaten (Dijkema *et al.*, 2001; Hoeksema *et al.*, 2004).

¹ Wat is de reden voor de lokale erosie in de westelijke en midden-Groninger kwelderwerken? Vanaf 1989 is gewerkt aan renovatie van de rijshoutdammen (vernieuwen en verhogen) en aan het plaatsen van tussendammen om de 200 m. Dat is alleen uitgevoerd waar het toen slecht ging met het kwelderareaal (Friesland-midden 65-187 en Groningen-oost 392-500). Al een vijftal jaren na stoppen van grondwerk trad op meerdere plaatsen waar eerder geen damrenovatie en tussendammen nodig waren aantasting van kwelders en pioniervegetatie op: 400 m vakken werken niet zonder grondwerk. Ook ging de aansluiting van de hoofddammen op de kwelder door erosie verloren; door "achterloopsheid" ontstaat dan extra erosie door stroming. Zie paragraaf 3.3 en bijlage 5 voor de herstelmaatregelen.



Figuur 2.2. Bruto gemiddelde opslibbing in de Friese kwelderwerken, per bezinkveld in de onbegroeide-, pionier- en kwelderzone. Berekend voor de meetvakken in de periode 1960-2009 met het programma TABOPSL van J.H. Bossinade, Marzan France. De opslibbing in de kwelderzone is een natuurlijk proces dat leidt tot steeds hogere kwelders. De opslibbing zou daarom moeten afnemen door minder overstromingen. Echter, dat is nog niet waarneembaar. De pionierzone is kunstmatig beschermd tegen golven en stroming; alle meetvakken waar vanaf 1989 vakverkleining en damrenovatie hebben plaatsgevonden laten opslibbing zien: vergelijk Friesland-midden voor en na 1984. Tijdens de aanleg van de buitenste bezinkvelden (= wadzone) in de periode 1960-1968 vindt een extreem hoge opslibbing plaats. Na het verlaten van de buitenste bezinkvelden rond 1990 is de opslibbing ter plaatse meestal fors afgenomen en is over de periode 1992-2009 soms negatief. De opslibbing in deze buitenste bezinkvelden volgt in het algemeen de hoogteligging van de aangrenzende wadplaten (Dijkema et al., 2001; Hoeksema et al., 2004).



Figuur 2.3. Bruto gemiddelde opslibbing in de Groninger kwelderwerken per bezinkveld in de onbegroeide-, pionier- en kwelderzone. Berekend voor de meetvakken in de periode 1960-2009 met het programma TABOPSL van J.H. Bossinade, Marzan France. De opslibbing in de kwelderzone is een natuurlijk proces dat leidt tot steeds hogere kwelders. De opslibbing zou daarom moeten afnemen door minder overstromingen. Echter, dat is nog niet waarneembaar. De pionierzone is kunstmatig beschermd tegen golven en stroming; alle meetvakken waar vanaf 1992 vakverkleining en damrenovatie hebben plaatsgevonden laten opslibbing zien: vergelijk Groningen-oost voor en na 1992 (in de periode 1994-1999 rijshoutdammen gerenoveerd en patroon verdicht, met geld van RWS en de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning). De opslibbing in de pionierzone van Groningen-west en -midden hapert na 1984. RWS heeft daarom vakverkleining en herstel van de aansluiting van dammen aan de kwelder uitgevoerd. In de verlaten buitenste bezinkvelden (= wadzone) is de opslibbing in Groningen-west en -midden afgenomen en is ter plaatse in de periode 2000-2009 negatief; in het bodemdalingsgebied Groningen-oost blijft de opslibbing in de verlaten vakken positief. De opslibbing in de buitenste bezinkvelden volgt in het algemeen de hoogteligging van de aangrenzende wadplaten (Dijkema et al., 2001; Hoeksema et al., 2004).

Samengevat blijkt uit de hoogtemetingen in de meetvakken:

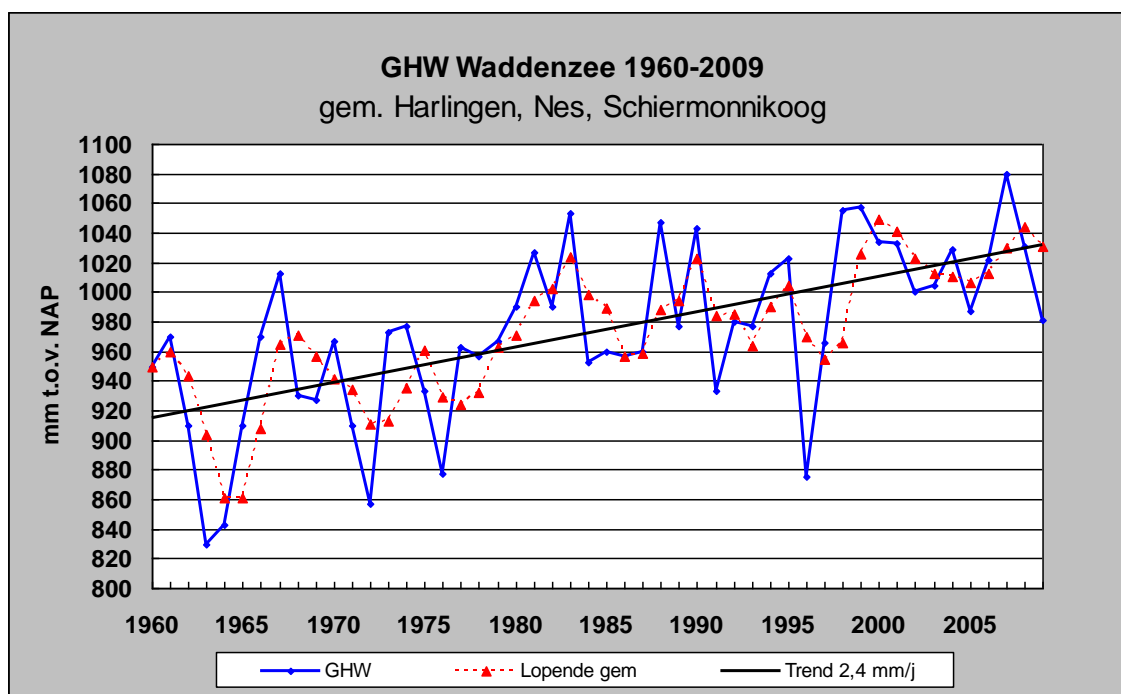
- In de gehele Friese kwelderwerken vindt decennia lang een buitengewoon hoge opslibbing plaats, die slechts hapert indien het damonderhoud niet voldoende is.
- De kwelderopslibbing is vrijwel onveranderd hoog: in Friesland 1,5 cm en in Groningen 1,1 cm bruto per jaar (Tabel 2.1).
- De eerdere problemen met erosie in de pionierzone zijn vrijwel opgelost door verkleining van de bezinkvelden en door renovatie van de rijshoutdammen¹⁾ (zie voetnoot op pag. 18).
- In de buitenste bezinkvelden is de opslibbing na het verlaten van de dammen afgenomen. De verwachting is dat er een nieuw evenwicht met de aangrenzende wadplaten zal ontstaan (Dijkema *et al.*, 2001; Hoeksema *et al.*, 2004).

Tabel 2.1. Verschil in bruto opslibbing in de Friese en Groninger meetvakken per zone. Berekend met het programma TABOPSL van J.H. Bossinade, Marzan France.

	3 ^e bezinkveld onbegroeid	2 ^e bezinkveld onbegroeid	2 ^e bezinkveld pionierzone	1 ^e bezinkveld kwelderzone
Friese meetvakken 1992-2009	0,2 cm/j	0,9 cm/j	2,1 cm/j	1,5 cm/j
Groninger meetvakken 1992-2009	0,2 cm/j	0,7 cm/j	0,7 cm/j	1,1 cm/j

2.3 Jaargemiddeld hoogwater

Het jaargemiddelde hoogwater van 2009 ligt met NAP + 98 cm onder de stijgende trendlijn. De jaargemiddelde GHW-lijn voor de Waddenzee wordt grotendeels bepaald door de windrichting, windkracht en barometerstand (Bossinade *et al.*, 1993). De getij-component met een periode van 18,6 jaar die wordt veroorzaakt door de variatie in de declinatie van de maan²⁾ speelt geen duidelijke rol in de door ons berekende jaarlijkse variatie van GHW.



Figuur 2.4. Jaargemiddelde hoogwaters voor de kwelderwerken van 1960-2009.

²⁾ De nodale maxima liggen na 1960, rond 1980 en voor 2000 en de minima voor 1970, voor 1990 en rond 2006 (Hisgen & Laane, 2004).

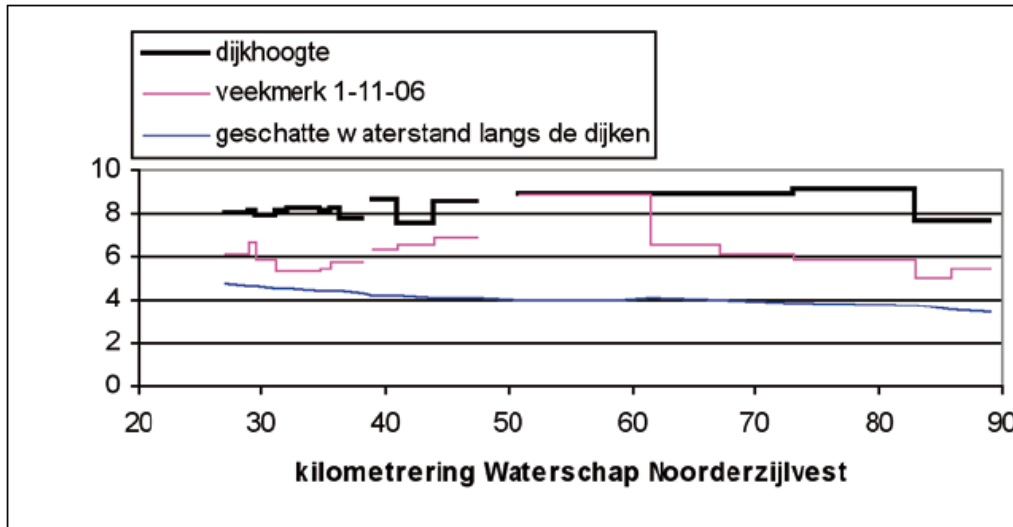
Veranderingen in de jaargemiddelde hoogwaters kunnen op korte termijn voor verschuivingen in het areaal van de kwelder (1976-1983) en jaarlijks van de pioniervegetatie zorgen (paragrafen 2.6 en 2.7). Het jaargemiddeld hoogwater was tussen 1976 en 1983 sterk stijgend en in de periode 1990-1997 weer dalend. De jaargemiddelde hoogwaters van 1998, 1999, 2000, 2001, 2004 en 2007 behoren tot de 9 hoogste van de afgelopen eeuw. De jaren 2002- 2009 zagen er voor de kwelder gunstig uit: maar één uitschieter boven de trend, in 2007, verder op of zelfs onder de GHW-trendlijn (Figuur 2.4). Opvallend is dat wat een nu laag hoogwater is, in de periode 1960-1980 slechts éénmaal als piek voorkwam (in 1967). In de lange monitoringperiode zien we een gemiddelde stijging van GHW van 2,4 mm per jaar, die iets hoger is dan de stijging van het gemiddeld zeeniveau (ca. 20 cm in de 20^e eeuw).

2.4 Kwelders en zeespiegelstijging

Kwelders zijn een natuurlijk voorland voor de zeedijken. Hoog voorland beperkt de golfhoogte en daardoor de golfloop tegen de zeedijk (Erchinger, 1974). In de Duitse en Deense Waddenzee worden kwelders daarom als onderdeel van de zeekering beschouwd (Anon, 2003; Hofstede, 2003). Het waterschap Noorderzijlvest heeft na de storm van 1 november 2006 de hoogte van de onderzijde van de hoogstliggende veekrand opgenomen (Den Heijer *et al.*, 2007). Voor elk dijkvak tussen Delfzijl en het Lauwersmeer is de gemiddelde hoogte van de veekrand bepaald (Figuur 2.5). De waterstand was bij Delfzijl het hoogst (NAP + 4.83 m), maar de golfloop tegen de dijk was daar met ruim 1 m het minst. Bij de Eemshaven lag het veek hoger (ca. 3 m). De golfloop langs de Emmapolder (km 51-61) was met 5 m (tot de kruin) het hoogst. Op de dijken langs de direct aangrenzende kwelderwerken (km 61-89) nam de golfloop scherp af tot 2 m (tot de hooggelegen buitenberm). Dit verschil in golfloop is opmerkelijk en kan worden verklaard door:

- De zeedijk langs de Emmapolder heeft geen hooggelegen buitenberm (Den Heijer *et al.*, 2007). De dijken langs de kwelderwerken hebben een buitenberm op ca. 2/3 van de dijkhoogte die de golfloop met 22% zou verminderen (RWS-MAD, 1979).
- De Emmapolder heeft geen voorland, langs de westelijker polders liggen zowel boerenkwelders als kwelderwerken. Een voorland van NAP + 0,90 m (Linthorst Homanpolder) zou een golfloop van 3,24 m geven en een voorland NAP + 1,90 m (Noordpolder) een golfloop van 2,9 m (RWS-Meet Advies Dienst, 1979).
- De nabije ligging van diep water in de Eemsmonding zorgt voor hogere golven.

Kwelders zijn door de interactie van opslibbing en plantengroei in staat versnelde zeespiegelstijging of bodemdaling te volgen: 0,5-1 cm per jaar voor de eilanden en 1-2 cm per jaar voor de vastelandkust (Dijkema *et al.*, 1990; Dijkema 1997; Tabel 2.1). In de pionierzone kunnen echter problemen ontstaan, ook zonder zeespiegelstijging en bodemdaling. Door de geringe vegetatiebedekking van voornamelijk éénjarige planten is er in de pionierzone minder bescherming van het afgezette sediment, en daardoor meestal minder opslibbing. Uiteindelijk kan dat verschil in opslibbing tussen de pionierzone en de kwelder leiden tot kliferosie van de kwelder, d.w.z. de kwelder blijft wel in hoogte groeien, maar het areaal wordt vanaf de zeezijde door laterale erosie aangetast. In de huidige kwelderwerken lost RWS dit probleem op door een natuurondersteunende techniek: dammetjes van rijshout zorgen voor beschutting tegen golven en stroming (Figuur 2.2 en 2.3).



Figuur 2.5. Meting van de hoogte van de veekrand langs de Groninger kust van Delfzijl (km 27) tot het Lauwersmeer (km 89). Eemshaven km 41 tot 51, Emmapolder km 51-61 en de kwelderwerken km 61-89. Meting door Waterschap Noorderzijlvest na de Allerheiligenvloed van 1 november 2006, gepubliceerd door RWS-RIKZ (Den Heijer et al., 2007).

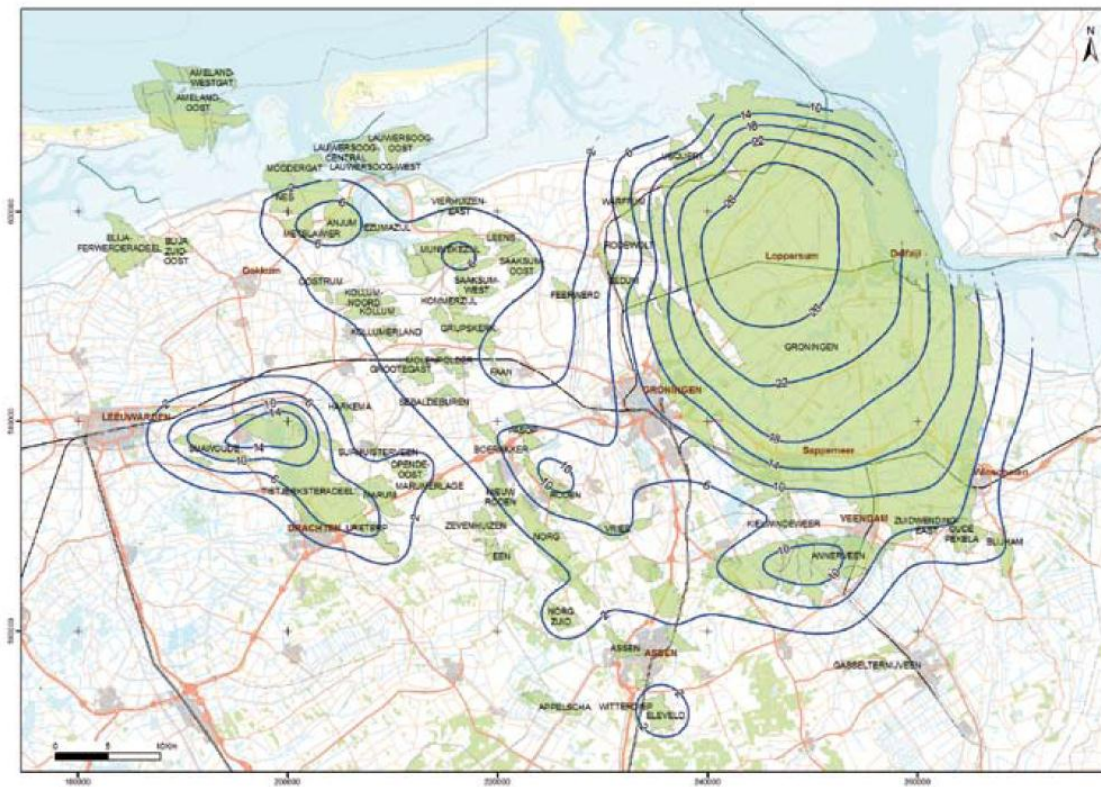
2.5 Kwelders en bodemdaling

De bodemdaling door aardgaswinning onder de Groninger kwelderwerken was in 2003 met waarden van 0 - 4 mm per jaar (NAM, 2005, Bijlage 4) over het algemeen veel lager dan de bruto opslibbing 1992-2007 min de hoogwaterstijging van 2,5 mm per jaar. In september 2010 verscheen het Statusrapport 2010 en Prognose tot het jaar 2070 (Figuur 2.6a en b; Bijlage 4; NAM 2010; en zie ook: http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Onderzoek_en_Monitoring/pdf/WOK-monitoring_kwelderwerken_1960-2009_VASTGESTELD_29-11-2010.pdf).

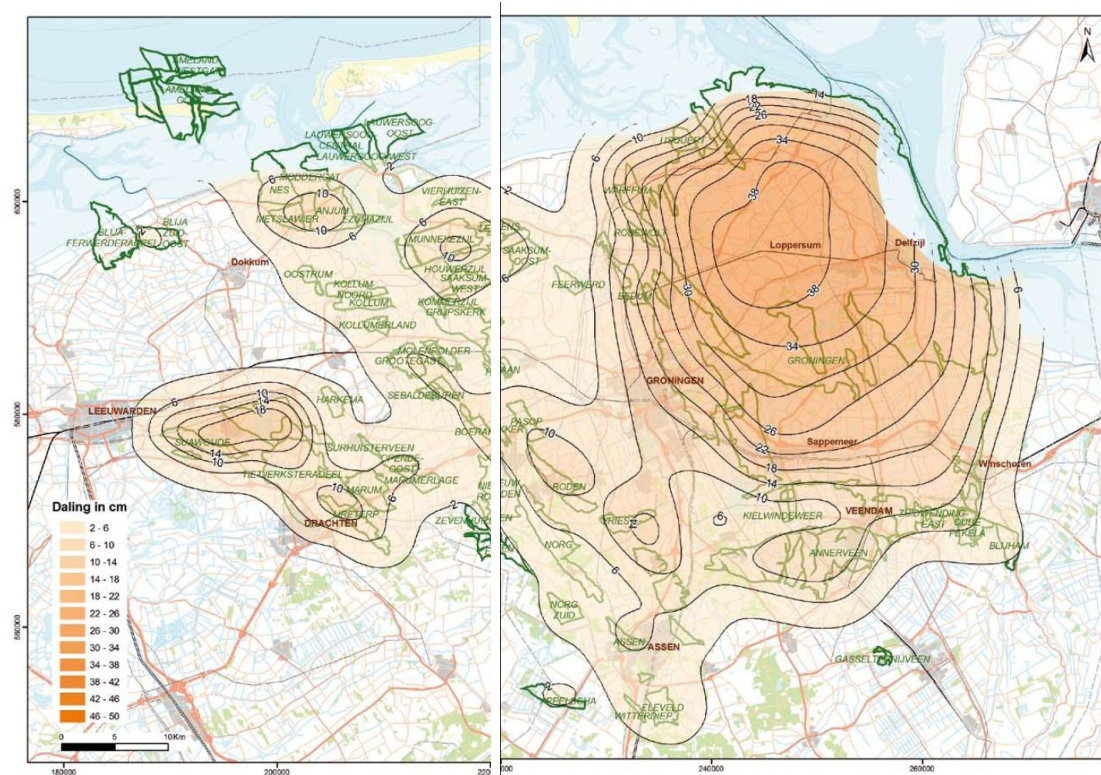
De gemeten daling tot 2008 onder de kwelderwerken langs de Westpolder en het westelijk deel van de Julianapolder is met 2 mm per jaar hetzelfde als de oude prognoses, en neemt volgens de nieuwste prognose tot 2025 af naar 0. De gemeten daling en de prognose onder het oostelijk deel van de Groninger kwelderwerken duiden op een afname van de bodemdaling naar 1 - 2 mm per jaar. Als gevolg van een dunner gasreservoir in de watervoerende lagen ten noorden van het Groninger gasveld is dat veel minder dan in de oude prognoses. De bodemdaling 1992-2025 in de meetvakken Groningen-oost is lager dan de gemiddelde bruto opslibbing min de hoogwaterstijging van 2,5 mm per jaar.

Opmerkelijk is dat de balans tussen bodemdaling en opslibbing ook geldt voor de pionierzone. Dat is een resultaat van eerdere mitigatie door RWS: de dammen 404-500 zijn in de periode 1994-1999 gerenoveerd en het patroon is verdicht, deels met gelden van de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning. Daardoor zijn ideale randvoorwaarden voor de opslibbing en de pioniervegetatie gecreëerd. In de Bodemdalingstudie 2004 (Hoeksema et al., 2004) wordt hierover door RIKZ op basis van het WOK-databestand geconcludeerd: "het is zeker dat de grootte van de bezinkvelden overheerst over eventuele effecten van bodemdaling".

Voor de Dollard zijn de cijfers in beide laatste Statusrapporten nagenoeg gelijk: een gemeten totale bodemdaling van 6 cm aan de uiterste westgrens die afloopt tot 0 bij de Duitse grens. In de prognoses loopt de bodemdaling op tot 10-0 cm in 2025, 14-0 cm in 2050 en 16-0 cm in 2070. De getallen aan de uiterste westkant van de Dollard zijn vergelijkbaar met de Noordpolder, een bodemdaling van ca. 2 mm per jaar.



Figuur 2.6a. Contourkaart voor bodemdaling door gaswinning opgetreden tussen start van de productie en de waterpassing in 2008 (NAM, 2010).



Figuur 2.6b. Contourkaart voor bodemdaling door gaswinning, prognose voor 2025 (NAM, 2010).

2.6 Vegetatie in de pionierzone

De pionierzone in de kwelderwerken bestaat uit twee beschermde habitats (Natura 2000, EU Habitatrictlijn; zie paragraaf 5.4):

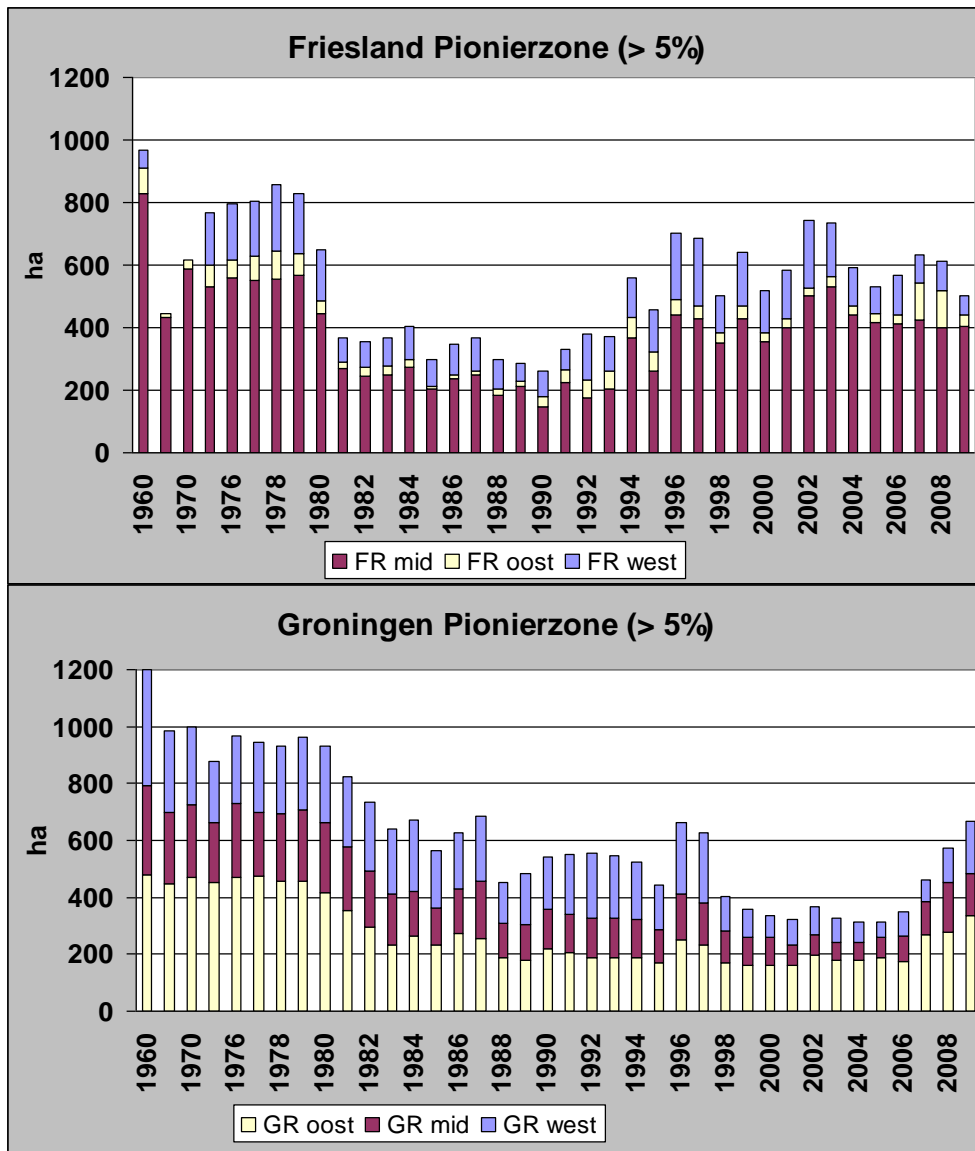
- Eénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia spp.* en andere zoutminnende soorten (Habitattype 1310).
- Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*) (Habitattype 1320³)

In de periode 2007-2009 zien we in alle deelgebieden van de Groninger kwelderwerken een spectaculair herstel van de pionierzone (> 5% bedekking) (Figuur 2.6 en de getallen per meetvak in Bijlage 3). Het areaalverlies in de Groninger pionierzone -west en -midden is in de periode 1998-2009 met maatwerk aan de rijshoutdammen gekeerd (paragraaf 3.3). Het herstel treedt een jaar eerder in dan de gunstige (=lage) jaargemiddelde hoogwaters. Al vanaf 2002 is Groningen-oost relatief het beste Groninger deelgebied: de rijshoutdammen verkeren daar in een optimale staat na een grote damrenovatie in de periode 1995-1998, als mitigatie voor de bodemdaling "Slochteren". De oorzaken van de afname van de pionierzone in de periode 1982-2004 waren: (1) vier jaar achtereen buitengewoon hoge jaargemiddelde hoogwaters (1998-2001), (2) de jarenlange achterloopshoud van een deel van de rijshoutdammen, en (3) langs Groningen-west en -midden waren tussendammen eerst niet noodzakelijk omdat grondwerk door middel van bodemruwheid golfenergie voldoende keerde.

Het areaal pionierzone in de Friese kwelderwerken is lang stabiel sinds het herstel vanaf 1994 na de aanleg van tussendammen (Figuur 2.7). Tot 2008 blijft het Friese areaal pionierzone op een veel hoger niveau dan in Groningen. In 2009 waarin de Groninger pionierzone nog doorgroeit zien we in de Friese kwelderwerken echter een afname van de pionierzone. Die afname zit volledig op de west- en oostflank waar het damonderhoud vanwege de hoge opslibbing wordt afgebouwd. Het grote Friese middengebied met het na 1989 volledig gerenoveerde dammensysteem blijft stabiel.

Het areaal pionierzones is van jaar op jaar variabel (Figuur 2.8). Groei van het areaal zoals in 1996-1997 en 2008-2009 hangt met gunstige weersomstandigheden samen, gemeten als lage jaargemiddelde hoogwaters. Die zijn gunstig voor de kieming en de groei van éénjarige planten. Deze uitleg is getest in een leerboek statistiek, met als voorbeeld onze langjarige WOK-data (Dijkema *et al.*, 2007). Het areaal van de Groninger pionierzone gaat met de jaar-op-jaar schommelingen in GHW mee. De Friese pionierzone reageert minder significant dan de Groninger. Dat is als volgt te verklaren: de Friese pionierzone is door meer opslibbing, een slikkiger bodem, en een eerder verbeterd dammenstelsel minder overgeleverd aan natuurlijke dynamiek. Dat betekent dat de Friese pionierzone robuuster is, dat wil zeggen minder gevoelig voor invloeden van buitenaf. Daarom blijft bij de Groninger pionierzone opletten geboden: is het herstel structureel en het gevolg van damherstel of speelden gunstige weersomstandigheden (mede) een rol?

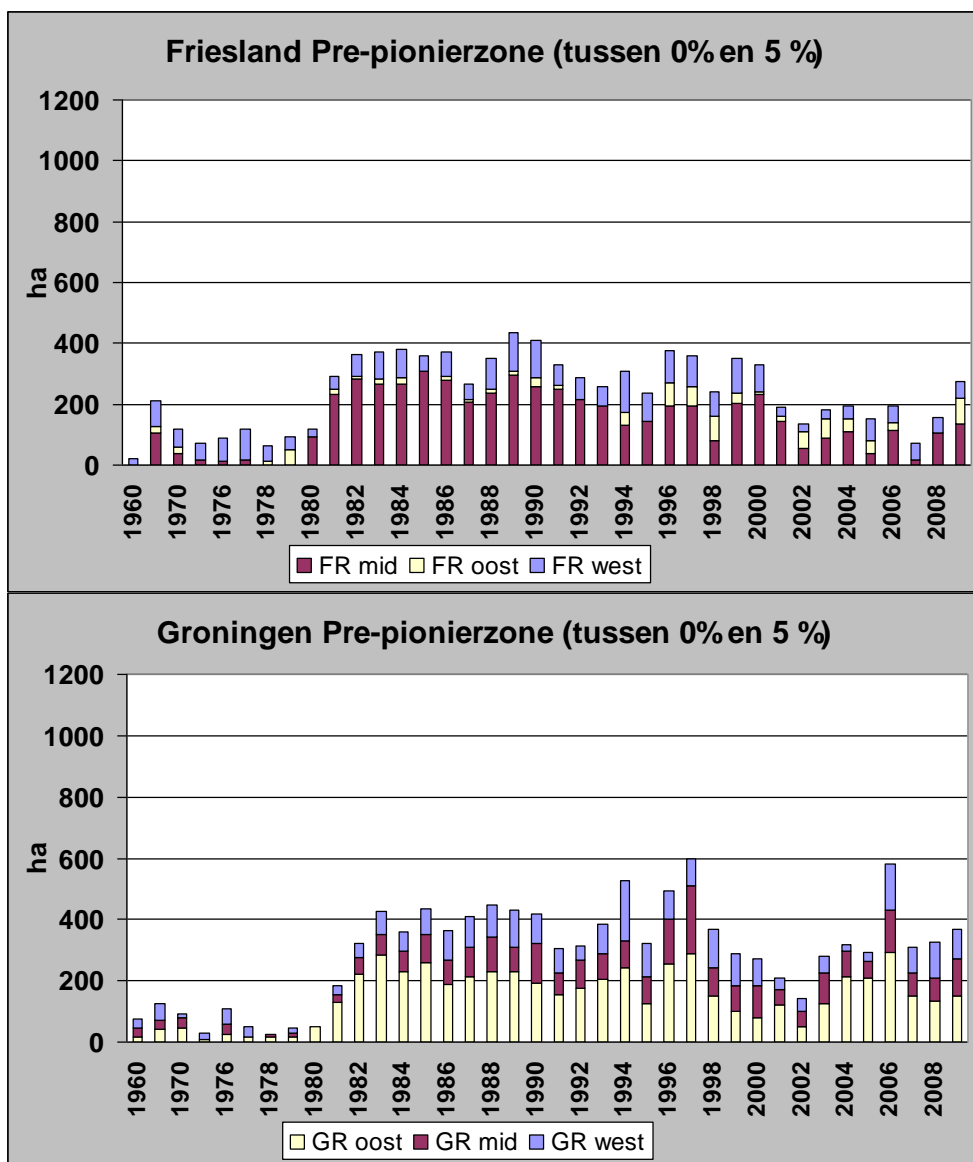
³ De kenmerkende plantensoort Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en komt niet in de Waddenzee voor. De exoot Engels slijkgras is in de Waddenzee ingevoerd en heeft zich vermengd met de zones 1310 en 1330 (Nehring & Hesse 2008). Trilateraal is in 2008 in de Tmap-kweldergroep afgesproken Habitattype 1320 te onderscheiden indien Engels slijkgras dominant in de zone voorkomt. In ZW-Nederland is type 1320 goed te onderscheiden en zeer relevant. Zonder 1320 in zijn huidige vorm (met de exoot Engels slijkgras) zou geen schor van betekenis meer voorkomen. Met het in ZW-Nederland wel inheemse Klein slijkgras zou dat niet het geval zijn geweest.



Figuur 2.7. Areaal pionierzone > 5% bedekking in de kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France. Dit programma berekend de hoofdzones, secundaire pionierplekken binnen de kwelderzone worden niet aan de pionierzone toegekend.

Conclusies voor het beheer van de pionierzone:

1. Landelijk gezien is het areaal van de pionierzones in de kwelderwerken relatief hoog en van zeer groot belang in het Natura 2000 netwerk.
2. Jaar-op-jaar schommelingen in het areaal van de pionierzones zijn een gevolg van de natuurlijke dynamiek door getij en weer.
3. De sterke afname van het areaal pionierzone na 1982 was een trendbreuk.
4. In Friesland is het areaal pionierzone vanaf 1994 hersteld na de aanleg van tussendammen. De Groninger pionierzone herstelt vanaf 2007, na voltooiing van de tweede ronde damherstel (Groningen west en midden).
5. Groningen-oost is al eerder, vanaf 2002, het beste Groninger deelgebied. De rijshoutdammen verkeren daar in een optimale staat na een grote damrenovatie in de periode 1995-1998 (als mitigatie voor de bodemdaling "Slochteren").



Figuur 2.8. Areaal pionierzone 0–5% bedekking op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France.

2.7 Vegetatie in de kwelderzone

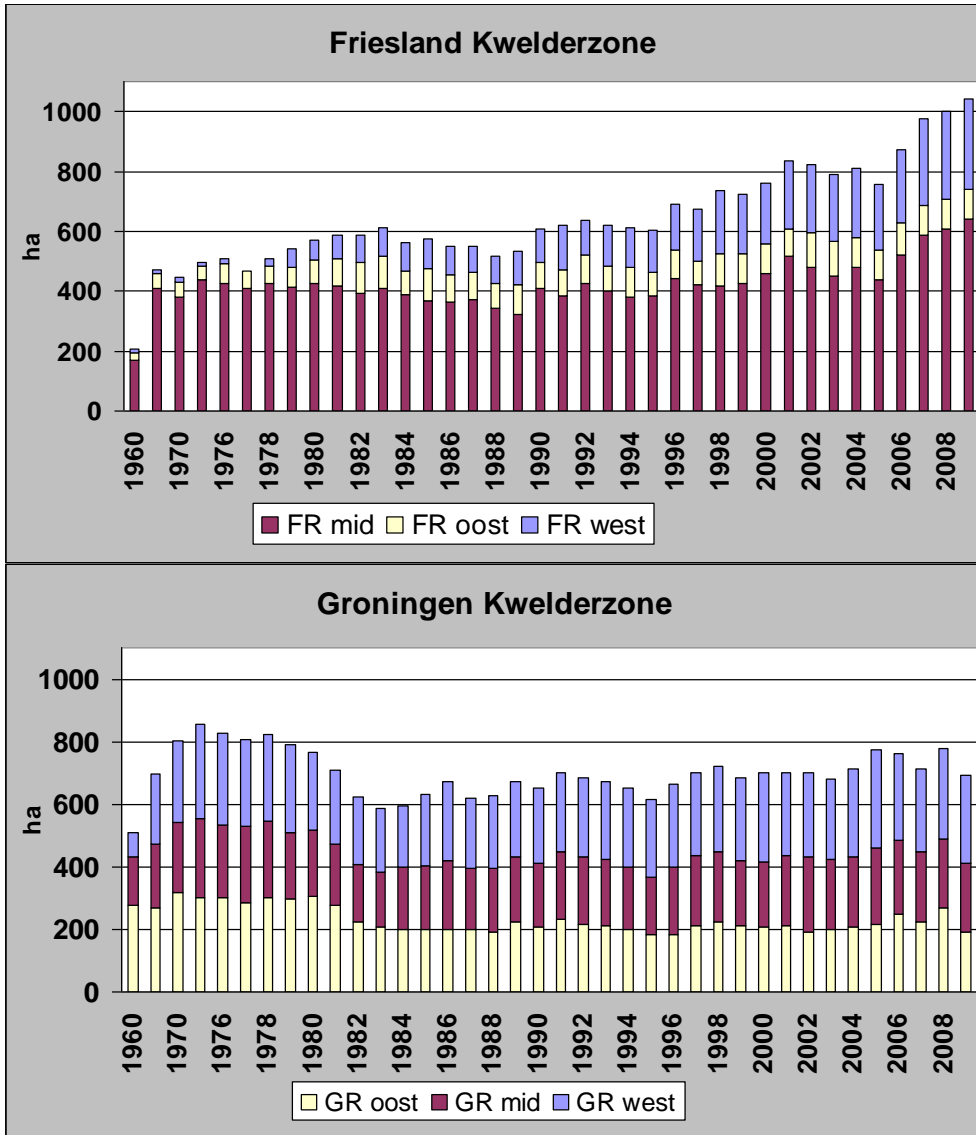
De kwelderzone in de kwelderwerken is een beschermde habitat (Natura 2000, EU Habitatrictlijn; zie paragraaf 5.4):

- Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*) (Habitatype 1330).

Het kwelderareaal in de Groninger kwelderwerken is de afgelopen decennia tamelijk stabiel (Figuur 2.9 en de getallen per meetvak in Bijlage 3). De Friese kwelderwerken kennen een gestage kwelderaanwas tot een verdubbeling van het areaal van de jaren zeventig van de vorige eeuw. Friesland-midden en alle Groninger deelgebieden hadden eind 70er - begin 80er jaren te kampen met een forse terugval als gevolg van 7 jaar lang hoge jaargemiddelde hoogwaters in de periode 1976-1983.

Conclusie voor het beheer van de kwelderzone:

De pionierzone beschermt de kwelderzone. Het herstel van rijshoutdammen heeft geleid naar een omslag van erosie naar aanwas. De recente positieve ontwikkeling van de pionierzones EN van de kwelderzones onderstreept het belang van goed onderhouden rijshoutdammen op de juiste plaats.



Figuur 2.9. Areaal kwelderzone in de kwelderwerken op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging van de zones berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France. Inclusief secundaire pionierplekken binnen de kwelderzone.

3 Beheer en onderhoud van de kwelderwerken

3.1 Toetsing aan de functie-eisen van RWS

Het beheer en het onderhoud van de kwelderwerken worden uitgevoerd door RWS Noord-Nederland. Richtlijn voor het beheer en het onderhoud zijn de functie-eisen in het "Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008" van RWS (Tilma, 2008⁴):

Functie-eis 1: Het gemiddelde areaal van de kwelderzone (exclusief pionierzones en oude boerenkweleders) over de afgelopen 5 jaar is uitgaande van de meetvakken in Groningen en Friesland berekend op totaal 1674 ha (Bijlage 3). Daarmee wordt ruimschoots voldaan aan de functie-eis van minimaal 1250 ha. Dat komt door een gestabiliseerd kwelderareaal in Groningen en een verdubbeling in Friesland.

Functie-eis 2: In 2006 zijn de afgepaalde kweldergrens (= grens om de oude, particuliere kwelder) en de delimitatielijn (= grens om de 300 m strook zeewaarts van de afgepaalde kweldergrens) over de vegetatiekaarten gelegd zodat de ontwikkeling van de vegetatie t.o.v. deze lijnen nauwkeuriger kan worden getoetst. Erosie tot voorbij de afgepaalde kweldergrens is nagenoeg niet aangetroffen, behalve:

- Langs de Westpolder wordt zeer lokaal niet geheel aan functie-eis 2 voldaan. Ter plaatse is in 2000 damrenovatie en vakverkleining uitgevoerd. In het terrein is geen achterloopsheid van de rijshouddammen meer zichtbaar. De opslibbing laat een begin van herstel zien; de vegetatie is stabiel (Bijlage 2).
- Langs de NW-hoek van de Linthorst Homanpolder ligt landwaarts van de afgepaalde kweldergrens geen kwelder (350-356), daar lag echter ook in 1960 en in 1980 geen kwelder. De oorzaken zijn: (1) de afgepaalde kweldergrens is daar in de jaren 30 van de vorige eeuw vooruitgeschoven en optimistisch getrokken; en (2) daarna zijn er in 1939-1940 kleiputten gegraven voor de dijk aanleg.

Functie-eis 3: Het areaal pionierzone > 5% is door een in 2007 verbeterde rekenmethode over de gehele meetperiode bijna verdubbeld⁵. De WOK-werkgroep heeft functie-eis 3 evenredig verhoogd, van 400 ha naar 750 ha. RWS heeft ook het

⁴ Functie-eisen in het 'Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008' van RWS (Tilma, 2008):

1. Het totale areaal van de jonge kweleders in Fryslân en Groningen bedraagt minstens 1250 ha (gemiddelde van de laatste 5 jaren). Hiervan ligt minstens 1/3 (420 ha) in elke provincie.
2. De actuele kweldergrens mag nergens verder teruggaan dan tot de oorspronkelijke grens particulier eigendom (de 'oude' kwelder, ook wel de 'afgepaalde kweldergrens').
3. Minimaal 750 ha pionierzone met een vegetatiebedekking > 5% binnen de kwelderwerken, voor beide provincies samen (berekend gemiddelde van de laatste 5 jaar).
4. Waterplassen en kale plekken op de kwelder, die zijn ontstaan als gevolg van stagnatie waterafvoer, mogen *per geval* niet groter zijn dan 1000 m² en gezamenlijk niet groter dan 5% van de totale kwelderoppervlakte.

⁵ Verbetering berekening areaal pionierzones in 2006. De zonegrenzen berekenen we met het programma GRZONE. Dat programma heeft tot 2006 regelmatig problemen gegeven. Het probleem blijkt NIET in GRZONE te zitten, maar in de stap daarvoor, het classificatie-programma SALT97: als Spartina en Salicornia beide een + hebben (enkele planten per pandje = zone 11), dan maakt SALT97 daar Ss3 van, dat is de zone Pionier > 5% (= zone 12). Deze fout is in het programma gesloten bij de overgang van SALT97 naar SALT97. J.H. Bossinade te Marzan France heeft deze programmaregel in SALT97 en in VEGWOK verbeterd. Ook hebben we het ijkpunt 1980 voor de arealen pionierzones opnieuw berekend. Niet meer geschat van de vegetatiekaarten, maar exact uit de zonegrafieken; het verschil tussen de lijnen kwelderzone en de twee pionierzones is immers betrouwbaar in het veld gemeten. Het areaal pionierzone > 5% is na de herberekening voor de gehele periode 1960-2006 hoger dan met de oude methode. Het kwelderareaal blijft hetzelfde en het areaal pre-pionierzone blijft nagenoeg ongewijzigd. Alle trends in het areaal pionierzone > 5% zijn hetzelfde gebleven, waaronder de trendbreuk in Groningen. Dat is belangrijk voor de betrouwbaarheid van het WOK-bestand, want trends staan voor de processen die het areaal bepalen en processen veranderen niet door een rekensom.

Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008 aangepast (Tilma, 2008⁴). Het gemiddelde areaal pionierzone > 5% vegetatiebedekking over 5 jaar is uitgaande van de meetvakken in Groningen en Friesland berekend op totaal 1025 ha (Bijlage 3). Het totale areaal areaal voldoet ruimschoots aan de functie-eis van minimaal 750 ha.

Functie-eis 4: Per zes jaar beoordeelt de werkgroep stagnatie in waterafvoer die leidt tot waterplassen en kale plekken. Daarvoor worden de vegetatiekaarten van RWS-DID gebruikt (VEGWAD; zie paragraaf 4.2 en Bijlage 1). Als vernatting is aangenomen een verandering van lage kwelderzone (code 21 in tabel 4.2) naar pionierzone (code 12) of naar kwelder met pionierplanten (code 22). Vergelijking van de vegetatiekaarten van 2003 en 2009 laat de volgende resultaten zien (zie Tabel 4.2 en Figuur 4.1; zie ook paragraaf 3.4):

- In Friesland is ter plaatse van Het Bildt en het Noorderleegh de kwelderzone met pionierplanten (Zeekraal en/of Schorrekruid; code 22) fors toegenomen van in totaal 50 ha naar 334 ha, zowel in de kwelderwerken als in de verkwelderde zomerpolder. Het patroon van de verandering omvat de gehele pandjes (Figuur 4.1), wat duidt op vernatting door een dichtgeslibd ontwateringsstelsel in combinatie met vertrapping door beweiding met paarden. In de Noord-Groninger kwelderwerken is de kwelderzone met pionierplanten (Zeekraal en/of Schorrekruid; code 22) weinig veranderd, een toename van 3 ha naar 12 ha op vooral de boerenkwelder.
- In Noord-Groningen ter plaatse van het midden van de Negenboerenpolder is ca. 20 ha lage kwelderzone (code 21) veranderd naar pionierzone (Zeekraal en/of Spartina; code 12). Het patroon van de verandering ligt op het midden van de pandjes (zie Figuur 4.1), wat duidt op vernatting door dichtgeslibde (uiteinden van) greppels.

3.2 Rijshoutdammen

De afgelopen 25 jaar is veel aandacht besteed aan een optimalere rol van de rijshoutdammen voor de bescherming van de kwelder- en pionierzones:

- Eerste prioriteit vanaf 1989 is voorkomen van achterloopsheid van dammen (herstel verbinding tussen rijshoutdammen en kwelder met hout en/of grond).
- In de periode 1989-1998 zijn twee maatregelen genomen die hebben geleid tot de omslag van erosie naar aanwas (Figuur 3.1): (1) strijklengtes tussen de hoofddammen in de pionierzone verkleinen naar 200 m d.m.v. tussendammen Friesland-midden en Groningen-oost, en (2) verlaten buitenste bezinkvelden (= wadzone lager dan GHW - 60 cm).
- De dammen zijn kwalitatief verbeterd door aanpassing van de damhoogte aan de stijging van GHW en aan de bodemdaling door aardgaswinning. Vanaf 2000 wordt duurzamer vulhout toegepast (Fijnspar, Douglas en/of Sitkaspar; De Vries & De Jong, 2000). Voor de palen wordt Grove Den gebruikt.
- In de Groninger kwelderwerken is het "probleemgebied oost" opgelost door een uitgebreidere damrenovatie in de periode 1994-1998: tussendammen plus een dwarsdam van 10 km parallel aan de kust van de Noordpolder en Lauwerpolder op 200 m van de kwelder. In de periode 1998-2002 is het onderhoud aan de 2^e dwarsdam in dit gebied opgeschort.
- In Friesland damonderhoud 5-62 gestopt vanwege de extreem snelle opslibbing.
- Dankzij de betere lay-out is de damlengte verkort van oorspronkelijk 220 km naar 138 km in 2005 (Figuur 3.2). Daardoor is tevens het ruimtebeslag van de buitenste bezinkvelden op het wad met ca. 2.000 ha verminderd.
- Vanwege afname van de pionierzone in de Groninger kwelderwerken west (door stoppen grondwerk is het dammenpatroon daar later naar de genoemde 200 m verdicht, waarna de pionierzone in de periode 2007-2009 herstelt. RWS heeft in 1998, 2000, 2001 en 2002 vijf tussendammen gebouwd langs de Westpolder, de Julianapolder en op de grens Negenboerenpolder-Linthorst Homanpolder. In 2001 zijn delen van de eerste dwarsdam herbouwd (250-280 en 344-364, inclusief stukjes

ontbrekende tussendammen tot 100 m zeewaarts). In 2005 zijn tussendammen gebouwd langs het middenstuk Linthorst Homanpolder (366, 370, 374 en 378). Vanaf 2006 is de achterloopsheid van de dammen hersteld.

- Het herstelprogramma is nu voltooid, de damlengte is 140 km (Figuur 3.2).

Het damonderhoud vindt plaats in een driejaren cyclus op basis van prestatie-eisen⁶. Uitgangspunten voor het damonderhoud zijn de functie-eisen 1 en 3, gebaseerd op de arealen rond 1980. De Natura 2000-doelen gaan uit van het behoud van de arealen kwelder- en pionierzone rond 2000. Vanwege de gewenste natuurlijke dynamiek is flexibiliteit nodig. Het kwelderareaal binnen de Friese kwelderwerken is de laatste decennia met ca. 50% gegroeid, en is in Groningen vrij stabiel. De WOK-werkgroep stelt voor om de instandhouding van de rijshoutdammen in Friesland aan te passen.

De Stuurgroep adviseert om een volgend contract te baseren op bewezen uitgangspunten van het herstelde systeem van rijshoutdammen:

1. Behoud van de kweldervegetatie door een STRIKTE bescherming van de pionierzone tot ca. GHW – 50 cm zeewaarts d.m.v. de huidige dammen loodrecht op de kust, met een damhoogte van GHW + 30 cm (Bijlage 5C).
2. FLEXIBEL onderhoud van de rijshoutdammen evenwijdig aan de kust, afhankelijk van de ontwikkeling van de arealen kwelder- en pioniervegetatie na het jaar 2000.
3. De resultaten van de monitoring terugkoppelen naar het beheer. Verdere optimalisatie van de dammen is een blijvend aandachtspunt van RWS Waterdistrict Waddenzee, Stuurgroep Kwelderwerken en WOK-werkgroep.

Ad 1. Dit uitgangspunt is de basis om de arealen kwelder- en pionierzone in stand te houden. Strijklengtes van 200 m tussen de dammen loodrecht op de kust waren de sleutelfactor voor de omslag van erosie naar aanwas:

- We verwachten dat besparingen op damonderhoud loodrecht op de kust ongewenst zijn omdat die opnieuw kunnen leiden tot een omslag zoals in de jaren 90 van de vorige eeuw, nu van aanwas naar erosie.
- De advieshoogtes uit bijlage 5C gelden ook als een dam wordt gerenoveerd.

Ad 2. Dit uitgangspunt sluit aan bij de functie-eisen. Te overwegen is in Friesland (een deel van) de dwarsdammen evenwijdig aan de kust lager te vullen.

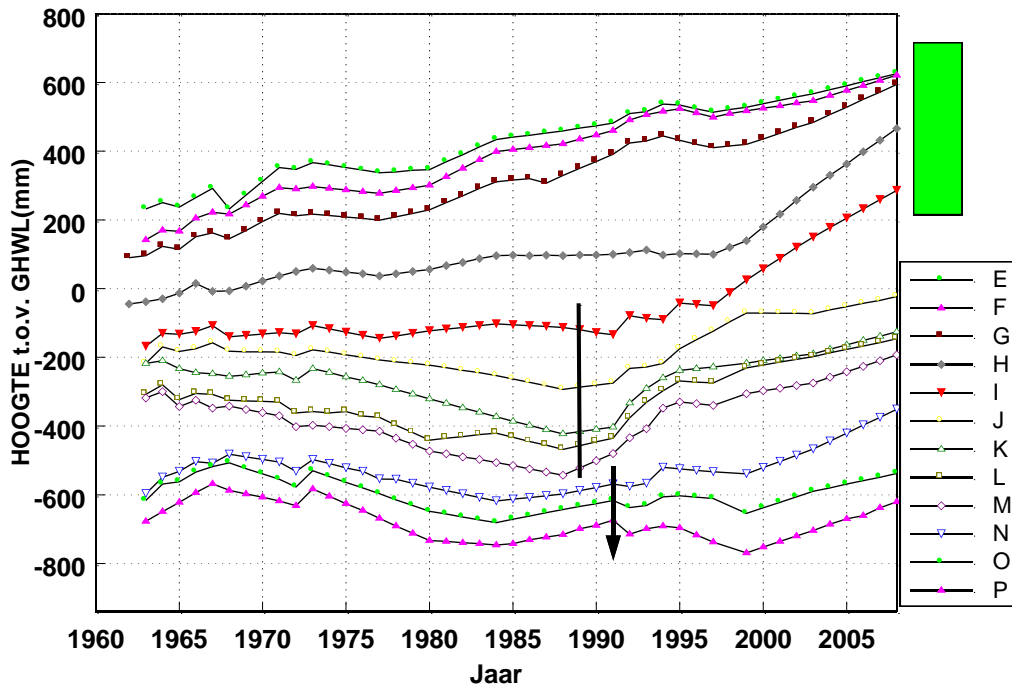
Ad 3. Op grond daarvan adviseert de WOK-werkgroep:

- Dwarsdammen die < 20 cm boven het maaiveld uitsteken niet langer onderhouden (inventarisatie nodig, een goed voorbeeld ligt bij Ferwerd).
- De rijshoutdammen oost van Holwerd 4 jaar lang niet bijvullen (wel draden neerzetten) en de hoogte van het maaiveld volgen.
- Eventuele achterloopsheid van rijshoutdammen leidt direct tot erosie, blijvend inventariseren en repareren.

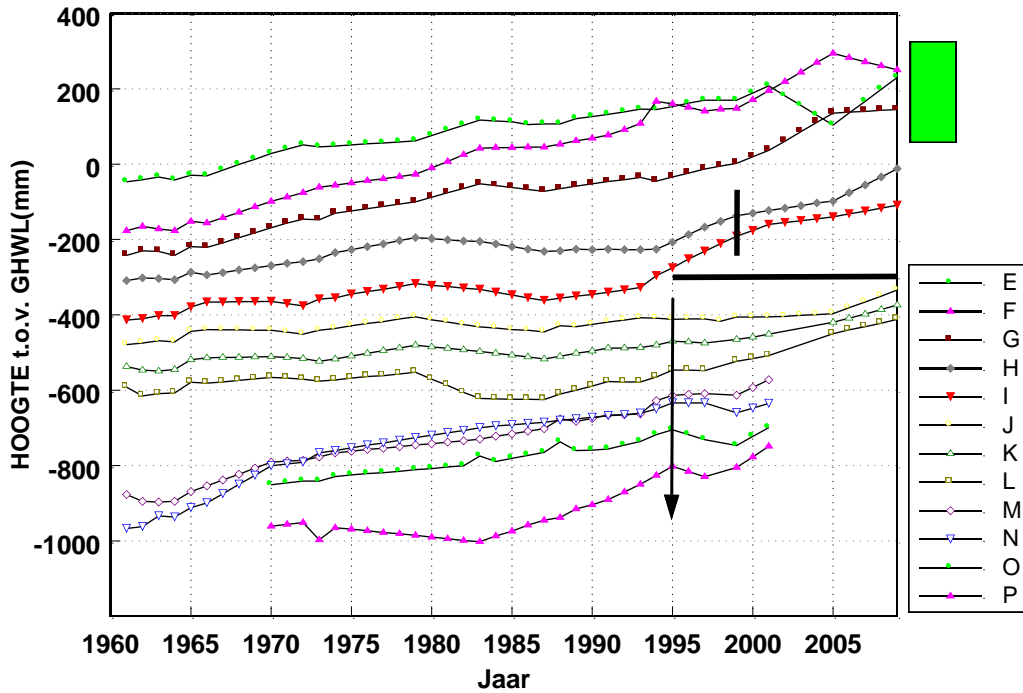
⁶ Voor het onderhoud van de rijshoutdammen werkt RWS Waterdistrict Waddenzee momenteel met een 3-jarig prestatiebestek 2008-2010 plus een éénjarige verlenging in 2011 (zie *Bijlage 5*):

- Jaar 1 dammen volledig gevuld; dammen uitgebreid en verhoogd; geen spoelgaten.
- Jaar 2 draad op spanning als bij "volledig gevuld"; geen spoelgaten.
- Jaar 3 vulhout geborgd.
- Plaatselijk damverlenging i.v.m. achterloopsheid en plaatselijk damverhoging i.v.m. de staat van onderhoud.
- Achterloopsheid wordt voorkomen door op de aansluiting van de rijshoutdam plaatselijk een paar bakjes grond op de gronddam te gooien.
- In Groningen aanleg twee extra tussendammen (288, 292) en één slechte dam verhogen en vernieuwen (290). De reden is dat de oude 400 m vakken niet goed werken na stoppen van het grondwerk¹).
- In Friesland de dammen 40-62 nog enige jaren neerzetten, daarna gaan deze uit de legger.

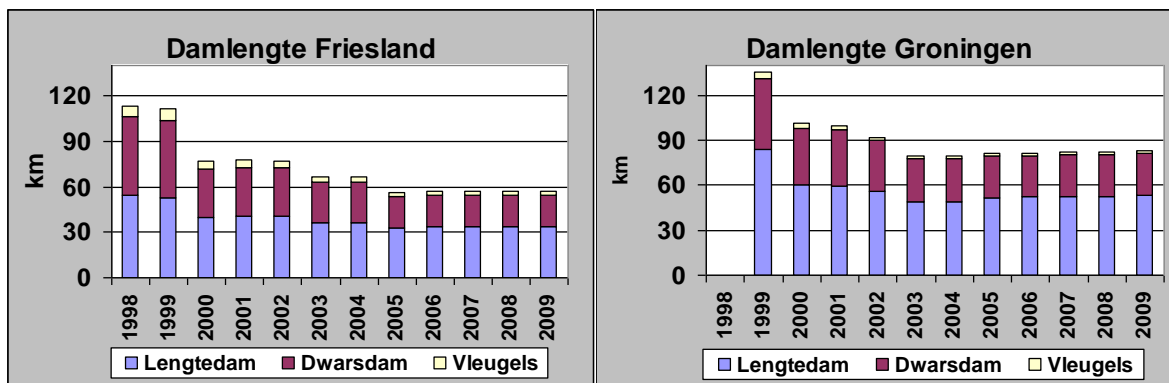
Meetvak 101 - 104



Meetvak 448 - 451



Figuur 3.1. Effect van tussendammen in de pionierzone (1989, 1995, 1999) en van afstoten van buitenste bezinkvelden (1991, 1995) op de hoogteligging in de meetvakken 101 en 448. Legenda zie Bijlage 2.



Figuur 3.2. Bestand aan rijshoutdammen in de kwelderwerken (bron: legger RWS).

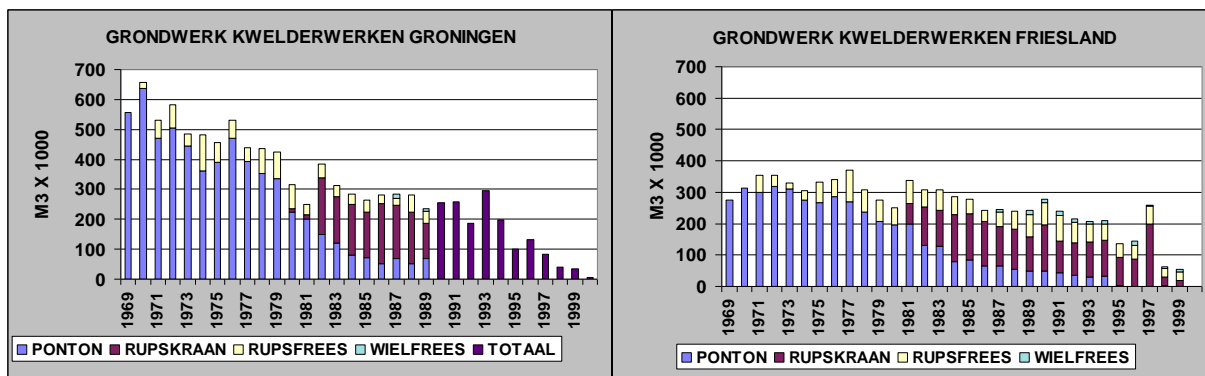
Het onderhoud aan de rijshoutdammen is sterk gebonden aan getij en seizoen. In 2000 zijn met de Wadvogelwerkgroep van Avifauna en met de Waddenvereniging voorwaarden voor het bestek opgesteld om verstoring van broedvogels tegen te gaan. Tijdens de kwetsbare fase van vestiging van de broedvogels worden de kwelderwerken volledig ontzien. Het is niet nodig om met het onderhoud van de kwelderwerken te wachten tot het broedseizoen volledig is afgelopen. De Stuurgroep pleit ervoor deze afspraken in het Beheerplan Waddenzee op te nemen:

1. Vanaf 15 april tot en met 15 mei van ieder jaar mag het gehele gebied van de kwelderwerken in Fryslân en Groningen niet worden betreden.
2. Vanaf 15 mei tot en met 15 juli van ieder jaar mag geen materieel transport plaatsvinden in en door de begroeide kwelders. Indien deze genoemde periode door overvloedingen wordt verkort, wordt dit door de directie uiterlijk op 1 juli van het desbetreffende jaar schriftelijk aan de aannemer medegedeeld.

3.3 Grondwerk

Overal in de internationale Waddenzee wordt het onderhoud aan sloten, greppels en gronddammen in de kwelders verminderd of gestopt vanwege de hoofddoelstelling 'natuurlijkheid'. De stopzetting van het grondwerk door RWS na 1997 (Figuur 3.3) was ingegeven door de goede praktijkervaring met het geleidelijk afbouwen van grondwerk in zes proefvakken en zes aangrenzende meetvakken (Bossinade *et al.*, 1998⁷). De conclusie was dat grondwerk in de zin van het regelmatig (her)graven van greppels volgens een vast patroon niet zonder meer tot de meest optimale ontwikkeling van de vegetatie leidt. Vooral in de pionierzone zou vermindering van het grondwerk tot betere resultaten leiden, wat bleek uit de vaak positieve ontwikkeling van de vegetatie in de proefvakken in vergelijking met de aangrenzende meetvakken. De vermindering van het onderhoud aan de ontwatering in de kwelderzone is een logisch gevolg van de toename van de hoogteligging van de kwelders door opslibbing. Door minder overvloedingen raken de greppels minder snel gevuld met sediment en bovendien wordt het meeste slib nu door de vegetatie vastgehouden.

⁷ Door Bossinade *et al.* (1998) is gekeken naar verschillen in de ontwikkeling en samenstelling van de vegetatie en naar verschillen in de hoogteontwikkeling. Er is uitgegaan van de veronderstelling dat minder grondwerk (greppelen) een slechtere ontwatering van de kwelder tot gevolg heeft. Vernatting van de bodem is van invloed op de vegetatie, doordat een verschuiving optreedt van 'droge' naar 'natte' planten. In de proefgebieden Het Bildt, Negenboerenpolder en Noordpolder is een dergelijke verschuiving opgetreden. In de overige proefgebieden, Ferwerd, Westdongeradeel en Julianapolder is deze verschuiving achterwege gebleven. Het vergelijken van de hoogte in de proefvakken en aangrenzende meetvakken bracht geen verschillen in ontwikkeling aan het licht: enkele proefvakken blijven iets achter en anderen ontwikkelen zich iets gunstiger. Zie de vergelijkbare langetermijnstudie van Michaelis (2008).



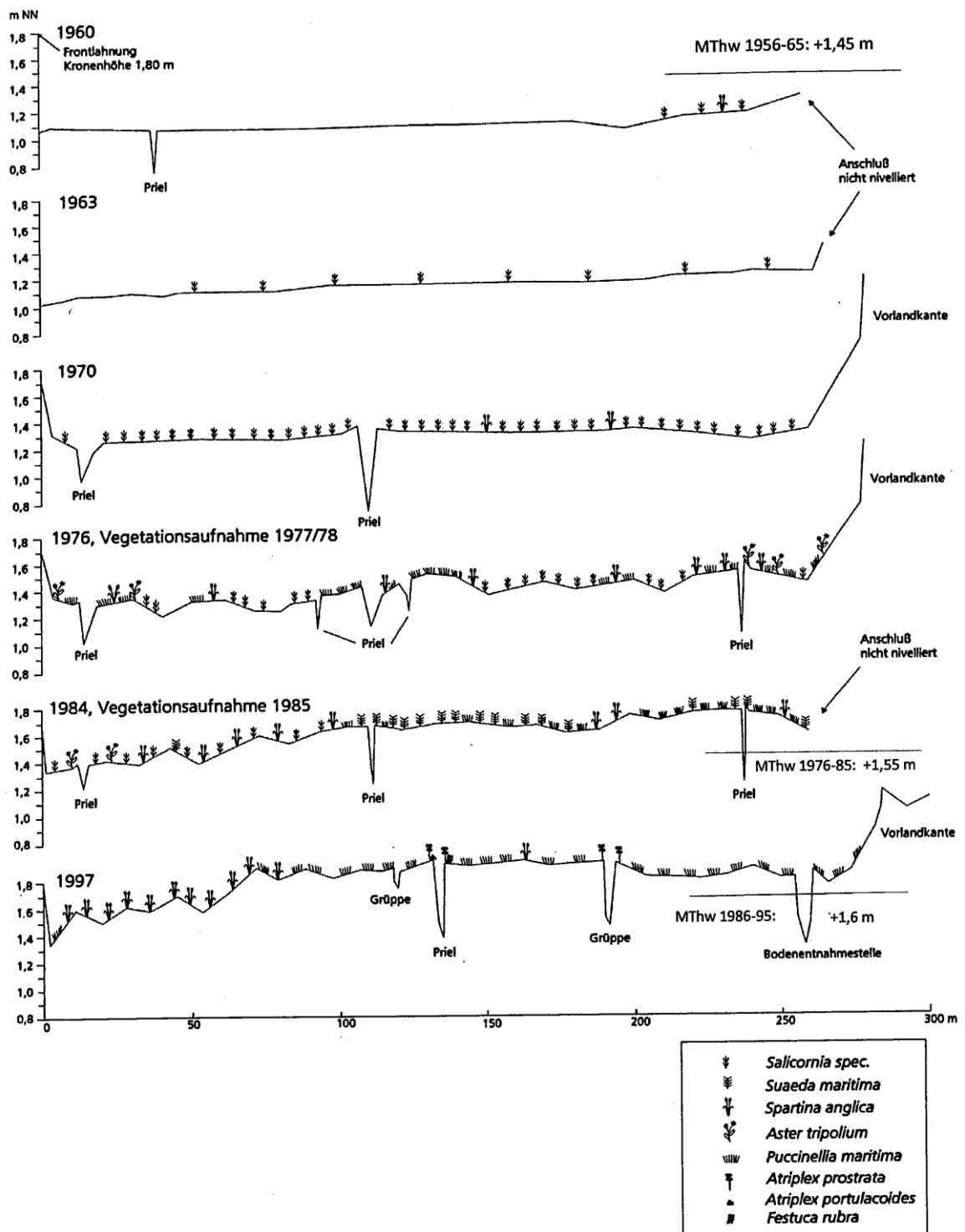
Figuur 3.3. Grondwerk in de Groninger en Friese kwelderwerken (Dijkema et al., 2001). Grondwerk is teruggebracht van 970.000 m³ in 1970 naar 7.000 m³ in 2000. RWS beperkt het grondwerk nu tot waar nodig aangooien van de rijshoutdammen en tot het voorkomen van achterloopsheid tussen de gronddammen en de rijshoutdammen.

Al in 1991 heeft de WOK-werkgroep geadviseerd het onderhoud aan de kunstmatige ontwatering van de kwelderwerken sterk te verminderen, omdat uit de analyse van de hoogte-gegevens geen effect van grondwerk op de opslibbing was aangetoond (Dijkema et al., 1991, 2001; Michaelis, 2008). De kunstmatige ontwatering heeft een stimulerend effect op de vegetatie: de vegetatiezones vestigen zich op een lager niveau en erosie als gevolg van waterplassen en kale plekken wordt voorkomen. Ontwatering door kreken heeft ook een stimulerend effect op de vegetatie (Michaelis, 2008; Figuur 3.4). We verwachten dat door een geleidelijke vernatting de spontane ontwikkeling naar vegetatie met een lage biodiversiteit (Zeekweek) afneemt, wat positief is voor de biodiversiteit van de vegetatie (hoofdstuk 4).

In twee krekenstudies van de WOK-werkgroep (Reents, 1995; Reents et al., 1999; Van Duin & Dijkema, 2003) zijn de mogelijkheden voor een natuurlijker patroon van de afwatering bekeken. Een volledig natuurlijk krekenstelsel blijkt geen reële mogelijkheid. Een krekenstelsel ontwikkelt zich vanaf de allereerste stadia van de kweldervorming, in samenhang met de natuurlijke patronen in de hoogteligging en de pioniervegetatie. De conclusie van de studies is dat een volledig natuurlijker krekenstelsel in het huidige volgroeide stadium van de kwelderwerken slechts mogelijk is door de kwelders af te graven. De tweede conclusie is dat het realistisch is om het patroon van sloten en greppels zonder onderhoud te laten functioneren.

De kunstmatige waterlopen in de kwelderwerken zijn in 1995 vergeleken met natuurlijke krekenstelsels in referentie-kwelders in Nederland, Duitsland en Engeland (GIS-studie Reents, 1995):

- De watervoerende oppervlakte in de kwelderwerken was met 20% het dubbele van de natuurlijke referentie-kwelders (10%).
- Daar staan tot 6% natte kommen in natuurlijke kwelders tegenover.
- De totale lengte aan watergangen in de kwelderwerken was slechts 20% groter dan de natuurlijke referentie-kwelders, het verschil zat in de greppels.
- Dwarsprofielen van dwarssloten en greppels waren breder en ondieper dan van natuurlijke kreken. De spontane versmalling, verdieping en verkorting van sloten en greppels is in lijn met de natuurlijke referentie.
- De dwarsprofielen van hoofdwateringen komen goed overeen met een natuurlijke referentie. Twee hoofdleidingen samen komen overeen met de natuurlijke komberging van één hoofdkreek (ca. 25 ha).



Figuur 3.4. Monitoring van niet begreppelde bezinkvelden in 28 transecten aan de Wurster Küste (Michaelis, 2008). Achtereenvolgens in de periode 1960-1997 opslibbing (gemiddeld 1,6 cm/j), vorming van natuurlijke kreken, vegetatievestiging en vegetatieontwikkeling.

Het grondwerk is op basis van experimenten in de jaren 1982-1997 en met instemming van de Stuurgroep Kwelderwerken geleidelijk afgebouwd. De laatste stap in 1997-2000 naar volledig stoppen was een beslissing van RWS. Pas nu, na 10 jaar, zijn de resultaten van deze laatste plotselinge verandering in beheer goed zichtbaar. In de Groninger kwelders zijn de huidige resultaten conform het toen gestelde doel:

- De ontwatering, de hoogteopbouw en de bodemopbouw van de kwelder zijn natuurlijker geworden.
- De watergangen versmallen en verdiepen tot een doorsnede zoals bij natuurlijke kreken. De uiteinden van de greppels slibben dicht.
- Niet voorzien was dat vee verdrinkt in diepe dwarsloten en diepe greppels met overhangende begroeiing. Bij de voorbereiding van het Waddenfonds-project Kwelderherstel Groningen blijkt dit een obstakel voor herstel van de beweiding.
- De afstroming naar de hoofdleidingen verbetert, omdat de hoogte in de verlaten zeevaartse vakken meestal afneemt.

In de Friese kwelders is het stoppen van grondwerk te abrupt gegaan:

- Door de hogere opslibbingsnelheid en door de grotere breedte van de Friese kwelder kan een totaal ontwateringssysteem van een (deel van een) bezinkveld in één winter dichtslibben.
- Dat leidt tot secundaire pioniervegetaties binnen de kwelderzone.
- Voor de toekomst lijkt het behouden van het areaal pionierzone lastiger dan het areaal kwelder. Mede omdat het kwelderareaal in de Friese kwelderwerken is verdubbeld draagt de verjonging naar secundaire pioniervegetaties bij aan het gestelde natuurdoel.
- De abrupte vermindering van de waterafvoer is hinderlijk voor de beweiding.
- De hoofdleidingen wateren soms onvoldoende af door de grote breedte van de Friese kwelders en omdat de hoogte in de verlaten zeevaartse vakken weinig of niet is afgenomen.

In de Stuurgroep Kwelderwerken is in 2008 een discussie gevoerd over doel en middel bij natuurbeheer, waarbij is vastgesteld: "beweiding is geen doel op zich, maar een middel tegen veroudering/verkweking van de kwelder". Na uitwerking is in 2009 door de Stuurgroep Kwelderwerken de onderstaande tekst vastgesteld:

"It Fryske Gea geeft enige pachters bij Ferwerd en Holwerd de ruimte voor greppelonderhoud. De Stuurgroep Kwelderwerken adviseert dat plaatselijk greppelen onder voorwaarden bijdraagt aan een gevarieerd kwelderbeheer:

- Uitsluitend in de kwelderzone, niet in de pionierzone. Natura 2000 vraagt om behoud van de pionierzone, greppelen zet successie naar kwelder in gang.
- Voorkeur voor plaatselijk greppelen in boerenkwelders met als doel het nog resterende traditionele kwelderbedrijf met intensieve beweiding voort te zetten.
- De huidige vorm van onderhoud van kleine greppels in freeswerk is goed.
- Precedentwerking in de kwelderwerken voorkomen door een maximumdiepte van enkele pandjes in de omvang van 2008. De situatie in 2008 in de meetvakken bij Ferwerd en Holwerd staat in Bijlage 6.

Samengevat betekent dit voor het greppelonderhoud van de kwelderwerken:

- In de kwelders van de kwelderwerken de begreppeling beperken tot de situatie en omvang van 2008.
- Nergens begreppelen in de pionierzones van de kwelderwerken.
- Slechts begreppelen in de secundaire pionierzones van de kwelderwerken waar dat in 2008 al plaatsvond of waar gevaar is op erosie van meer dan 5% van de totale kwelderoppervlakte.
- It Fryske Gea overlegt vooraf met haar pachters over het uit te voeren greppelonderhoud, geeft het resultaat door aan RWS Waterdistrict Waddenzee.
- Verschillen in beheer zoals tussen de westelijke Dollard (traditioneel kwelderbeheer met intensieve beweiding en greppelonderhoud) en de oostelijke Dollard (extensief natuurbeheer) dragen bij aan een gevarieerd kwelderbeheer dat leidt tot een hogere biodiversiteit.

4 Monitoring van de biodiversiteit van de kweldervegetatie

4.1 Biodiversiteit en beweiding in de kwelderwerken

Naast het kwelderareaal is de biodiversiteit van de vegetatie van steeds groter belang. Successie van opeenvolgende vegetaties is een autonoom proces (Westhoff *et al.*, 1998) als gevolg van o.a. opslibbing. Als een kwelder in zijn eindfase komt kunnen climaxvegetaties sterk gaan domineren. Climaxvegetaties hebben een soortenarme vegetatie met een lage biodiversiteit. Ook de biodiversiteit aan biotopen voor vogels en ongewervelde dieren (insecten, spinnen) neemt in climaxvegetaties af (Dijkema *et al.*, 2001). Dit proces wordt veroudering genoemd. Het kort houden van de vegetatie door beweiding kan de ontwikkeling van een climaxvegetatie vertragen (door ganzen en hazen) of kan die tegengaan (door beweiding met vee). Extensieve tot matige beweiding zorgt voor variatie in de hoogte en de structuur van de vegetatie (Bakker *et al.*, 2003a, 2003b; Kleyer *et al.*, 2003). Alleen intensieve beweiding gaat veroudering van de vegetatie volledig tegen (met name de uitbreiding van Riet in de Dollard; Esselink, 2000), maar is nadelig voor een gevarieerde biodiversiteit aan vegetatie, ongewervelde dieren en broedvogels.

De huidige economische ontwikkeling in de landbouw leidt tot een afnemende beweiding van kwelders. Door de leeftijd en de hoogte van het merendeel van onze kwelders heeft deze ontwikkeling de afgelopen 20 jaar geleid tot een sterke uitbreiding van soortenarme climaxvegetaties met Zeekweek op zoute kwelders en Riet en Kweek op brakke kwelders (Dollard). Dit is een algemeen verschijnsel dat zich op veel kwelders voordoet. Het basisproces dat op de vastelandkwelders aan veroudering ten grondslag ligt is de opslibbing, waardoor de pionierzone verandert in achtereenvolgens lage, midden- en hoge kwelderzone (Van Duin *et al.*, 2007a).

Situatie beweiding kwelderwerken rond 1980

Friese kwelders: twee uitersten in beweiding, biljartlaken-beweiding of geen beweiding, waardoor weinig variatie in de vegetatie. De intensieve beweiding vindt op brede kwelders plaats in combinatie met de aangrenzende zomerpolders. Daardoor heeft het vee een vluchtplaats bij hoge waterstanden.

Groninger kwelders: mozaïekbeweiding omdat de beweidingsintensiteit nogal verschilt per oevereigenaar. Daardoor veel variatie in de vegetatie, en in de vogels die er broeden, grazen en overtijen. De beweiding vindt op een relatief smalle strook kwelders plaats en er zijn geen vluchtplaatsen bij hoge waterstanden.

Situatie beweiding kwelderwerken na 2000

De variatie in zoutplantenvegetaties gaat snel achteruit door minder beweiding en voortgaande opslibbing. De afname van beweiding vindt in Groningen al vanaf de dijkophoging in 1980 plaats. Dit leidt in toenemende mate tot uitgestrekte veroudering met Zeekweek. Friesland volgt in een langzamer tempo hetzelfde proces.

De veranderingen van de biodiversiteit van de kweldervegetatie voor de periode 1960-2009 is in beeld gebracht op basis van 25 WOK-meetvakken. De vegetatie-opnamen in de meetvakken zijn voor alle subvakken vertaald naar plaatjes met de kenmerkende plantengroepen per successie-stadium (SALT97; De Jong *et al.*, 1998). De plaatjes zijn voor het westelijke en het oostelijke transect per meetvak en voor 8 samenvattende tijdperioden overgebracht naar de Tabellen 4.1a en b. In de meetvakken is de keuze voor dominantie van Zeeaster of Zeekweek gemaakt vanaf een bedekking > 18% en wordt gescoord in de kwelderwerken zonder de boerenkwelders. Daarom leveren de meetvakken een relatief hoger aandeel climax met Zeekweek op dan de vlakdekkende vegetatiekaarten. In de tabellen is de ontwikkeling in de meetvakken te zien:

- Van 1960 tot 1980-1990 het traditionele beeld van kwelderwerken: kwelderzones volgen elkaar in de tijd op door opslibbing (donkerblauw -> lichtblauw -> groen).
- Vanaf 1980-1990 tot nu de gevolgen van opslibbing en afname van de beweiding. Eerst een toename van het aantal kwelderplanten, waaronder prominent bloeiende Zeeaster (hoge biodiversiteit = violet). Daarna sterke uitbreiding tot dominantie van een soortenarme climax met Zeekweek (lage biodiversiteit = geel).
- In de periode 2000-2004 wordt de kwelderzone in de meetvakken in 17 van de 26 Groninger transecten (65%) gedomineerd door de climax met Zeekweek. In Friesland zijn de kwelderwerken in de periode 2000-2004 met 6 van de 24 transecten (25%) in de meetvakken veel minder verouderd. In 2009 is het aandeel transecten waar de climax met Zeekweek domineert in de Friese meetvakken verdubbeld tot 50%.

Tabel 4.1a. Biodiversiteit kwelderwerken Friesland, meetvakken 1960-2009 per beweidingssklasse. Nummering transecten in meetvakken oplopend van west naar oost. Gemiddelde beweiding na 1980. (Co-)dominante plantengroepen gemiddeld voor alle kwelderpandjes (=subvakken).
1e keuze voor Zeeaster (violet) of Climax Zeekweek (geel) bij bedekking > 18%.
2e keuze voor dominante zone pionier, laag of midden.

		Pionierplanten Zeekraal en Engels slijkgras							
		Lage kwelderplanten Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde							
		Midden kwelderplanten Zeealsem, Engels gras, Zilte rus, Rood zwenkgras, Fioringras, Zeemelkruid							
		Zeeaster in diverse zones (soms met de kwelderplanten Gerande schijnspurrie, Schorrezoutgras, Lamsoor, Zeeweegbree)							
		Climaxplant Zeekweek (soms Spiesbladmelde, Strandmelde)							
TRANSECTEN		1960-1969	1970-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	(2005)-2009
FRIESLAND									
5	onbeweid								
8	onbeweid								
21	onbeweid								
24	onbeweid								
186	onbeweid								
205b	onbeweid								
208b	onbeweid								
41	ext. beweid								
44	ext. beweid								
53	ext. beweid								
56	ext. beweid								
167	ext. beweid								
170	ext. beweid								
183	ext. beweid								
69	int. beweid								
72	int. beweid								
85	int. beweid								
88	int. beweid								
101e	int. beweid								
104e	int. beweid								
121	int. beweid								
124	int. beweid								
145	int. beweid								
148	int. beweid								

Tabel 4.1b. Biodiversiteit kwelderwerken Groningen, meetvakken 1960-2009 per beweidingsklasse. Nummering transecten in meetvakken oplopend van west naar oost. Gemiddelde beweiding na 1980. (Co-)dominante plantengroepen gemiddeld voor alle kwelderpandjes (=subvakken).
1e keuze voor Zeeaster (violet) of Climax Zeekweek (geel) bij bedekking > 18%.
2e keuze voor dominante zone pionier, laag of midden.

		Beweidingsklasse							
		Pionierplanten Zeekraal en Engels slijkgras							
		Lage kwelderplanten Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde							
		Midden kwelderplanten Zeealsem, Engels gras, Zilte rus, Rood zwenkgras, Fioringras, Zeemelkkruid							
		Zeeaster in diverse zones (soms met de kwelderplanten Gerande schijnspurrie, Schorrezoutgras, Lamsoor, Zeeweegbree)							
		Climaxplant Zeekweek (soms Spiesbladmelde, Strandmelde)							
TRANSECTEN GRONINGEN		1960-1969	1970-1979	1980-1984	1985-1989	1990-1994	1995-1999	2000-2004	(2005)-2009
286	onbeweid								
289	onbeweid								
356	onbeweid								
359	onbeweid								
468	onbeweid								
471	onbeweid								
488	onbeweid								
491	onbeweid								
263	ext. beweid								
308	ext. beweid								
311	ext. beweid								
324	ext. beweid								
327	ext. beweid								
337	ext. beweid								
339	ext. beweid								
372	ext. beweid								
392	ext. beweid								
395	ext. beweid								
412	ext. beweid								
415	ext. beweid								
260	int. beweid								
375	int. beweid								
428	int. beweid								
431	int. beweid								
448	int. beweid								
451	int. beweid								

- In de Groninger meetvakken is Zeekweek in 2009 gestabiliseerd door iets meer beweiding, maar is nog steeds het hoogst. In de transecten 375 en 412 is de climax met Zeekweek door beweiding een stap in de succesie teruggezet.
- De successie/veroudering naar de climax met Zeekweek en de afname van de biodiversiteit van de afgelopen 20 jaar is een natuurlijk gevolg van de opslibbing in combinatie met de afnemende beweiding in de kwelderwerken.
- De vegetatie-opnamen in het kwelderdeel van de meetvakken zijn in 2005 door RWS beëindigd waardoor deze unieke langlopende monitoringserie is onderbroken. In 2009 zijn de meetvakken door IMARES opgenomen vanwege het belang van deze tabellen om de biodiversiteit van de kwelder te tonen.

4.2 Vegetatiekaarten van alle Friese en Groninger vastelandkwelders

RWS Waterdistrict Waddenzee maakte van 1960-1980 jaarlijks gebiedsdekkende vegetatiekaarten in de kwelderwerken (Bouwsema, 1987). Vanaf 1980 maakt RWS-DID in een 5-6 jaarlijkse cyclus vegetatiekaarten van alle kwelders en schorren in Nederland (project VEGWAD, Bijlage 1; www.kwelders.nl). De kartering van 2009 is uitgevoerd op basis van luchtfoto's van 2008 plus veldwerk van 2009. De kartering is een 'landscape guided vegetation survey' op basis van false colour luchtfoto's 1:5.000. De legenda-eenheden worden toegewezen volgens een vaste classificatie met de computer (Dijkema & Bossinade, 1990: SALTMARSH). In de looptijd van de monitoring is die vaste classificatie twee maal verbeterd, in 1997 (De Jong *et al.*, 1997: SALT, 1997) en in 2008 (Kers *et al.*, in prep.; SALT, 2008). Bij de laatste slag zijn o.a. enige vegetatietypen met Zeealsem en met Zeekweek tussen zones verschoven. Daarom zet RWS-DID momenteel de SALT 1997 vegetatiezones van alle oude vegetatiekaarten om naar de nieuwe kolommen LEGzone en KRW uit SALT 2008 (Bas Kers (RWS) mondelinge mededeling). Daarnaast is Trilateraal voor de drie Waddenzeelanden een gezamenlijke Tmap-classificatie afgesproken op basis van SALT 1997/2008. De Tmap-kaarten geven het eenvoudigste en beste visuele overzicht van de biodiversiteit aan vegetatietypen, maar missen de midden kwelderzone.

IMARES werkt voor een optimale leesbaarheid van de kaarten al decennia met een eigen vertaalslag naar 8 vegetatiezones en 2 climaxtypes zoals opgenomen in SALT 1997. In Tabel 4.2 en Figuur 4.1 zijn de VEGWAD kaarten vereenvoudigd tot het niveau van deze vegetatiezones en climaxvegetaties (kaartbestanden vanaf 1960 door IMARES, per kaartvlak beperkt tot het meest voorkomende SALT-type).

De keuze voor de Climax met Zeekweek ligt op de vegetatiekaarten vanaf een bedekking > 25% en het areaal wordt gebiedsdekkend in de totale kwelder (met ook de boerenkwelders) op basis van alle kwelderzones berekend. De grens voor (co-) dominantie van de Climax Zeekweek ligt in de meetvakken een klasse lager (> 18% bedekking) en wordt gescoord per subvak van 1 ha in het kleinere areaal van de meetvakken. Daarom leveren de meetvakken een hoger percentage Climax Zeekweek op.

Op de vegetatiekaarten zien we het volgende:

- In deelgebied Friesland West zijn de arealen Pre-pionierzone (code 11) en Pionierzone (12) na 2003 bijna verdwenen. Dat is een gevolg van stoppen van damonderhoud (paragraaf 3.3).
- Langs Het Bildt (Friesland West) en het Noorderleegh (Friesland Midden) is het areaal Kwelderzone met pionierplanten (Zeekraal en/of Schorrekruid; code 22) na 2003 fors toegenomen van in totaal 50 ha naar 334 ha (West 20% en Midden 14% van het areaal), zowel in de kwelderwerken als in de verkwelderde zomerpolder. Het patroon van de verandering omvat de gehele pandjes, wat duidt op vernatting door een dichtgeslibd ontwateringssysteem in combinatie met vertrapping door beweiding met paarden. De vertrapping van kweldervegetatie door paarden is al in 1987 en 1988 beschreven in de proefvakken (PQ's) van de WOK-werkgroep langs de Noordpolder (interne WOK-jaarverslagen over 1986 en 1987). Voor 1989 en 1990 wordt gesproken over herstel van de kweldervegetatie na het stoppen van de beweiding met paarden (intern WOK-jaarverslag 2000).
- In deelgebied Friesland West is Climax Zeekweek (code 32) tussen 2003 en 2009 gehalveerd naar 21% van het kwelderareaal. Dat komt omdat het gehele gebied in beweiding is genomen. In de meetvakken haalt Zeekweek in 2000-2004 en (2005)-2009 scores van resp. 56% en 78%.

Tabel 4.2 Vegetatiezones en Climaxvegetaties volgens SALT97 / SALT2008 in de Friese en Groninger kwelders (inclusief NO Friesland, Punt van Reide, Dollard, boerenkwelders, zonder de midden Friese zomerpolders). Op basis van vegetatiekaarten van RWS-DID (VEGWAD, recentste opname op basis van luchtfoto's van 2008 en veldwerk van 2009).

Salt 97	zone	1982	1987	2003	2009
		ha	ha	ha	ha
Friese kwelderwerken WEST (0-63)					
11	pre-pionierzone	35	63	110	0,1
12	pionierzone	129	86	158	4
totaal Habitattypen 1310		164	150	268	4
21	lage kwelderzone	91	121	99	32
22	kwelderzone met pionierplanten		3	35	83
31	midden kwelderzone	18	30	3	16
32	climaxvegetatie met Zeekweek			177	89
33	midden kwelder, planten hoge zone	54			47
41	hoge kwelderzone	148	170	173	159
43	climaxvegetatie met Riet				
totaal Habitattypen 1330		311	324	488	425
Friese kwelderwerken MIDDEN (63-187)					
11	pre-pionierzone	149	85	173	27
12	pionierzone	334	198	356	132
totaal Habitattypen 1310		483	283	530	159
21	lage kwelderzone	555	558	365	395
22	kwelderzone met pionierplanten	4		15	251
31	midden kwelderzone	285	246	164	108
32	climaxvegetatie met Zeekweek		11	120	129
33	midden kwelder, planten hoge zone	10		3	4
41	hoge kwelderzone	1016	957	1105	933
43	climaxvegetatie met Riet				3
totaal Habitattypen 1330		1870	1772	1772	1823
Friese kwelderwerken OOST (187-221)					
11	pre-pionierzone	40	16	36	1
12	pionierzone	57	31	43	27
totaal Habitattypen 1310		97	47	79	28
21	lage kwelderzone	62	70	50	31
31	midden kwelderzone	19	1	0,1	7
32	climaxvegetatie met Zeekweek		20	85	89
41	hoge kwelderzone	31	30	3	4
43	climaxvegetatie met Riet				3
totaal Habitattypen 1330		112	121	138	134

- In deelgebied Friesland midden is Climax Zeekweek (code 32) tussen 1987 en 2003 vertienvoudigd naar 7% van het kwelderareaal. Daarna blijft het areaal Climax Zeekweek op de vegetatiekaart van 2009 met 7% stabiel. Toename van de Climax Zeekweek is het gevolg van natuurlijke successie (veroudering) door opslibbing en een afnemende beweiding. In de meetvakken haalt Zeekweek in 2000-2004 en (2005-)2009 scores van resp. 8% en 23%.
- In deelgebied Friesland Oost is Climax Zeekweek (32) tussen 2003 en 2009 stabiel met ruim 60% van het kwelderareaal. Het patroon op de vegetatie-kaart laat een uitbreiding van Zeekweek aan de zeekant zien, en een afname middenop de kwelder waar recent terreinen in beweiding zijn genomen. In de meetvakken haalt Zeekweek in 2000-2004 en (2005-)2009 scores voor beide perioden van 100%.

Salt97	zone	1992	1997	2003	2009
code	Vastelandwelders NO Friesland	ha	ha	ha	ha
	t Schoor				
10	kale zone		0,5		
11	pre-pionierzone	5	10	1	0,5
12	pionierzone > 5%		5	3	4
	totaal Habitatype 1310	5	14	3	4
21	lage kwelderzone	4	1	1	5
22	lage kwelder met pionierplanten		0.1	1	3
31	midden kwelderzone		3	0,6	
32	climaxvegetatie met (Zee-)Kweek			0,5	
33	midden kwelder, planten hoge zone				
41	hoge kwelderzone	26	18	21	19
43	climaxvegetatie met riet				
	totaal Habitatype 1330	30	22	25	26
	Wierum				
10	kale zone	1			
11	pre-pionierzone	14	3		0,4
12	pionierzone > 5%		1	0,4	
	totaal Habitatype 1310	14	4	0,4	0,4
21	lage kwelderzone		4	3	4
22	lage kwelder met pionierplanten		0,7	1	1
31	midden kwelderzone		2	0,6	
32	climaxvegetatie met (Zee-)Kweek				
33	midden kwelder, planten hoge zone				
41	hoge kwelderzone	14	5	6	6
43	climaxvegetatie met riet				
	totaal Habitatype 1330	14	12	11	11
	Peazemerlannen				
10	kale zone	0,7	2		
11	pre-pionierzone	9	31	37	61
12	pionierzone > 5%	14	6	8	18
	totaal Habitatype 1310	23	37	45	79
21	lage kwelderzone	33	13	37	29
22	lage kwelder met pionierplanten		24	5	10
31	midden kwelderzone	5	16	24	22
32	climaxvegetatie met (Zee-)Kweek	40	45	52	67
33	midden kwelder, planten hoge zone				
41	hoge kwelderzone	78	67	53	38
43	climaxvegetatie met riet				
	totaal Habitatype 1330	156	164	170	166

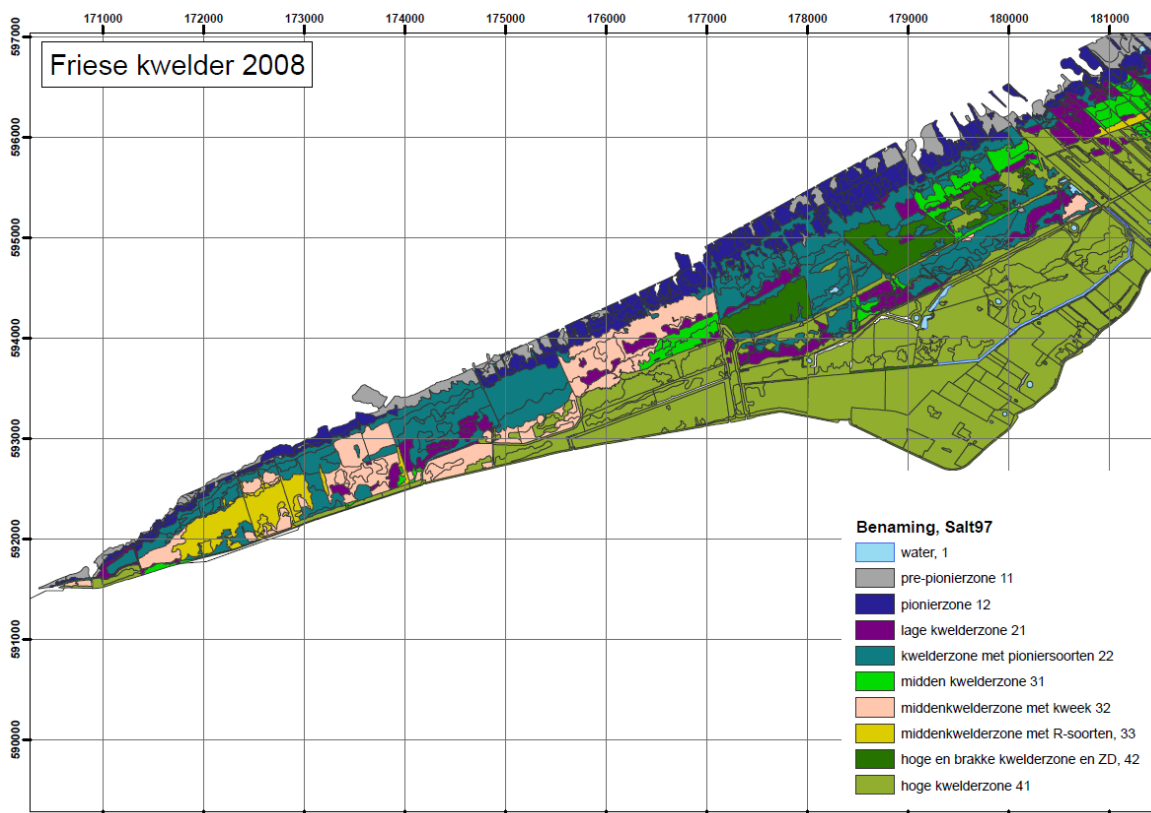
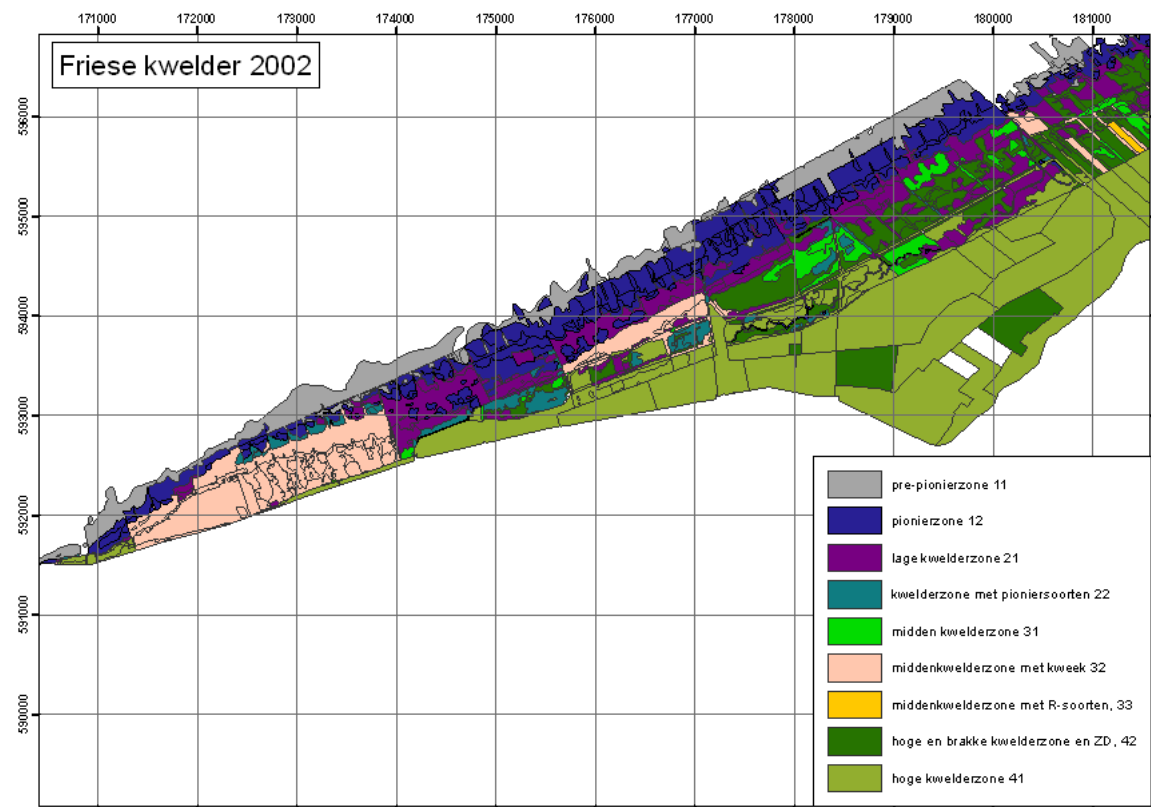
- Op het wad voor de Peazemerlannen neemt het areaal Pre-pionierzone (code 11) en Pionierzone (1.2) over de gehele periode enorm toe.
- In kwelder van de Peazemerlannen neemt het areaal Climax Zeekweek (code 32) in de gehele periode toe naar 40% van het areaal kwelder plus zomerpolder. Dat is het gevolg van natuurlijke successie (veroudering) door opslibbing en het ontbreken van beweiding in het grootste deel van de kwelder.

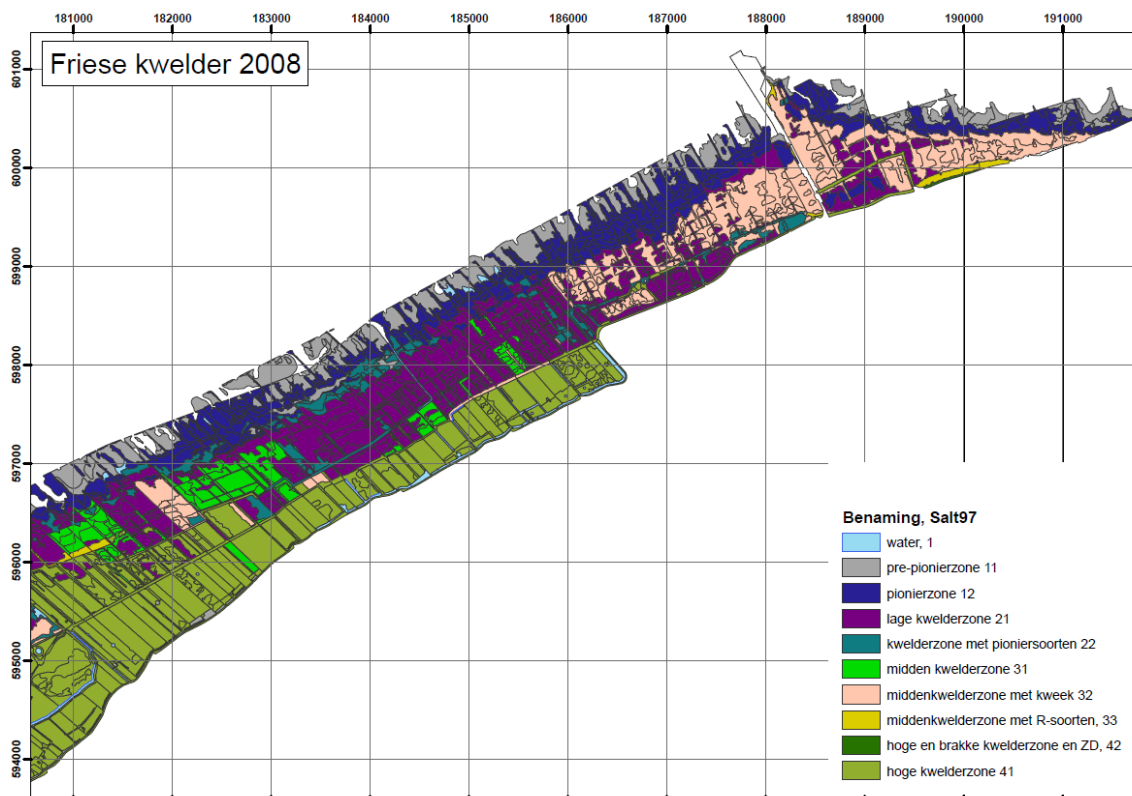
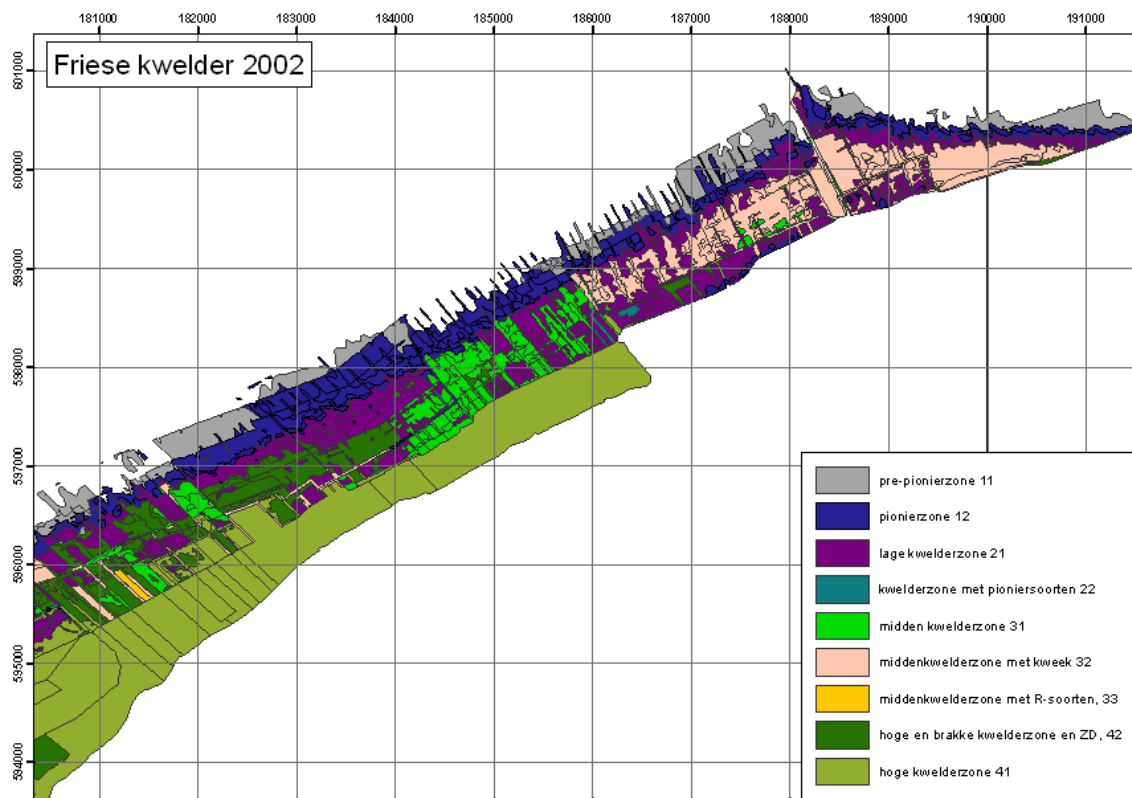
Salt97	zone	1982	1987	1992	1997	2003	2009
code		ha	ha	ha	ha	ha	ha
Groningen WEST (250-332)							
11	pre-pionierzone	35	45	56	203	64	43
12	pionierzone	241	181	149	87	134	122
totaal Habitattype 1310		277	226	205	290	198	165
21	lage kwelderzone	266	262	185	266	131	94
22	kwelderzone met pionierplanten	1			19	2	2
31	midden kwelderzone	68	85	175	22	20	11
32	climaxvegetatie met Zeekweek	17	27	24	81	214	245
33	midden kwelder, planten hoge zone					1	6
41	hoge kwelderzone			4	1	5	1
43	climaxvegetatie met Riet						
totaal Habitattype 1330		351	374	388	388	373	360
Groningen MIDDEN (332-404)							
11	pre-pionierzone	30	67	55	148	46	15
12	pionierzone	96	161	97	89	107	131
totaal Habitattype 1310		126	229	152	236	153	145
21	lage kwelderzone	206	185	93	171	110	88
22	kwelderzone met pionierplanten				14	1	3
31	midden kwelderzone	179	30	155	13	19	9
32	climaxvegetatie met Zeekweek	7	29	9	55	107	130
33	midden kwelder, planten hoge zone					11	3
41	hoge kwelderzone		2		5	4	13
43	climaxvegetatie met Riet						
totaal Habitattype 1330		392	246	265	258	251	245
Groningen OOST (404-500)							
11	pre-pionierzone	20	133	64	208	139	38
12	pionierzone	207	194	129	120	192	269
totaal Habitattype 1310		227	326	193	328	331	307
21	lage kwelderzone	339	188	140	156	115	131
22	kwelderzone met pionierplanten	22			4	0,1	7
31	midden kwelderzone	104	79	125	44	90	52
32	climaxvegetatie met Zeekweek	9	8	10	57	80	79
33	midden kwelder, planten hoge zone					0,1	11
41	hoge kwelderzone	20	30	46	37	21	9
43	climaxvegetatie met Riet						
totaal Habitattype 1330		493	305	322	298	307	289

- In de Groninger kwelderwerken is het areaal Kwelderzone met pionierplanten (Zeekraal en/of Schorrekruid; 22) in tegenstelling tot Friesland weinig veranderd, een toename van 3 ha naar 12 ha op vooral de boerenkwelder.
- Langs van het midden van de Negenboerenpolder (Groningen West) is ca. 20 ha Lage kwelderzone (21) veranderd naar Pionierzone (Zeekraal en/of Spartina; 12). Het patroon van de verandering op de vegetatiekaart ligt op het midden van de pandjes, wat duidt op vernatting door alleen de dichtzittende greppels.
- In deelgebied Groningen West is Climax Zeekweek (32) toegenomen van 57% naar 68% van het kwelderareaal. Dat is het gevolg van natuurlijke successie (veroudering) door opslibbing en te weinig beweiding. In de meetvakken haalt Zeekweek in 2000-2004 en (2005-)2009 scores van resp. 75% en 88%.

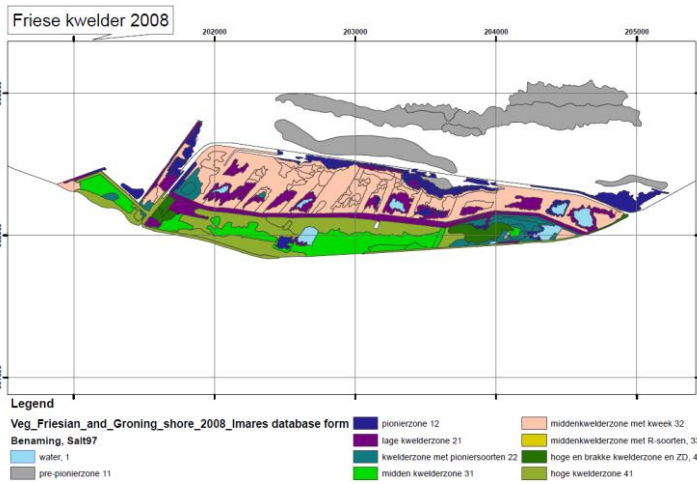
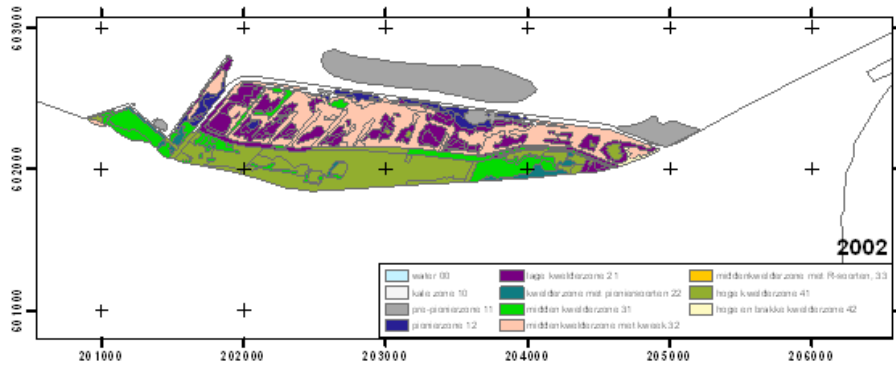
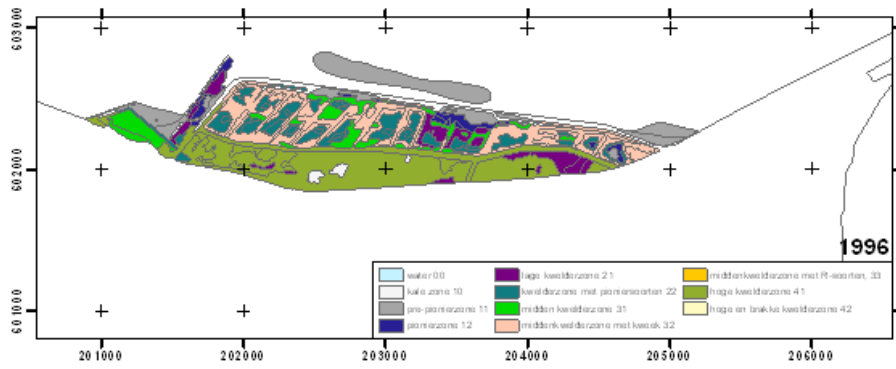
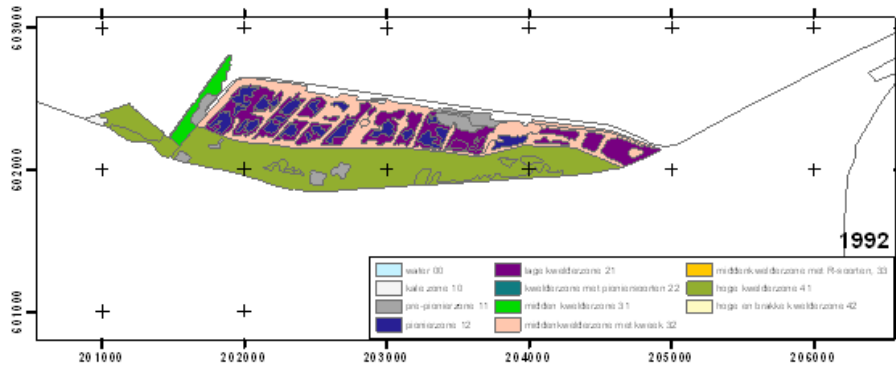
Salt 97 code	zone	1981 ha	1988 ha	1995 ha	1999 ha	2006 ha
Dollard (NL)						
11	pre-pionierzone		18	30		3
12	pionierzone > 5%			4	15	18
totaal Habitatype 1310		0	18	34	15	21
21	lage kwelderzone	529	399	398	348	322
22	lage kwelder met pionierplanten		21	9	27	56
31	midden kwelderzone		12	5	0.3	78
32	climaxvegetatie met Kweek	57	73	66	80	10
33	midden kwelder, planten hoge zone				0.4	
41	hoge kwelderzone	115	139	98	142	100
43	climaxvegetatie met Riet	46	62	99	87	114
totaal Habitatype 1330		748	706	676	685	682
Punt van Reide						
11	pre-pionierzone			0.2		1
12	pionierzone					0.1
totaal Habitatype 1310		0	0	0	0	1
21	lage kwelderzone	5	2	1	3	8
22	lage kwelder met pionierplanten				0.1	0
31	midden kwelderzone	21	16	21		20
32	climaxvegetatie met (Zee-)Kweek	0.1			0.0	3
33	midden kwelder, planten hoge zone				17	3
41	hoge kwelderzone	22	31	26	29	16
43	climaxvegetatie met Riet	0.3				
totaal Habitatype 1330		48	49	48	49	49

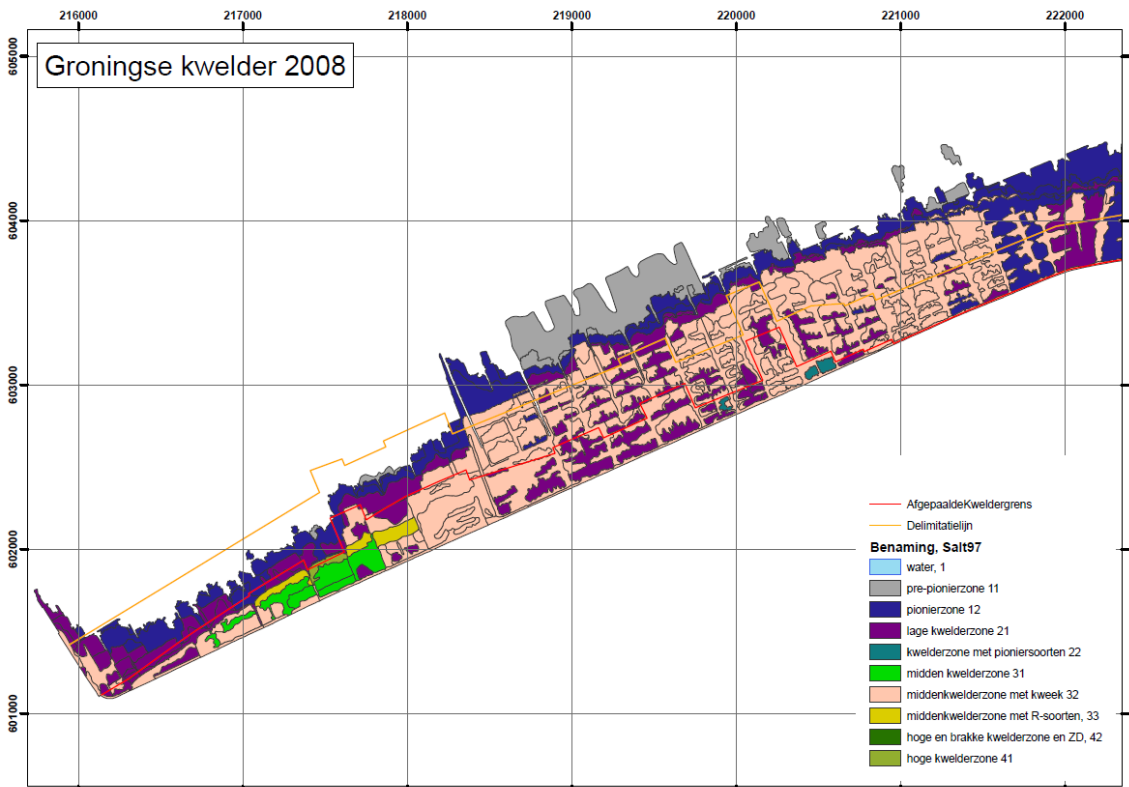
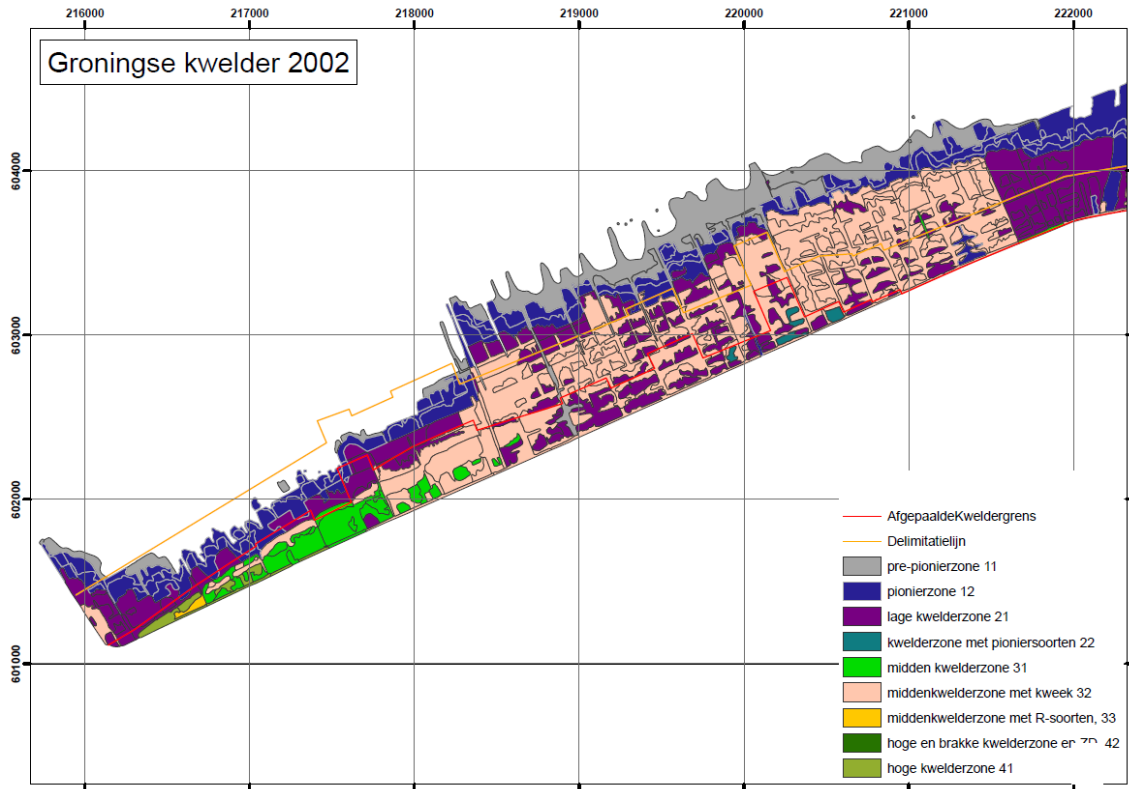
- In deelgebied Groningen Midden is Climax Zeekweek (32) toegenomen van 43% naar 53% van het kwelderareaal. Dat is het gevolg van natuurlijke successie (veroudering) door opslibbing en te weinig beweiding. In de meetvakken haalt Zeekweek in 2000-2004 en (2005)-2009 scores in beide perioden van 75%.
- In deelgebied Groningen Oost is Climax Zeekweek (32) met 27% van het kwelderareaal stabiel. Dat is het gevolg van een tamelijk intensieve beweiding, die in combinatie met de langs Noordpolder aanwezige hoge kwelders nog steeds uitvoerbaar is. In de meetvakken haalt Zeekweek in 2000-2004 en (2005-)2009 scores van resp. 50% en 40%.
- In de Dollard schommelt het totale areaal Pionierzone plus Kwelderzone vanaf 1988 rond de 700 ha en neemt na 1999 niet meer af.
- In het deelgebied Dollard Oost is het areaal Kwelderzone met pionierplanten (Zeekraal en/of Schorrekruid; 22) na 1981 toegenomen naar 56 ha (8% van het areaal NL Dollard kwelders). Dat is een gevolg van vernatting door stoppen van het greppelonderhoud omstreeks 1985.
- In de Dollard neemt het areaal Climax Kweek (32) tussen 1999 en 2006 af naar slechts 1,5% van het kwelderareaal. Oorzaak is de stabiele beweiding door de oevereigenaren (West) en Het Groninger Landschap (Oost).
- In het deelgebied Dollard Oost neemt Climax Riet (43) in de gehele periode geleidelijk toe van 46 naar 114 ha, dat is 17% van het kwelderareaal. De matige beweiding is voldoende om Kweek (32) terug te dringen, maar niet intensief genoeg om uitbreiding van Riet (43) tegen te gaan.

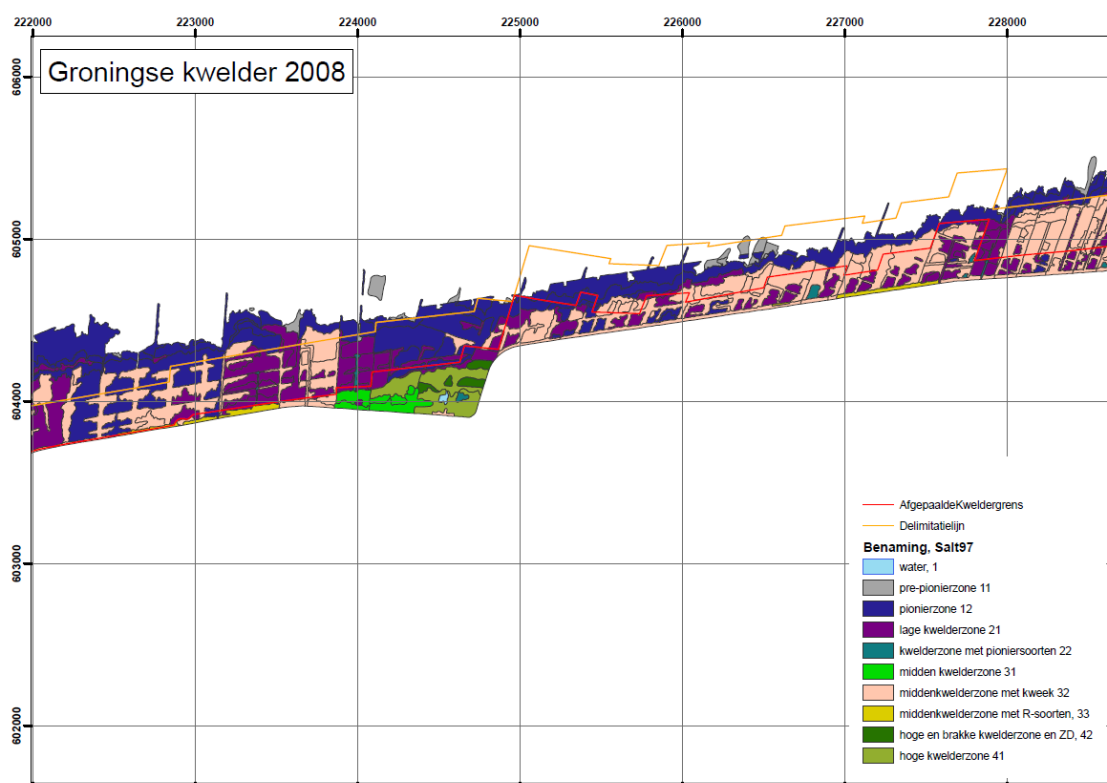
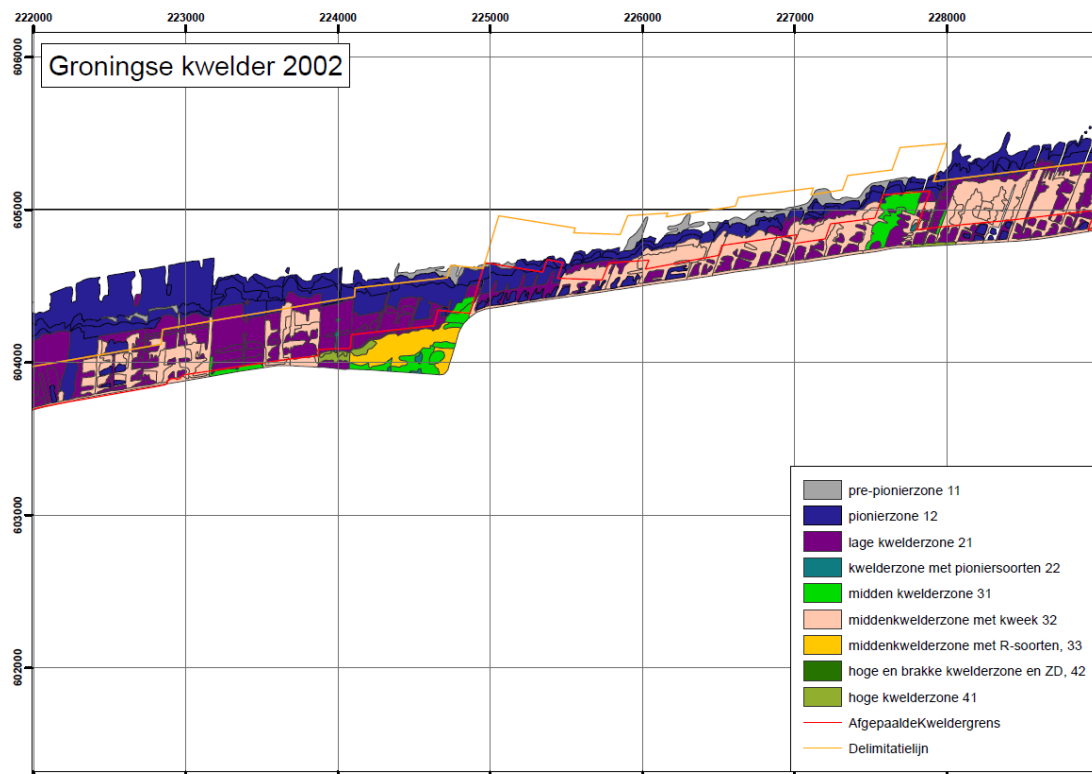


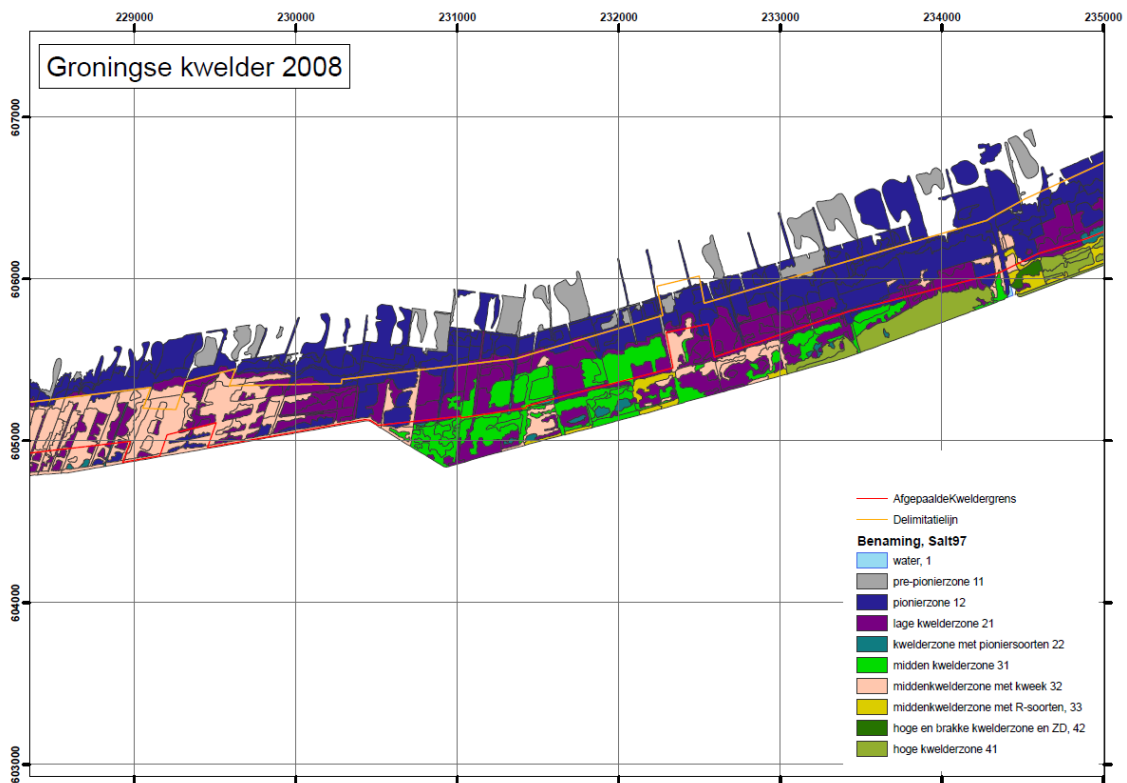
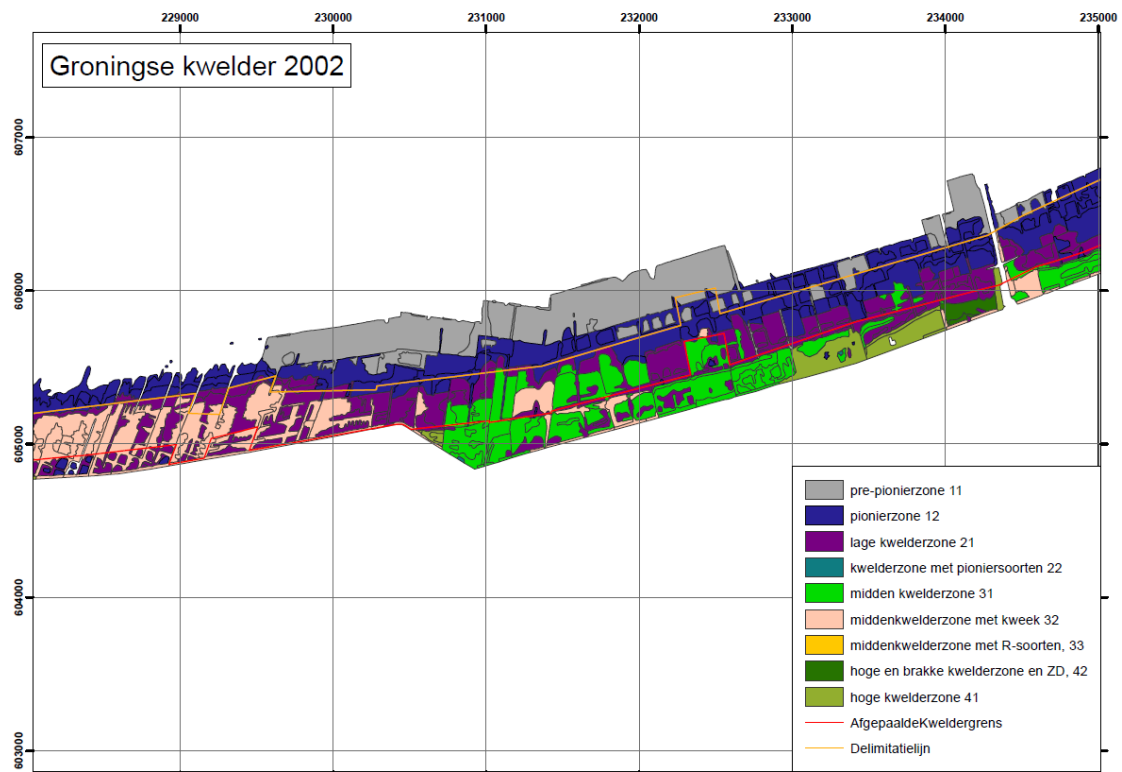


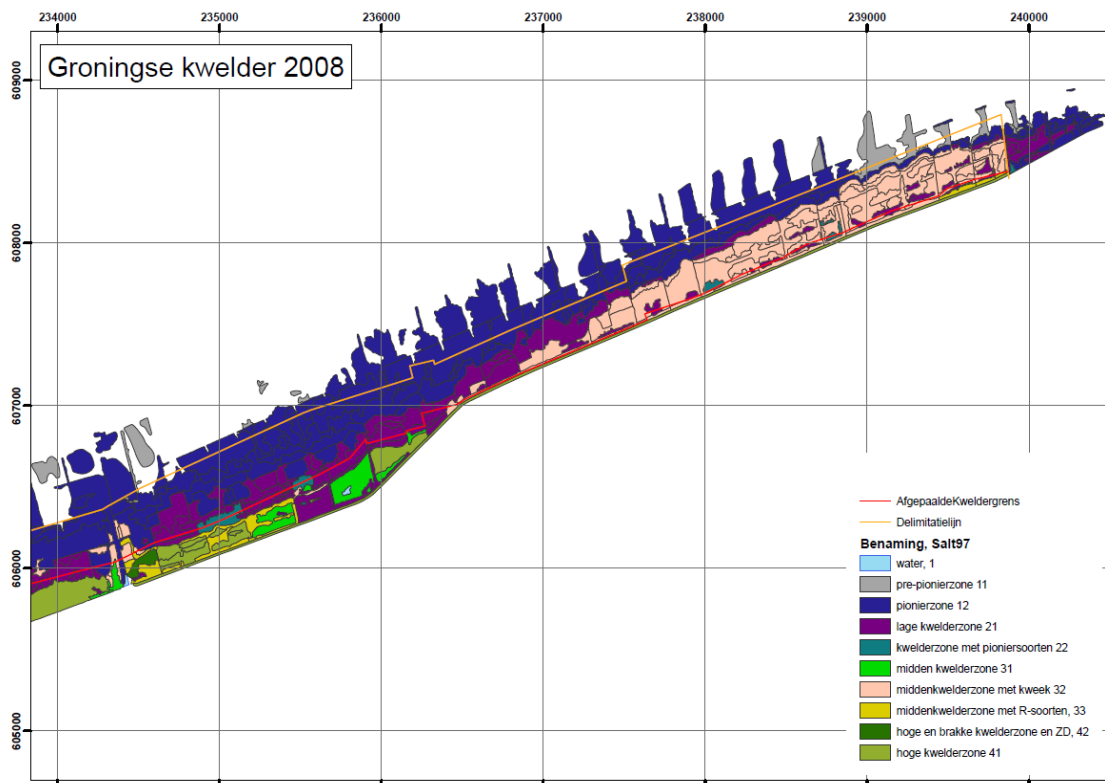
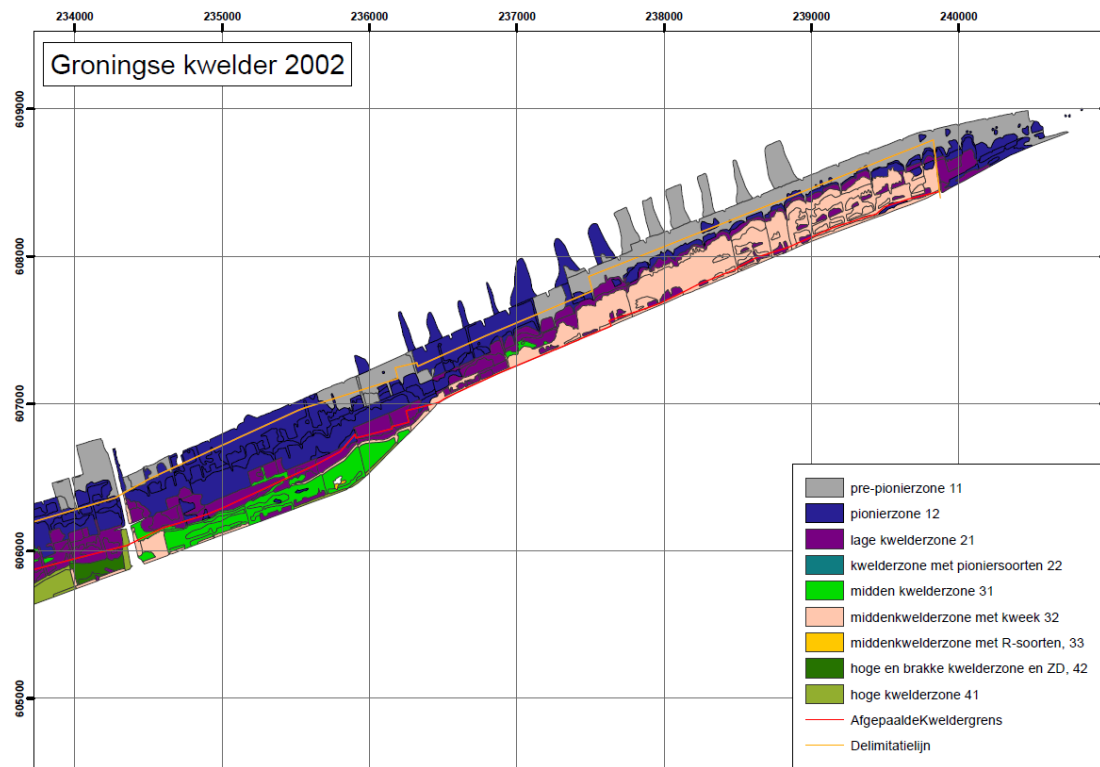
Peazemerlannen

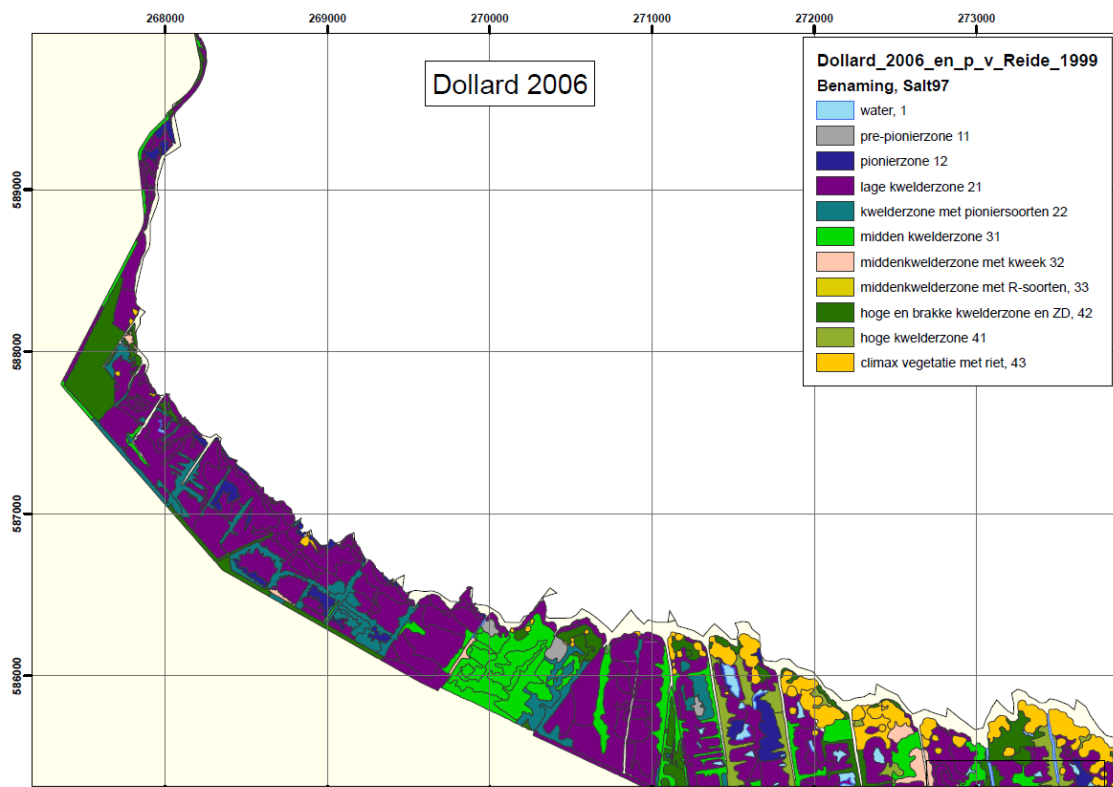
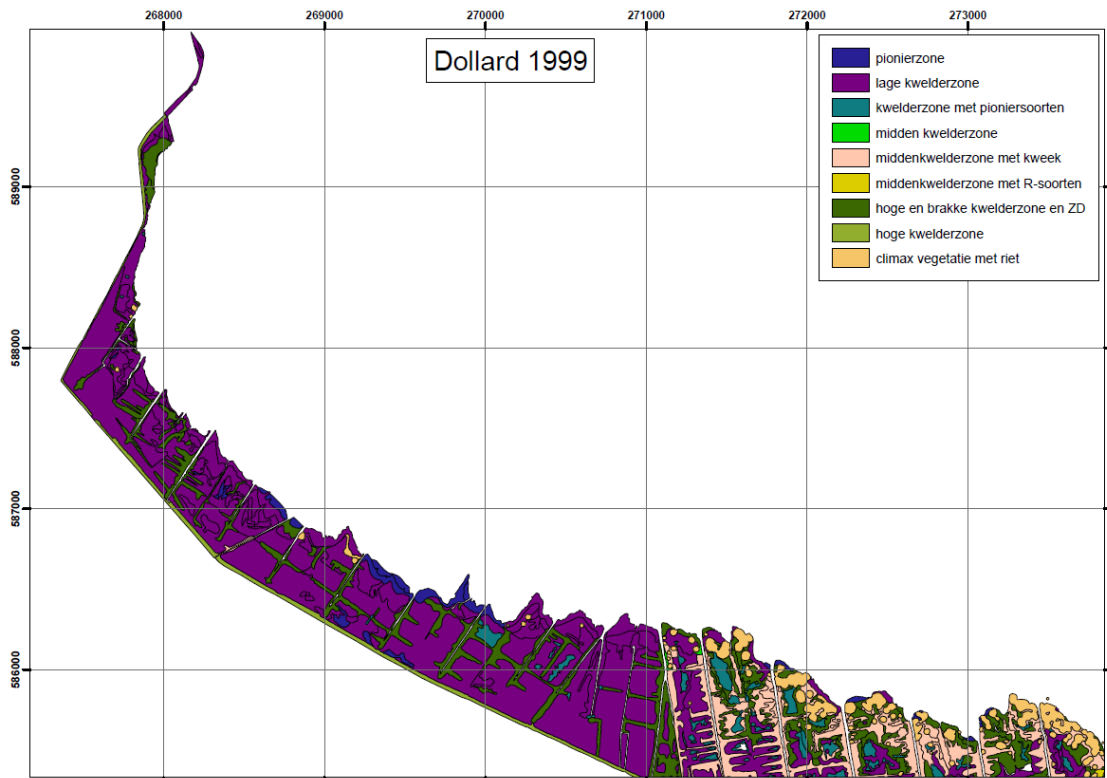


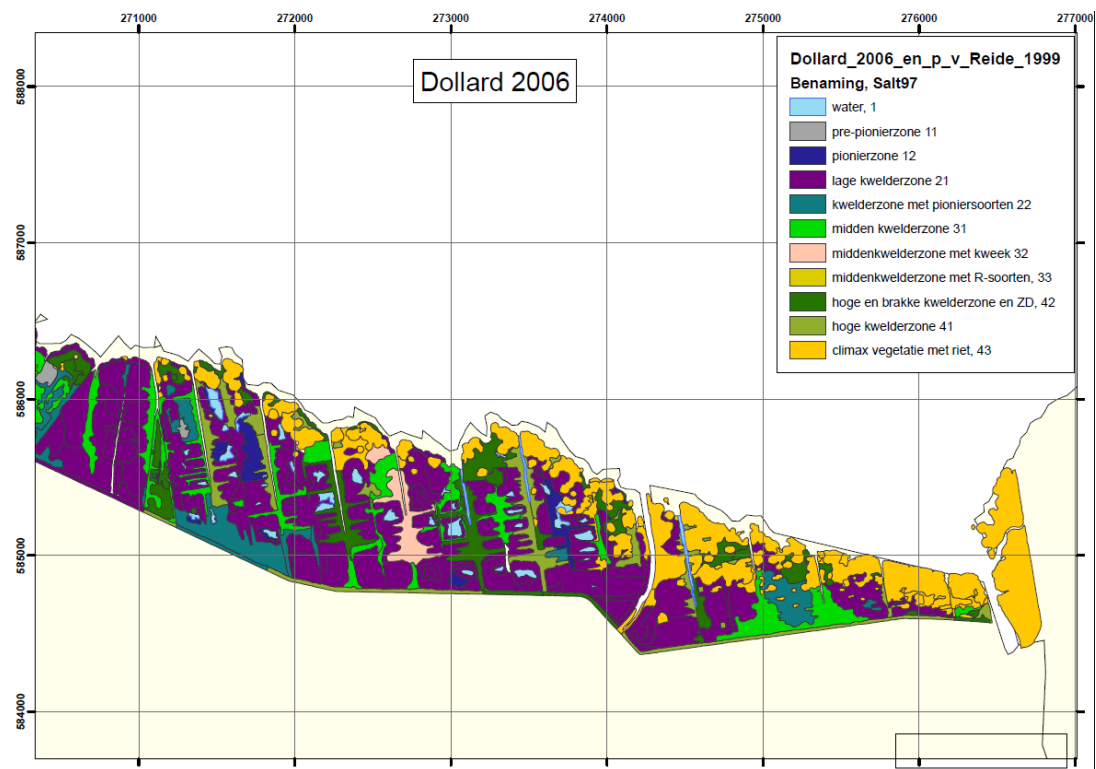
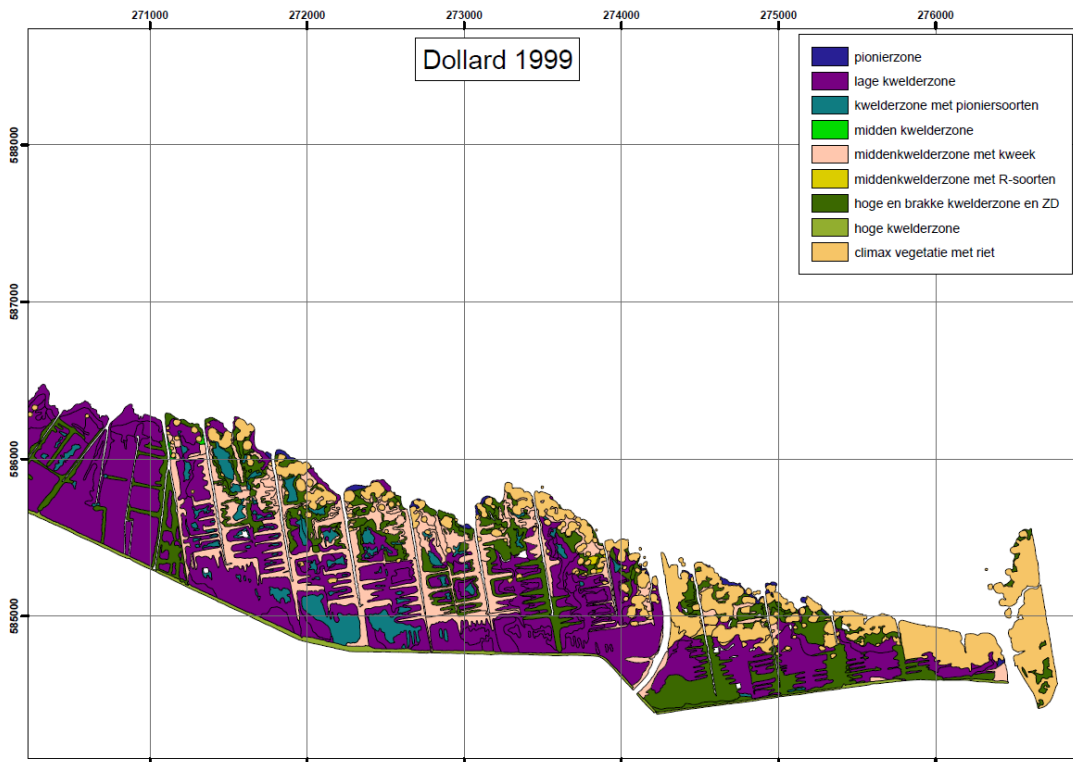


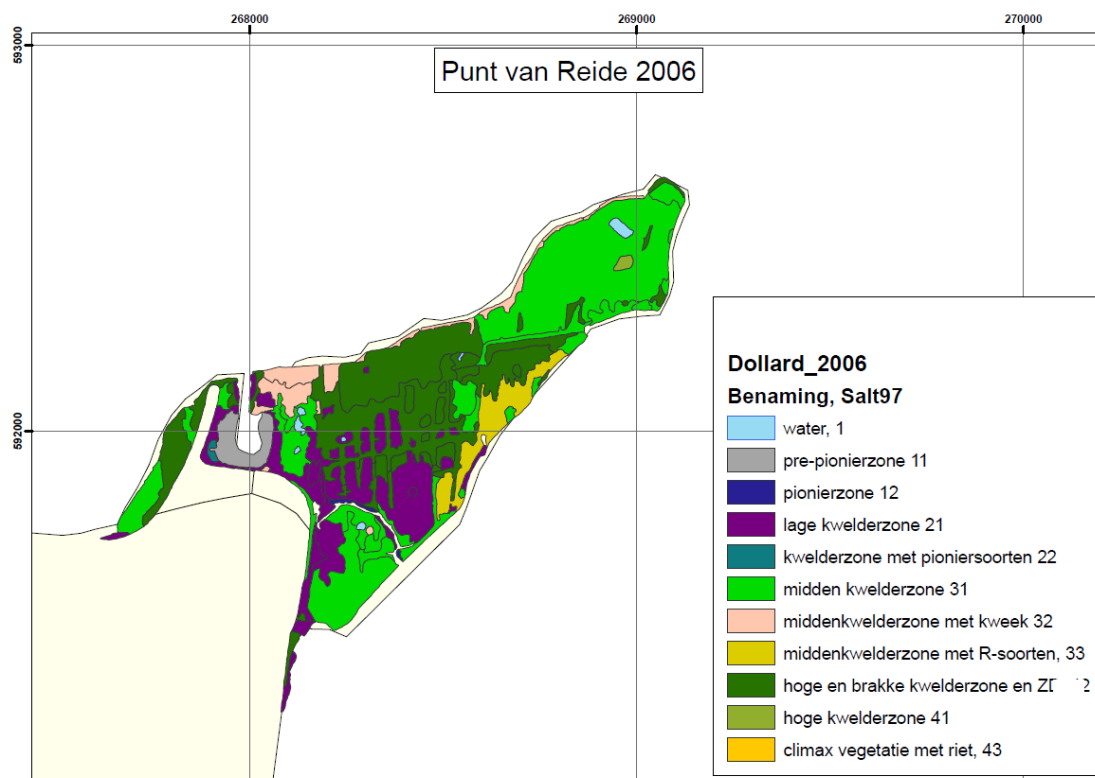
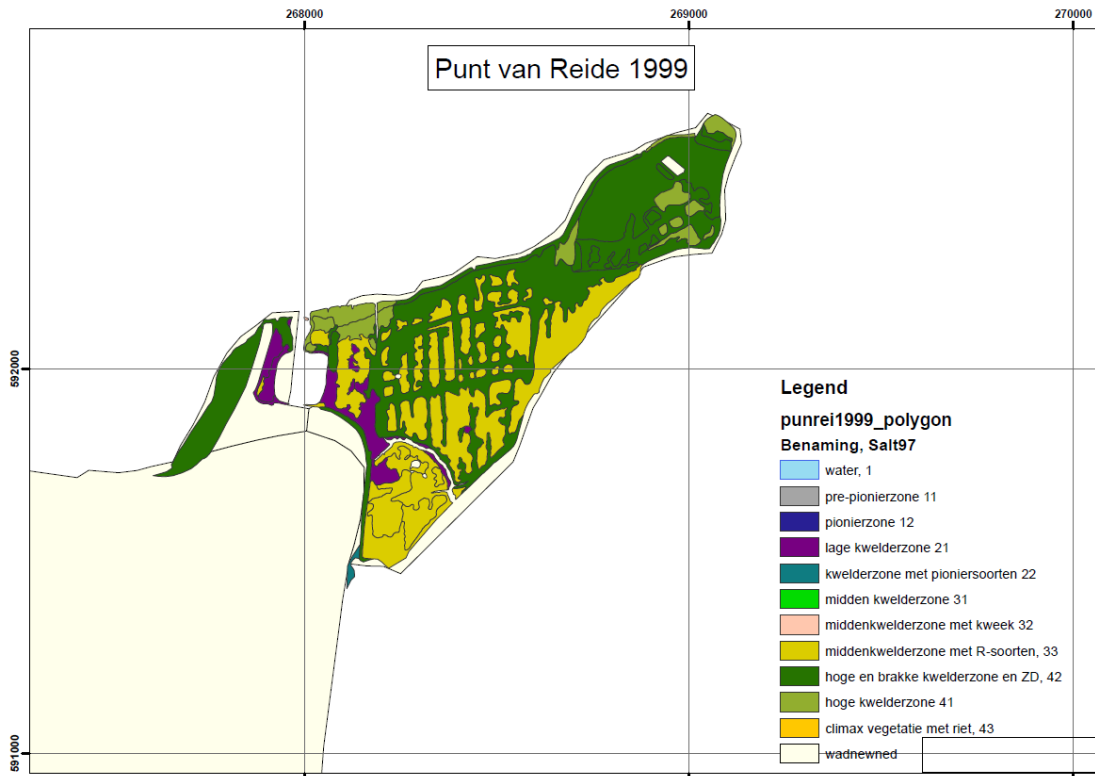












Figuur 4.1. Vegetatiekaarten van de kwelders langs de Friese en Groninger vastelandkust. Kwelderwerken Noord-Groningen 2003 en 2008. Punt van Reide en Dollard 1999 en 2006. Vereenvoudiging op basis van vegetatiekaarten van RWS-DID (VEGWAD).

4.3 Vegetatie van alle Nederlandse kwelders en schorren

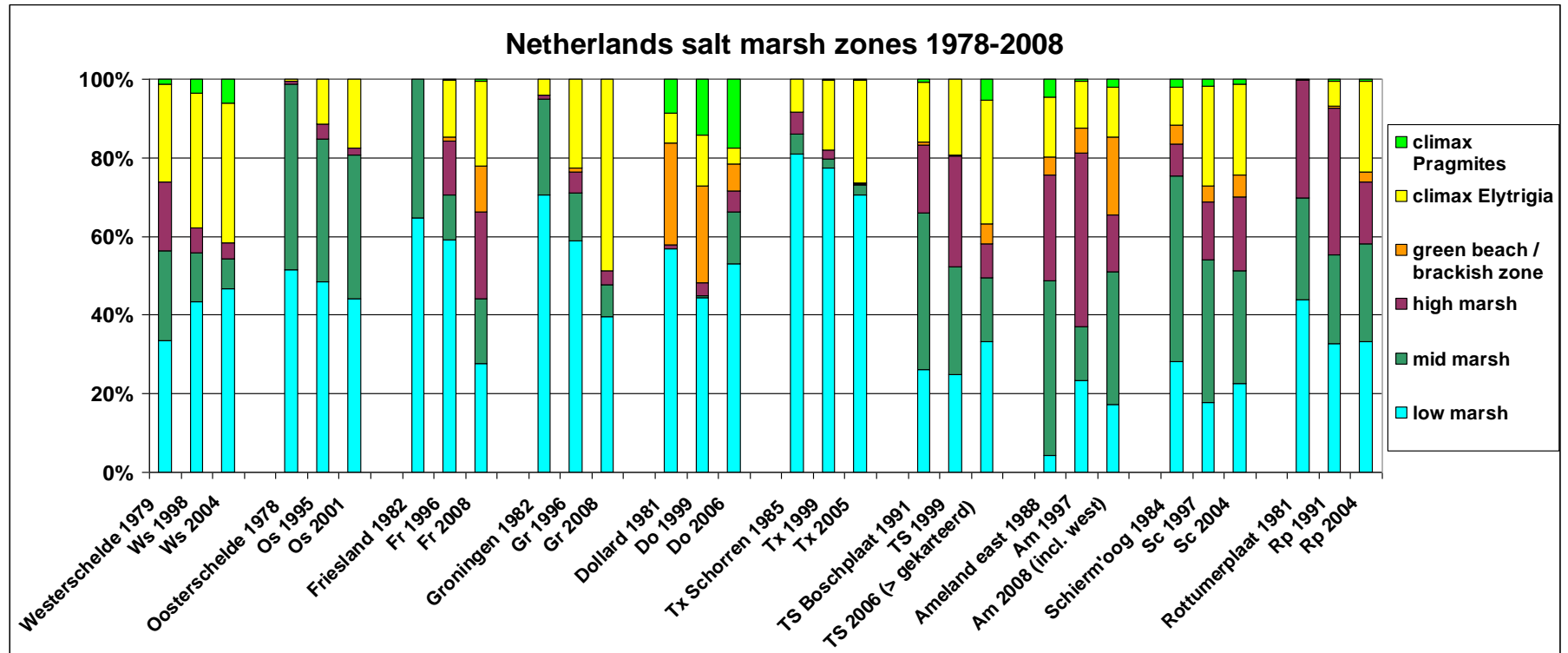
Rijkswaterstaat-DID maakt in het programma VEGWAD vegetatiekarteringen van alle kwelders en schorren in Nederland (Bijlage 1). Om de kwelderwerken in deze context te plaatsen worden in Figuur 4.2 de procentuele arealen van de grotere kwelders en schorren in Nederland gegeven. Enige opvallende conclusies:

- De verdeling van de vegetatiezones en climaxvegetaties is zeer gevarieerd.
- Anderzijds neemt op diverse kwelders het areaal climaxvegetatie (Zeekweek) toe, waardoor de biodiversiteit op termijn zal afnemen.
- Op de eilanden nemen de midden/hoge kwelderzones af en langs het vasteland de lage kwelderzones.
- Op de eilanden Texel, Terschelling, Schiermonnikoog en Rottumerplaat neemt Zeekweek toe, het sterkst op de Boschplaat Terschelling met de oudste stuifdijk.
- Op Ameland wordt de veroudering naar de climaxvegetatie Zeekweek geremd door intensieve beweiding (Venoot Neerlands Reid) en door bodemdaling.
- Langs de Groninger en Friese kwelderwerken en in de Peazemerlanden neemt de climax Zeekweek sterk toe als gevolg van opslibbing en natuurlijke successie (veroudering) in combinatie met geen of te weinig beweiding.
- In de Dollard neemt Kweek af en neemt Riet heel geleidelijk toe. Oorzaak is het stabiele beweiding-beheer door de oevereigenaren en Het Groninger Landschap en op het deel van GL tevens vernatting door stoppen van het greppelonderhoud.
- Op Schiermonnikoog en in de Westerschelde is de opmars van Zeekweek gestopt (Figuur 4.2) doordat eerder geschikte habitats tegen de stuifdijk natter worden (Oosterkwelder, mond. med. Prof. J.P Bakker, RUG) of doordat geschikte habitats op oeverwallen vol zijn (Saeftinge, mond. med. Dick de Jong, RWS).
- Landelijk gezien staat de pionierzone er ongunstig voor. Dit komt met name door de achteruitgang in het Deltagebied. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor Zeekraal. Aan de vastelandkust zijn de oppervlakte en het relatieve aandeel van Zeekraal hoog als gevolg van de kwelderwerken.

4.4 Maatregelen voor de biodiversiteit van kwelders

4.4.1 Cyclisch beheer van kwelderwerken door maai- en oeververanderingen

Door autonome ontwikkeling vindt veroudering van kwelders plaats: door opslibbing verdwijnt de lage kwelder ten gunste van de midden kwelder die uiteindelijk voor een groot deel begroeid raakt met Zeekweek. Van nature vindt cyclische successie plaats waarbij er naast kwelderaanwas ook kwelderafslag is, gepaard gaande met hernieuwde groei en verjonging van de kwelder. Een mogelijkheid voor nieuw cyclisch beheer is het tijdelijk stoppen van onderhoud aan de rijshoutdammen (Van Duin *et al.*, 2007a). Daarbij vindt vanaf de wadkant zeer snelle erosie plaats van de pionierzone en de lage kwelder, maar van erosie van de midden kwelder die dicht bij de zeedijk ligt is nauwelijks sprake. Erosie van deze goed gerijpte zone gaat namelijk zeer langzaam (geschat op maximaal 0,5 m per jaar). Voor verjonging van de midden kwelder (het beoogde doel) is met deze methode een onrealistische lange termijn van eeuwen nodig. Cyclisch beheer van lage kwelders door cyclisch dammenbeheer is beter mogelijk, maar zelfs dan is de tijdschaal lang. Als bijvoorbeeld de dammen 20 jaar na stoppen van het onderhoud weer worden hersteld begint de aanwas van de pionierzone al na enkele jaren. De lage kwelder heeft echter veel meer tijd nodig (in de orde van 100 jaar) om te herstellen. Verjonging van vegetaties gedomineerd door Zeekweek wordt met cyclisch dambeheer niet op afzienbare termijn bereikt. Met het huidige flexibel damonderhoud kan voldoende worden ingespeeld op de natuurlijke ontwikkelingen.



Figuur 4.2. Procentuele verdeling van de zones van de grotere kwelders en schorren in Nederland. Op basis van vegetatiekaarten van RWS-DID 1978-2008 (vereenvoudigde classificatie Dijkema et al., 2005). Pionierzones van luchtfoto's; Waddenzee bedekking > ca. 5%; pionierzones ZW Nederland bedekking > 0,1%. Vastelandkwelders = boerenkwelders + kwelderwerken (zonder zomerpolders). Boschplaat 700 ha groter gekarteerd polygoon in 2006.

4.4.2 Greppelonderhoud

Door opslibbing wordt de kwelder hoger en droger en mineraliseert de organische stof, waarna successie van de vegetatie plaatsvindt. In de Oosterschelde bleek dit proces versneld door verlaging van de getijstanden als gevolg van de stormvloedkering. Het omgekeerde lijkt ook mogelijk: bodemdaling op Ameland kan veroudering tegengaan door afremming van de mineralisatie in de bodem. Bodemrijping wordt over het algemeen als niet reversibel verondersteld, maar de processen op Ameland en in de Oosterschelde wijzen op het tegendeel, een grote rol van zowel toenemende als afnemende bodemdoorluchting. Dit betekent dat de effecten van greppels op de vegetatie-successie omkeerbaar zijn. In de kwelderwerken is daarom het onderhoud aan greppels, sloten en gronddammen door RWS na 1997 vrijwel gestopt (Dijkema *et al.*, 2001; zie paragraaf 3.3). De hoofdwateringen worden bij hoge noodzaak hergraven. In de brakke Dollard bleek juist de combinatie van stoppen van het greppelonderhoud en beweiding succesvol om de uitbreiding van Kweek (*Elymus repens*) terug te dringen (Esselink, 2000). De begroeide kwelders worden door het stoppen van greppelonderhoud natter, maar blijven opslibben. De afwatering wordt langzaam aan natuurlijker (naar de referentiewaarden van Reents in paragraaf 3.3).

Beweiding en stoppen van het greppelonderhoud zijn de maatregelen om binnen een bestaande situatie veroudering van de vegetatie in de kwelderwerken te remmen. Aangezien de hoogte van het maaiveld bij deze vormen van beheer niet afneemt of door opslibbing zelfs verder toeneemt, zal na stoppen met dit beheer de niet gewenste situatie (bijv. midden kwelder met Zeekweek) terugkeren.

4.4.3 Patroon beweiding

Beweiding kan een uniforme begroeiing terugdringen en de biodiversiteit verhogen (Westhoff *et al.*, 1998). Hiermee wordt echter niet voorkomen dat de ophoging van het maaiveld en de veroudering van de kwelder doorgaat. Voor vogels (ganzen en broedvogels) is het effect van de autonome ontwikkeling voornamelijk afhankelijk van het gevoerde beweidingsbeheer.

In jonge kwelderwerken loopt de hoogte geleidelijk op van het wad naar de zeedijk. Een kenmerk van vastelandkwelders is terrasvorming, ook in moderne kwelderwerken, waarbij de hoogte naar het wad oploopt (De Vries, 1940). Oudere terrasvorming is te herkennen aan kwelderkliffen, zoals langs de oudste boerenkwelders in Groningen: Westpolder, Negenboerenpolder en Noordpolder. Voor het klif kan nieuwe aanwas ontstaan, langs de genoemde kwelders in de vorm van kwelderwerken.

Een natuurlijk patroon van kreken, droge oeverwallen en natte kommen ontbreekt in de kwelderwerken omdat de kweldervorming vanaf het beginstadium door begreppeling is gestimuleerd. Kwelderwerken hebben daarom een eenvoudige abiotische opbouw in hoogtezones evenwijdig aan de zeedijk, waardoor de biodiversiteit van de vegetatie er lager zou zijn dan op natuurlijke kwelders.

De Groninger kwelderwerken hadden in 1974 een mozaïekbeweiding met 67 verschillend beweidde percelen loodrecht op de hoogtezonerings. Het aandeel percelen zonder beweiding was 26%, extensieve beweiding was 16%, matige beweiding 26% en intensieve beweiding 32% (Dijkema, 1975b). De combinatie van hoogtezones met loodrecht daarop de vele beweidingsgrenzen was de basis voor een volledige biodiversiteit aan natuurlijke zoutplantenvegetaties kenmerkend voor kleiige kwelders (Dijkema, 1975a, 1975b, 1983).

Een optimale biodiversiteit op de nu hogere en nattere kwelders is te bereiken via een experimentele invoering van mozaïekbeweiding, met een ruimtelijk gevarieerde beweidingintensiteit plus verschillen in veesoort en inrichting (waaronder perceelgrootte, gronddammen, sloten, en eventueel terpen en drinkplaatsen). Een onderdeel van mozaïekbeweiding is extensieve beweiding, die op grote percelen ruimtelijke patronen met een afwisseling van korte en hoge vegetaties vormt. Bij langdurig extensieve beweiding op hetzelfde perceel zullen de oudere successie-stadia toch opnieuw worden bereikt. Een mogelijkheid om de daarmee gepaard gaande afname van de biodiversiteit tegen te gaan is deze oudere successie-stadia terug te zetten door een tijdelijk (zeer) intensieve beweiding. Als daarna de kwelder voor enkele jaren niet wordt beweïd verwachten we een afwisseling in de tijd van jonge korte vegetaties en een onbeweïd tussenstadium met veel bloeiende zoutplanten die zaad kunnen zetten.

Van een mix van mozaïekbeweiding en cyclische beweiding verwachten we een optimaal resultaat voor de biodiversiteit. Er is dan plaats voor alle vegetatietypen waaronder de kenmerkende massale Zeeaster-bestanden, voor vogels die broeden, overtijen en grazen, en voor hoog gespecialiseerde ongewervelde dieren die gebonden zijn aan de bijzondere zoutplanten.

4.4.4 Intensiteit beweiding

Door de Trilaterale salt marsh groep (TMAP) is de intensiteit van de beweiding gedefinieerd op basis van de structuur van de vegetatie (Bakker *et al.*, 2005):

- Intensieve beweiding = uniforme korte grasmat;
- Matige beweiding = patroon van korte grasmat en langer gewas;
- Geen beweiding = uniform langer gewas.

De juiste veebezetting bij de gewenste structuur is afhankelijk van de de ontwatering, het kleigehalte, het weer en de maaiveldhoogte. Tabel 4.3 vat de getallen voor onbemeste vastelandskwelders samen in de internationale Waddenzee rond 1980. Aangezien er toen nog volop werd begreppeld zijn deze getallen aan de hoge kant. De getallen in het beheerplan voor de kwelders van It Fryske Gea in Noard Fryslân Bûtendyks wijzen daar ook op. Kleyer *et al.* (2003) noemen 0,6 runderen per ha (op GVE basis, dus 1,2 pinken per ha) optimaal voor de biodiversiteit van de vegetatie, dat is een extensieve tot matige beweiding.

Tabel 4.3. Beweidingsklassen in de internationale Waddenzee (Dijkema, 1983) en in het beheerplan voor Noard Fryslân Bûtendyks (Jager & Rintjema, 2003).

Beweidings-intensiteit	Vegetatiestructuur (Dijkema, 1983)	Schapen incl. lam. (per ha)	Jongvee (per ha)	Grootvee (GVE per ha)	Fryslân (GVE per ha)
zeer extensief } extensief }	Patroon van kort en lang gewas	2 - 3	0,7 - 1	0,3 - 0,5	< 0,4 0,4 - 0,7
matig	Prod. bijna verwijderd	5 - 6	1 - 1,5	0,5 - 0,8	
intensief	Kort gewas < 10 cm	9 - 10	2 - 2,5	1 - 1,3	max. 0,75

Bij mozaïekbeheer is elk advies voor één type beweiding onjuist, alle beweidings-categorieën behoren vertegenwoordigd te zijn.

5 Doelen en kaders voor kwelders

5.1 Europese betekenis van Nederlandse kwelders

De Nederlandse kwelders en schorren zijn van zeer grote internationale betekenis. Wolff (1988) komt tot die kwalificatie indien in Nederland meer dan 10% van een bepaald landschap van geheel Europa aanwezig is. Dit geldt naast de kwelders ook voor oermoerassen in polders, laagvenen en moerasvenen, zoute en brakke getijdegebieden, duinen en stuifzanden. De Nederlands-Duits-Deense Waddenzee is met 900.000 ha verreweg het grootste aaneengesloten getijdenkustgebied in Europa. Daarvan is 40.000 ha kwelder, 9.000 ha ligt in de Nederlandse Waddenzee. Wat de kwelders betreft heeft alleen het Verenigd Koninkrijk een vergelijkbare oppervlakte. In de Waddenzee ligt veruit het grootste areaal aaneengesloten kwelders van Europa, en - wereldwijd uiterst zeldzaam en belangrijk - meestal in de oorspronkelijke samenhang met de aangrenzende wadden en duinen. De regionale verschillen binnen de Nederlandse kwelders zijn aanzienlijk en worden naast de mate van natuurlijkheid voornamelijk door het bodemtype bepaald. Het kleiige kweldertype langs het vasteland zou zonder de kwelderwerken nagenoeg niet meer in de Waddenzee voorkomen (De Vries, 1940; Dijkema, 1991; Tabel 5.1). Het kleiige schortype is in Zeeland erg afgenomen door de Deltawerken. De natuurwaarden worden o.a. beschreven in Westhoff *et al.* (1998) en Dijkema *et al.* (2001). Ook voor de pionierzone met Zeekraal is de vastelandkust van de Waddenzee het belangrijkste gebied door de achteruitgang daarvan in Zeeland.

Tabel 5.1. Totale arealen in ha op basis van vegetatiekaarten van RWS-DID 2001-2008. Pionierzones van luchtfoto's; Waddenzee bedekking > ca. 5%; ZW Nederland bedekking > 0,1%. Areaal vastelandkwelders = boerenkwelders + kwelderwerken (zonder zomerpolders). In de oostelijke waddeneilanden 2006 zit een 700 ha groter gekarteerd areaal Boschplaat in vergelijking met de voorgaande vegetatiekaarten.

Karteringen 2001-2008	Pionier zone		Kwelder zone in ha	Waarvan climax	
	ha	%		ha	%
Eems-Dollard 2006	53	7	661	143	21
Waddenzee Groningen vasteland 2008	497	35	918	447	49
Waddenzee Friesland vasteland 2008	850	34	1625	358	22
Waddenzee Noord-Holland-schor 2005	29	33	57	43	75
Waddenzee Oost eilanden 2004-2008	299	8	3403	970	28
Waddenzee West eilanden 2003-2006	64	19	278	48	17
Texel Slufter 2005	23	8	254	41	16
Haringvliet monding 2000	10	4	220	67	30
Oosterschelde 2001	53	10	454	80	18
Westerschelde monding 2001	3	5	54	17	31
Westerschelde 2004	481	18	2209	917	42

5.2 Trilaterale Targets en Tmap-monitoring

De Trilaterale samenwerking in de Waddenzee vindt plaats vanaf de jaren zeventig van de vorige eeuw. Er vinden met regelmatige tussenpozen Governmental and Scientific Conferences van de drie landen en drie Duitse deelstaten plaats. Dit leidt tot trilaterale doelen voor de Waddenzee. Vanaf 1999 wordt door deskundigen in Trilaterale working groups om de 5 jaar een Quality Status Report over de toestand van de Waddenzee geschreven, waarin o.a. de doelen worden getoetst (QSR Salt Marshes, Esselink *et al.*, 2010; <http://www.waddensea-secretariat.org/QSR-2009/index.htm>).

Tussen Denemarken, Duitsland en Nederland zijn de volgende doelen voor de kwelders in de Waddenzee overeengekomen (Trilateral Targets; Sylt 2010; http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Onderzoek_en_Monitoring/pdf/WOK-monitoring_kwelderwerken_1960-2009_VASTGESTELD_29-11-2010.pdf):

1. To maintain the full range of variety of salt marshes typical for the Wadden Sea landscape.
2. An increased area of salt marshes with natural dynamics.
3. An increased natural morphology and dynamics, including natural drainage of mainland salt marshes, under the condition that the present surface area is not reduced.
4. A salt marsh vegetation diversity reflecting the geomorphological conditions of the habitat with variation in vegetation structure.
5. Favourable conditions for all typical species.

RWS-DID, Wageningen IMARES-Texel en Rijksuniversiteit Groningen (RUG) werken samen aan de internationale Tmap-monitoring om het behalen van de "Trilaterale Targets" te controleren. De hieronder genoemde drie methoden van monitoring spelen een belangrijke rol in Tmap. Het betreft langjarige en unieke kennisseries:

1. Vegetatiekarteringen: 32 jaar door RWS-DID met een schat aan kaartmateriaal (zie www.kwelders.nl). RWS-DID heeft vanaf de eerste kartering van de Dollard in 1979 samengewerkt met IMARES-Texel. Dat heeft o.a. geleid tot de Trilateraal aanvaarde computerclassificatie SALT97.
2. Langjarige puntmetingen: 50 jaar transecten van RWS en IMARES-Texel (WOK-monitoring van de kwelderwerken); de interpretatie en verslaglegging staan al 30 jaar ten dienste van de praktijk van het natuurbeheer.
3. Beheerexperimenten: op Schiermonnikoog, in de Dollard en elders door RUG (> 30 jaar); in de kwelderwerken en zomerpolders door IMARES-Texel (30 jaar) en recent in Friesland door RUG en buro Puccimar.

5.3 PKB Waddenzee

De Planologische Kernbeslissing Waddenzee (PKB) is richtinggevend voor het ruimtelijk beleid van het rijk, de provincies en gemeenten en voor de internationale samenwerking. De uitgangspunten 1, 2 en 3 komen uit "Ontwikkeling van de wadden voor natuur en mens"; de punten 4-7 uit "Nota van Toelichting" (PKB3 Deel 4, 2007, tekst na parlementaire instemming, <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/waddenzee>):

1. Ontwikkelingsperspectief voor de Waddenzee

- De Waddenzee is primair een natuurgebied en een uniek open landschap.
- De natuurlijke dynamiek van de fysische processen in de Waddenzee, op de waddeneilanden en in de Noordzeekustzone wordt zo min mogelijk beperkt, zodat zich nieuwe platen, geulen en jonge duin- en kustgebieden kunnen ontwikkelen.
- Het areaal meer natuurlijke kwelders is vergroot.
- De veiligheid tegen overstroming is duurzaam gehandhaafd. De primaire waterkering blijft voldoen aan de eisen van de Wet op de waterkering.

2. Ruimte voor natuur en landschap

- Het beleid met betrekking tot natuur is gericht op een zo natuurlijk mogelijke ontwikkeling van het ecosysteem.
- Als natuurlijke processen de kenmerkende biodiversiteit niet kunnen herstellen op middellange termijn, is selectief ingrijpen mogelijk. De ingreep is dan gericht op het creëren van de juiste voorwaarden om de natuurlijke processen in gang te zetten die leiden tot de kenmerkende biodiversiteit. Dit geldt bijvoorbeeld voor het herstel van zout-zoet gradiënten, voor ingrijpen ten behoeve van behoud en

ontwikkeling van het kwelderareaal, door het stimuleren van kweldervorming en door het uitpolderen van zomerpolders.

- Met het oog op klimaatverandering en zeespiegelstijging zal het kabinet in de eerste helft van de planperiode van deze pkb nader onderzoeken op welke wijze vorm gegeven kan worden aan het zoveel mogelijk ruimte geven aan natuurlijke processen.

3. Ruimte voor menselijke activiteiten

- Er worden geen concessies verleend voor inpolderingen van (delen van) de Waddenzee.
- Menselijke ingrepen gericht op de waarborging van de veiligheid voor de bewoners en gebruikers van het waddengebied zijn in beginsel toegestaan.

4. Doelstellingen getijdengebieden

- Een natuurlijke dynamische situatie in het getijdengebied;
- Een groter areaal aan geomorfologisch en biologisch ongestoorde droogvallende en permanent onder water staande gebieden;
- Een groter areaal aan, en een meer natuurlijke verspreiding en ontwikkeling van mosselbanken, Sabellariariffen en zeegrasvelden.

5. Doelstellingen kwelders

- Een groter areaal aan natuurlijke kwelders;
- Een grotere natuurlijke morfologie en dynamiek;
- Een verbeterde vegetatiestructuur.

6. Doelstellingen veiligheid

- In een land als Nederland mag de beveiliging tegen hoogwater van de Noordzee nooit uit het oog worden verloren. Veiligheid is voor de bewoonde gebieden een essentiële randvoorwaarde.
- Vergroting van de veiligheid tegen hoogwater vergt meer veerkracht in het kustgebied. Een belangrijke strategie daarvoor is kustverbreding, die ertoe bijdraagt dat beter gebruik kan worden gemaakt van natuurlijke processen (aangroeien en afhalen/afkalven van de kustlijn).

7. Ontwikkelingsperspectief voor de Waddenzee - Natuurherstel en ontwikkeling:

- Op een groot aantal punten gaat het de laatste decennia goed met de natuur van de Waddenzee. In vergelijking met langer geleden (vóór aanleg van de Afsluitdijk) is de Waddenzee echter een incompleet ecosysteem met een niet optimale biodiversiteit. Door de aanleg van dijken, de afsluiting van de Zuiderzee en de Lauwerszee en de vastlegging van de basiskustlijn is weliswaar de veiligheid verbeterd, maar is de veerkracht van het ecosysteem verminderd. Het overgrote deel van de natuurlijke zoet-zoutovergangen is daarmee verloren gegaan. Voorts is in de loop van de tijd de kwaliteit van het kwelderareaal afgenomen. Deze ontwikkelingen zijn ten koste gegaan van de diversiteit en kwaliteit van flora en fauna.
- Het kabinet kiest daarom voor verbetering van veerkracht en biodiversiteit door actief te investeren in de natuur van de Waddenzee. Het kabinet denkt daarbij onder meer aan vergroting van het kwelderareaal, herstel van geleidelijke en volwaardige zoet-zoutovergangen, vismigratiemogelijkheden tussen zoet- en zoutwater en het creëren van binnendijkse vogelrust- en foeragegebieden in het waddengebied.

5.4 Beheer- en Ontwikkelingsplan Waddengebied

Het Regionaal College Waddengebied (RCW) werkt in opdracht van het rijk aan een Beheer- en Ontwikkelingsplan voor het Waddengebied. In het B&O-plan worden de voornemens en doelen uit de PKB Waddenzee geconcretiseerd en gecombineerd met beleid van de regionale overheden, met de invulling van Natura 2000 en van de Kaderrichtlijn Water (KRW). Het gehele B&O-plan zal bestaan uit drie delen:

- A. De uitwerking van de opgaven, de koers, en de weg waarlangs ze bereikt moeten worden. ([www.waddenzee.nl/Beheer en Ontwikkelingsplan.1646.0.html](http://www.waddenzee.nl/Beheer%20en%20Ontwikkelingsplan.1646.0.html)).
- B. Beheerplannen op basis van Natura 2000, Kaderrichtlijn Water en Convenant vaarrecreatie.
- C. Maatregelenplan met concrete projecten voor het stimuleren van ecologie en sociaal-economische ontwikkeling.
- D. ([www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Overheid/pdf/Maatregelenprogramma Leven in de Wadden 29-05-09.pdf](http://www.waddenzee.nl/fileadmin/content/Dossiers/Overheid/pdf/Maatregelenprogramma%20Leven%20in%20de%20Wadden%2029-05-09.pdf))

Deel A zegt over kwelders:

Kansen

De kansen liggen in de eerste plaats in de notie dat een robuust waddenecosysteem, dat wordt gekenmerkt door natuurlijke processen en biodiversiteit, tegen een stootje kan en zo een duurzame basis biedt voor economische activiteiten. Daartoe zal het natuurlijk functionerende kwelderareaal worden vergroot door stelselmatig processen te bevorderen en ingrepen te verrichten. Voorts biedt de verjonging van duinen en kwelders de mogelijkheid om het areaal en de biodiversiteit van deze systemen op de langere duur te waarborgen en in te spelen op klimaatverandering. Met de vinger aan de pols en in nauwe samenwerking met de waterkeringbeheerders kunnen we de kennis over het toelaten van dynamiek toepassen. Uiteindelijk kan de dynamiek samen met toevoegingen aan de hoeveelheid zand in het duinsysteem, bijdragen aan de versterking van de kust en daardoor aan de veiligheid van de bewoners. Kansen liggen er verder in de synergie die er zijn met andere thema's: toerisme, visserij en landbouw.

De koers

In het duin- en kwelderbeheer worden natuurlijke processen benut. Door gebruik te maken van de natuurlijke dynamische processen wordt de verjonging en versterking van duinsystemen en het herstel van kwelders gerealiseerd. De ideeën voor herstel van de natuurlijke dynamiek op onbewoonde uiteinden van de eilanden moeten eerst worden uitgewerkt. Terreinbeherende instanties zullen hierin, samen met andere betrokkenen, zoals bewoners en andere RCW-partners, het voortouw nemen. Voor de kwelders wordt door de eigenaren en beheerders een vernieuwend herstelprogramma ontwikkeld. Hier horen ook de projecten tot verkweldering van voormalige landaanwinningswerken tot meer natuurlijke kwelders aan de vastelandszijde bij. De eilandkwelders worden waar nodig en passend binnen natuurdoelstellingen, hersteld.

5.5 Natura 2000

In Nederland worden kwelders beschermd onder de Natuurbeschermingswet, met als doel unieke nationale en Europese natuurwaarden duurzaam in stand te houden, te verbeteren en toe te voegen aan het Europese Natura 2000-netwerk. Nederland zal in de komende jaren voor deze gebieden beheerplannen opstellen. Samengevat zijn de doelen voor kwelders en schorren (www.minlnv.nl/natuurwetgeving):

- Voor de pionierzone en de kwelders in de Waddenzee behoud van oppervlakte en kwaliteit.

- Met kwaliteit van kwelders wordt de aanwezigheid van alle successiestadia en van zoet- zout overgangen bedoeld. Behoud van kwaliteit op locaties waar het type goed is ontwikkeld en verbetering van kwaliteit waar het type matig is ontwikkeld.
- In de tabel Kernopgaven staat onder Diversiteit van schorren en kwelders: "Behoud (Waddenzee) en herstel (Delta) van schorren en zilte graslanden (buitendijks) met alle successiestadia, zoet-zout overgangen, verscheidenheid in substraat en getijregime en mede als hoogwatervluchtplaats."

De bijlage van het Natura 2000-doelendocument geeft een beoordeling.

Het habitatype zilte pionierbegroeiingen komt wijd verspreid voor langs de Europese kusten, maar meestal in kleine oppervlakten. De aanzienlijke oppervlakte van het habitatype in Nederland is daarom bijzonder. Zilte pionierbegroeiingen (Zeekraal) zijn van zeer groot belang voor Europa en verkeren in matig ongunstige staat van instandhouding.

Atlantische kwelders worden aangetroffen langs de Atlantische kust van Portugal tot IJsland en Noord-Scandinavië. Het areaal aan kwelders is in de internationale Waddenzee zeer groot, evenals het aantal relatief grote (meer dan 5 km²) kwelders. Schorren en zilte graslanden (buitendijks) zijn daarom van zeer groot belang voor Europa. Het Waddengebied levert de grootste bijdrage in areaal, daarnaast is het Deltagebied van belang. Kwelders en schorren verkeren in een matig ongunstige staat van instandhouding. Voor een duurzaam behoud is verjonging van de kwelders en schorren noodzakelijk (oudere, soortenarme stadia nemen momenteel sterk toe).

Het gebiedsdocument Waddenzee geeft een uitwerking per habitatype:

Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia* spp. en andere zoutminnende soorten (H1310)

Doel: Behoud oppervlakte en kwaliteit.

Toelichting: Het habitatype zilte pionierbegroeiingen, *zeevetmuur* (subtype B), verkeert in een gunstige staat van instandhouding. Zilte pionierbegroeiingen, *Zeekraal* (subtype A) zijn als matig ongunstig beoordeeld. Dit komt met name door de achteruitgang van het habitatype in het Deltagebied. De Waddenzee is het belangrijkste gebied voor beide subtypen. Aan de vastelandkust is de oppervlakte van zilte pionierbegroeiingen, *Zeekraal* (subtype A) momenteel hoog als gevolg van de kwelderwerken.

Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*; H1320)

Doel: Behoud oppervlakte en kwaliteit.

Toelichting: De goed ontwikkelde vorm van het habitatype slijkgrasvelden komt van oorsprong niet in het Waddengebied voor. Het wordt niet mogelijk geacht de hier (in geringe oppervlakte) aanwezige matig ontwikkelde vormen van het habitatype in goede kwaliteit te herstellen. Behoud van dit habitatype is van belang voor instandhouding van het habitatype H1330 schorren en zilte graslanden. [red.: zie Nehring & Hesse, 2008 over de invasie van *Spartina anglica* in de Waddenzee]

Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritimae*; H1330)

Doel: Behoud oppervlakte en verbetering kwaliteit schorren en zilte graslanden, *buitendijks* (subtype A). Behoud oppervlakte en kwaliteit schorren en zilte graslanden, *binnendijks* (subtype B). Achteruitgang in oppervlakte van habitatype schorren en zilte graslanden, *binnendijks* (subtype B) ten gunste van habitatype schorren en zilte graslanden, *buitendijks* (subtype A) is toegestaan.

Toelichting: Het habitatype schorren en zilte graslanden verkeert in een matig ongunstige staat van instandhouding. De Waddenzee is één van de belangrijkste gebieden in ons land voor schorren en zilte graslanden, *buitendijks* (subtype A). Voor de

kwaliteit is het van belang de aanwezige variatie aan verschillende hoogtezones (inclusief pionierkwelders van zilte pionierbegroeiingen H1310), geomorfologische vormen (groene stranden, sluffers, zandige kwelders, kleiige kwelders) en beheervormen (beweide en onbeweide kwelders) te behouden of te herstellen. Schorren en zilte graslanden, *binnendijks* (subtype B), komen in beperkte mate in het gebied voor in zomerpolders. Omzetting van dit binnendijkse subtype naar het buitendijkse subtype is toegestaan.

5.6 Europese Kader Richtlijn Water

Het Programma Rijkswateren (Rijkswaterstaat, 2009) is onderdeel van het Beheer- en ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015 met daarin de uitwerking van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) en Natura 2000 (N2000) http://www.rws.nl/images/Programma%20Rijkswateren%20BPRW_tcm174-278494.pdf. Het Programma Rijkswateren gaat over de Nederlandse wateren die in beheer zijn van Rijkswaterstaat. Het zwaartepunt ligt bij de KRW en de daarvoor vereiste beschrijving, statustoekenning, doelaflleiding en afwegingen voor herstel- en inrichtingsmaatregelen. Dit is wettelijk voorgeschreven in het Besluit kwaliteitseisen en monitoring water.

Uit Hoofdstuk 3 Context en perspectief

Algemene kenmerken van het watersysteem

Waar de Waddenzee overgaat in het vasteland en de eilanden liggen kwelders. Een groot deel van de eilandkwelders is ontstaan door de aanleg van stuifdijken. Een voorbeeld van een oude natuurlijke kwelder is de Grië op Terschelling. Jongere en waarschijnlijk natuurlijke kwelders zijn de Groede op Terschelling en het oudste deel van de Oosterkwelder op Schiermonnikoog. De meeste vastelandskwelders zijn tegen erosie beschermd door een stelsel van dammen gevuld met rijshout (kwelderwerken). Bij het Balgzand en ten noorden van de Dollard (Punt van Reide) liggen nog restanten van oude natuurlijke vastelandskwelders. Om meer vlucht- en broedplaatsen voor wadvogels te scheppen, zijn langs de vastelandskust van Noord-Holland in de jaren tachtig enkele kwelders opgespoten. Kwelders herbergen unieke plantensoorten zoals Lamsoor, Zeekraal en Zeeaster. Deze soorten zijn ertegen bestand dat ze regelmatig onder zout water komen te staan. De kwaliteit van de kwelders in de Waddenzee is nog goed, maar door successie ontstaat op veel plaatsen een eenvormige vegetatie.

Huidig beheer

Beheer- en onderhoudswerk aan de zeewering en de waterkeringen dient vooral de kustveiligheid. Zandsuppletie is een van de belangrijkste onderhoudsactiviteiten. Jaarlijks suppleert Rijkswaterstaat langs de Nederlandse kust miljoenen kubieke meters zand om de gemiddelde kustlijn op de plaats te houden waar deze in 1990 lag. Het onderhouden van dijken, dammen en taludverdedigingen en andere kunstwerken in het watersysteem gebeurt veelal ad hoc vanaf zee of vanaf het land. Rijkswaterstaat inspecteert deze werken periodiek. Onderhoud van het netwerk van rijshoutdammen is nodig om kwelders langs de vastelandskust te beschermen tegen structurele erosie. Dit betekent in de praktijk onder meer het vullen, reconstrueren, verlengen en verhogen van de dammen in het werkgebied.

Perspectief - Veilig watersysteem (thema leefgebied)

Om de veiligheid in de achterliggende gebieden te kunnen garanderen, is het nodig de dijken te behouden en te onderhouden en waar nodig te versterken. Primaire waterkeringen voldoen aan de eisen van de Wet op de waterkering. Rijkswaterstaat streeft met goede beheerafspraken en inrichtingsmaatregelen, zoals vispassages en kwelderbeschermingswerken, naar een optimaal ecosysteem bij de vereiste bescherming tegen overstromingen. Mogelijkheden voor het combineren van

kustbescherming met ontwikkeling van natuur en andere functies zijn onderzocht en indien haalbaar toegepast.

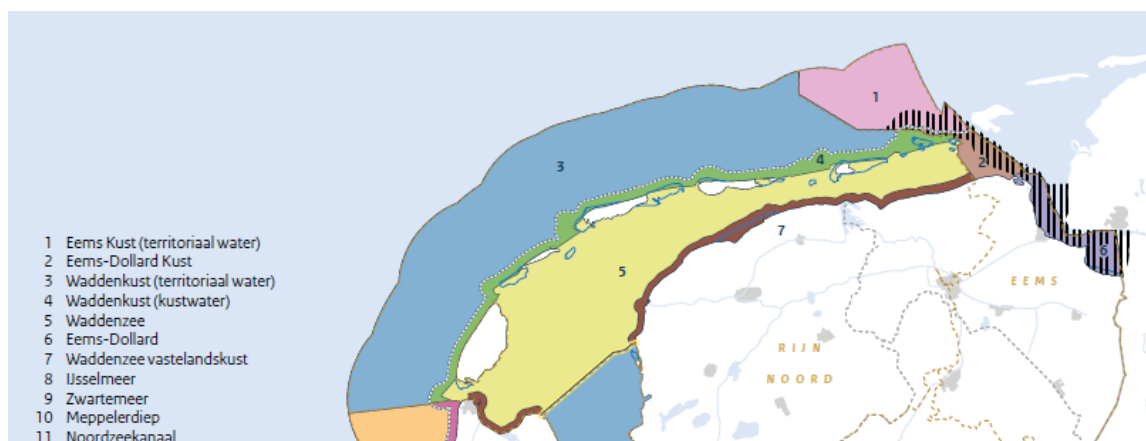
Herstel van natuurlijke habitats (thema leefgebied)

De natuurlijke dynamiek van de fysische processen in de Noordzeekustzone, Waddenzee en Eems-Dollard wordt zo min mogelijk beperkt, zodat zich nieuwe platen, geulen en jonge duin -en kweldergebieden kunnen ontwikkelen. De veiligheid van het gebied is daarbij een harde randvoorwaarde. De verstoring van de bodem is zodanig beperkt dat ongestoorde mosselbanken en zeegrasvelden voorkomen. Het natuurlijke areaal aan kwelders, mosselbanken en zeegrasvelden is geoptimaliseerd. Hiermee zijn het voedselaanbod, vooral voor vogels, en de kinderkamerfunctie voor allerlei organismen verbeterd.

Uit Hoofdstuk 4 Doelen en opgaven

KRW Statustoekenning en watertype (Figuur 5.2)

In een groot deel van het watersysteem Noordzeekustzone, Waddenzee en Eems-Dollard zijn in het verleden geen ingrepen uitgevoerd die de ecologische ontwikkeling substantieel in de weg staan. De natuurlijke processen zijn nog vrijwel ongestoord intact. De kustwateren en de Waddenzee hebben dan ook de status 'vrijwel ongewijzigd' gekregen. In de waterlichamen Eems-Dollard en Waddenzee-vastelandskust heeft de aanleg van dijken, oeververdedigingen, stuwen en sluizen wél ecologische veranderingen veroorzaakt. De doelen die deze kunstwerken dienen, zijn redelijkerwijs niet op een andere manier te bereiken. Terugdraaien van deze hydromorfologische ingrepen zou de kustveiligheid in gevaar brengen. Daarom hebben de waterlichamen Eems-Dollard en Waddenzee- vastelandskust de status 'sterk veranderd' gekregen.



Figuur 5.2 KRW Statustoekenning en watertype.

Ecologie - Leefgebied

In 2015 moet in alle waterlichamen de GET (Goede Ecologische Toestand) zijn bereikt of een haalbare toestand die daarvan voor sterk veranderde en kunstmatig aangelegde waterlichamen is afgeleid (het Goed Ecologisch Potentieel, GEP). In het waddengebied zijn de kwelders belangrijke leefgebieden voor flora en fauna. Volgens de doelen die horen bij de vrijwel ongewijzigde status behoort het areaal kwelders in het waterlichaam Waddenzee tussen de 2400 en 2700 hectare te zijn. De waterlichamen Waddenzee-vastelandskust en Eems-Dollard moeten voldoen aan het GEP. Daar moeten de arealen kwelder respectievelijk 3200 en 700 hectare zijn. De dijken langs de vastelandskust laten onvoldoende ruimte voor spontane ontwikkeling van kwelders. De kwelderwerken houden het areaal kwelders in de Waddenzee-vastelandskust in stand. Het areaal eilandkwelders (in de luwte van stuifdijken) is relatief groot. Dat komt door

de aanleg van stuifdijken in de vorige eeuw. De stuifdijken belemmeren aan de noordzijde van eilandkwelders echter ook de natuurlijke dynamiek. In totaal bevat het waddegebied meer dan 5000 hectare kwelders. De huidige toestand van de eilandkwelders (2900 hectare) in het waterlichaam Waddenzee voldoet aan de GET. In de Waddenzee-vastelandskust kan het areaal met maximaal 700 hectare worden uitgebreid. Dan voldoet het aan het GEP. In het waterlichaam Eems-Dollard is de kwantiteit van de kwelders voldoende, maar er is enige afslag waardoor het areaal langzaam afneemt. Daarom is de eerste maatregel die voor dit waterlichaam genomen moet worden te onderzoeken hoe areaalverlies kan worden tegengegaan. De kwaliteit van de kwelders in de Waddenzee staat onder druk. De voortgaande opslibbing (verhoging) van kwelders, de toenemende leeftijd van de vastelandskwelders en de zeer beperkte aangroei van nieuwe (jonge) kwelders, hebben tot gevolg dat een groot deel van de gebieden in het eindstadium van successie komt. Dit eindstadium bestaat voornamelijk uit een eenvormige vegetatie van strandkweek. Deze ontwikkeling kan leiden tot een 'matige' toestand in 2015. Om dit proces tegen te gaan zijn maatregelen nodig. In de Eems-Dollard staat de kwelder kwaliteit minder onder druk.









Uit Hoofdstuk 5 Maatregelen

Ecologie – Leefgebied (Tabel 5.2)

Voor dit watersysteem is er vooral de KRW-opgave het leefgebied voor angiospermen en macrofauna te vergroten en de kwaliteit hiervan te verbeteren. Met pilots wordt in de komende planperiode onderzocht hoe dat het meest effectief bereikt kan worden.

Tabel 5.2 Huidige toestand en bijbehorende knelpunten per biologisch kwaliteitselement voor de verschillende waterlichamen binnen het watersysteem Noordzeekustzone, Waddenzee en Eems-Dollard.

	Fytoplankton	Angiospermen	Macrofauna	Vissen
Naam waterlichaam	Knelpunt			
Hollandse kust (kustwater)	Nutriëntenvruchten vanaf land		Visserij + suppleties	
Waddenzee	Nutriëntenvruchten vanaf land	Oorzaak voor gering zeegrasareaal en -kwaliteit onduidelijk + veroudering van eilandkwelders	Visserij + schelpdiercultuur	
Waddenzee-vastelandskust	Nutriëntenvruchten vanaf land	Oorzaak voor gering zeegrasareaal en -kwaliteit onduidelijk + areaal kwelders verkleind door inpoldering + veroudering kwelders		
Waddenkust (kustwater)	Nutriëntenvruchten vanaf land		Visserij + suppleties	
Eems-Dollard	Effecten van eutrofiëring deels onderdrukt door troebelheid	Oorzaak voor geringe zeegraskwaliteit onduidelijk + areaal kwelders verkleind door inpoldering	Visserij + vaargeulonderhoud	Fysieke barrières + troebelheid stroomopwaarts
Eems-Dollardkust	Nutriëntenvruchten vanaf land		Visserij + vaargeulonderhoud	

	Deelstroomgebied Rijn-West		Zeer goed
	Deelstroomgebied Rijn-Noord		Goed
	Stroomgebied Eems		Matig
			Ontoereikend
			Slecht

Een maatregel is het optimaliseren van het beheer en herinrichting van de kwelder. Ook voert Rijkswaterstaat een verkenningsstudie uit naar mogelijkheden om verdere achteruitgang van de kwaliteit van eilandkwelders te stoppen. In de Eems-Dollard onderzoekt Rijkswaterstaat de omvang van de afslag en mogelijkheden om de afslag van kwelders tegen te gaan. Het verlengen van een slenk, waarmee zout water een duinvallei wordt binnengebracht, heeft een positief invloed op de lokale kweldervorming. Verder herstelt Rijkswaterstaat in samenwerking met It Fryske Gea – waar gebruiksfuncties dat toestaan – in het buitendijkse gebied van Noord-Friesland de kwelderhabitat. Maatregelen die andere partijen in het gebied treffen, ondersteunen de maatregelen die Rijkswaterstaat uitvoert om de KRW-doelen te halen. Het Groninger Landschap gaat het kwelderherstelplan samen met de Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers, Natuurmonumenten en de Stichting Behoud Natuur en Landelijk Gebied uitvoeren. Het project bestaat uit de herinrichting van 1000 hectare Groningse kwelders (kwelders Noordkunst, kwelders Dollard, punt van Reide) en de ontwikkeling van een beheerplan voor instandhouding en verbetering van de vegetatie van kwelders door beweiding. Dit soort maatregelen sluit goed aan op het doel verbetering van de kwelder kwaliteit. Verder gaat It Fryske Gea onder andere het effect van de verkweldering van de Bildpollen monitoren en daarnaast een studie uitvoeren naar de effecten van beheer op de kweldernatuur. Omdat het beheer belangrijk is voor het halen van de doelen, is deze opgenomen in het maatregelpakket (Tabel 5.2).

5.7 KRW-opgave voor vastelandkwelders

Nederland heeft de verplichting om er voor zorg te dragen dat de op grond van de Europese Kaderrichtlijn Water gestelde doelen in het Waddengebied worden gerealiseerd. Eén van de doelen richt zich op de kwelders van de vastelandskust van de Waddenzee en de Eems-Dollard.

Kwelderareaal

Met de zeedijken als onomkeerbaar gegeven voldoet momenteel de omvang van zowel de Groninger kwelders langs de Waddenkust als de kwelders van de Dollard aan het goede ecologische potentieel. Vanuit het perspectief van geen achteruitgang, dient de omvang van het huidige areaal inclusief pionierzone (met bedekking van > 5%) te worden behouden. Een maximaal areaalverlies van 5% is toegestaan vanuit het gegeven van natuurlijke dynamiek. De afslag van de Dollard kwelders is daarin het meest kritisch. Het areaal mag niet kleiner worden dan 700 ha. Bij de Friese kwelders langs de vastelandskust liggen nog goede mogelijkheden om het areaal met ca. 600 ha uit te breiden door het verkwelderen van de buiten de zeedijk gelegen zomerpolders. Daarmee wordt dan het maximaal haalbare ecologische potentieel behaald. Rijkswaterstaat breidt samen met It Fryske Gea⁸ het areaal kwelders uit ter plaatse van Noord-Friesland buitendijks met 200 ha in de periode 2010-2015 en mogelijk nog additioneel met 400 ha in de periode 2015-2021. Daarnaast doet RWS een verkenning naar de mate van afslag van de Dollardkwelders.

Kwelder kwaliteit

De KRW gaat er vanuit dat elke vegetatiezone binnen de kwelders (pionier, laag, midden, hoog en, in geval van de Dollardkwelders, de brakke zone) op een evenwichtige wijze moeten voorkomen. Het aandeel mag per zone minimaal 5% tot maximaal 35% (Dollardkwelders) of 40% (Friese en Groninger vastelandkwelders) beslaan. Ligt het percentage daartussen dan krijgt de betreffende zone de beoordeling 'goed'. Naast de evenwichtige zoneverdeling mogen de climaxvegetaties Zeekweek en Riet niet domineren. Zeekweek mag volgens de KRW-maatlat maximaal 50% van de hoge zone beslaan en Riet mag maximaal 50% van de brakke zone (alleen

⁸ De verkweldering van de 60 ha grote zomerpolder Bildtpollen is eind 2010 door It Fryske Gea voltooid.

Dollardkwelders) beslaan. Wordt hieraan voldaan dan wordt dit als 'goed' beoordeeld. Volgens de karteringen van 2002 blijkt dat zowel de Groninger als Friese vastelandkwelders nog net aan de kwaliteitsmaatlat van de Kaderrichtlijn Water voldoen. Alle zones komen nog evenwichtig voor, de hoge kwelderzone met Zeekweek neemt echter sterk toe in oppervlakte. In geval van de Groninger kwelders: van ca. 5% begin jaren negentig naar meer dan 30% in 2002, waarbij de hoge zone sterkt wordt gedomineerd door Zeekweek (meer dan 90%). Ook in geval van de Friese kwelders is de hoge kwelderzone met Zeekweek toegenomen: van ruim 20% begin jaren negentig naar bijna 30% in 2002. De hoge zone wordt ook hier sterk gedomineerd door Zeekweek (70% van de zone hoog + Zeekweek).

Zonder extra beheermaatregelen zal de uitbreiding van de hoge zone met Zeekweek verder doorzetten en binnen enkele jaren het aandeel van 40% van het kwelderareaal gaan overschrijden. Dit zal ten koste kunnen gaan van de midden zone. Tijdige maatregelen zijn noodzakelijk om de dominantie van Zeekweek terug te dringen en het 'successieprobleem' ook op de langere termijn beheersbaar te houden, om daarmee ook in de toekomst te kunnen voldoen aan de KRW-doelstellingen. Voor de periode tot 2015 worden de mogelijkheden hiertoe onderzocht en zo mogelijk reeds tot uitvoering gebracht (via de Waddenfonds-projecten Kwelderherstel Groningen en Biodiversiteit en natuurbeheer van vastelandskwelders).

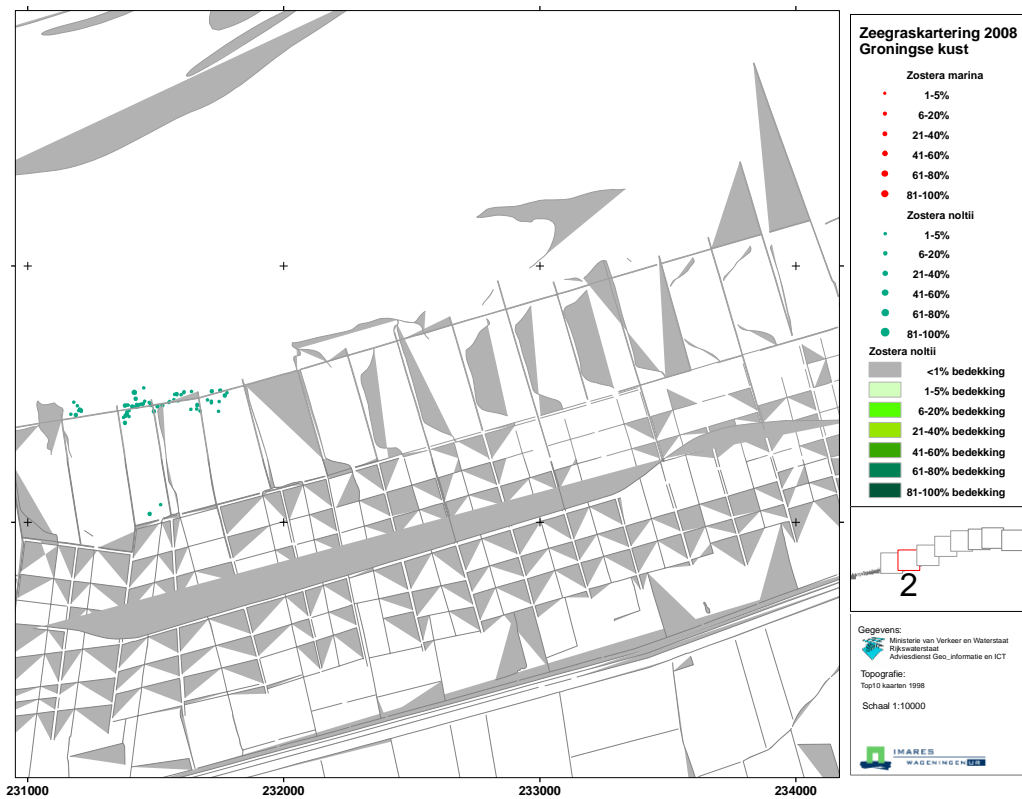
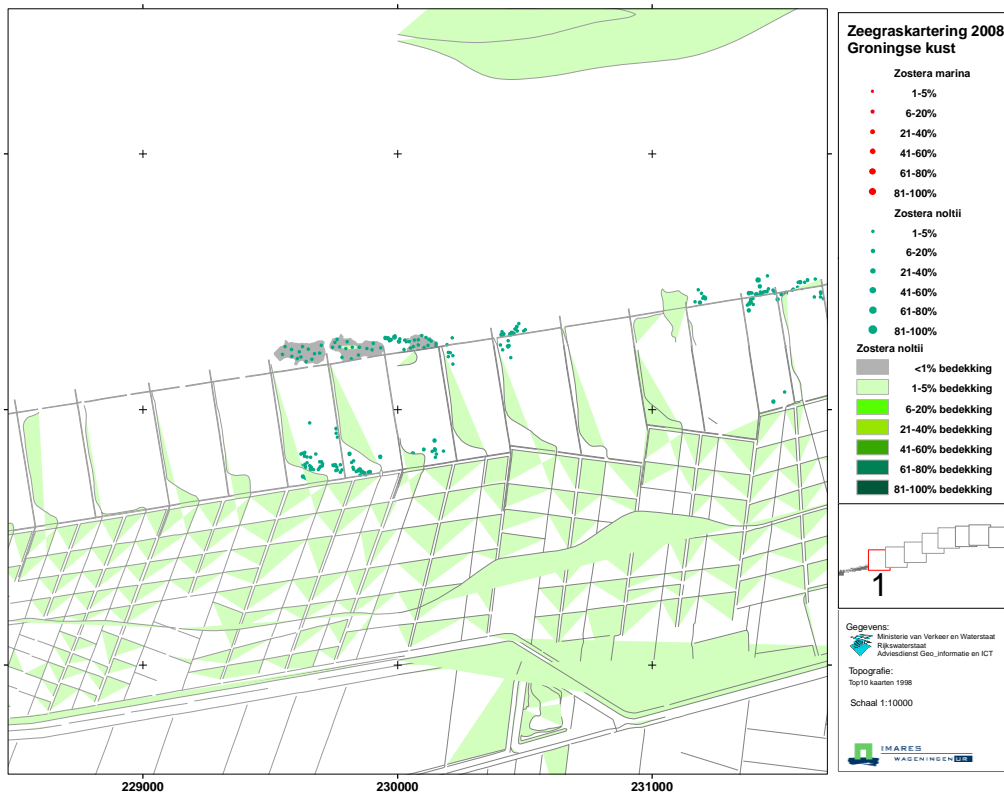
6 Zeegras in en langs de kwelderwerken

Zeegras groeit langs de oostelijke Groninger kwelderwerken en langs de Emmapolder in en direct langs de voormalige buitenste bezinkvelden (zie de kaarten in Figuur 6.1; bron RWS-DID). Sinds het stoppen van het grondwerk in de buitenste bezinkvelden in ca. 1968 is het zeegras daar vanaf 1973 teruggekeerd (ontdekt langs de Linthorst Homanpolder door P. Bouwsema en K.S. Dijkema; beschreven in Dijkema *et al.*, 1988, 1989; Philippart *et al.*, 1992; Philippart & Dijkema, 1995). De huidige kaarten van 2008 tonen een veel slechter jaar voor Klein Zeegras (groen op de kaarten) dan de kaarten van 2006 in het vorige WOK-verslag. Groot Zeegras (rood op de kaarten) komt in beide jaren nauwelijks voor. Er zijn grote jaar-op-jaar variaties in de mate van bedekking (zie www.zeegras.nl).

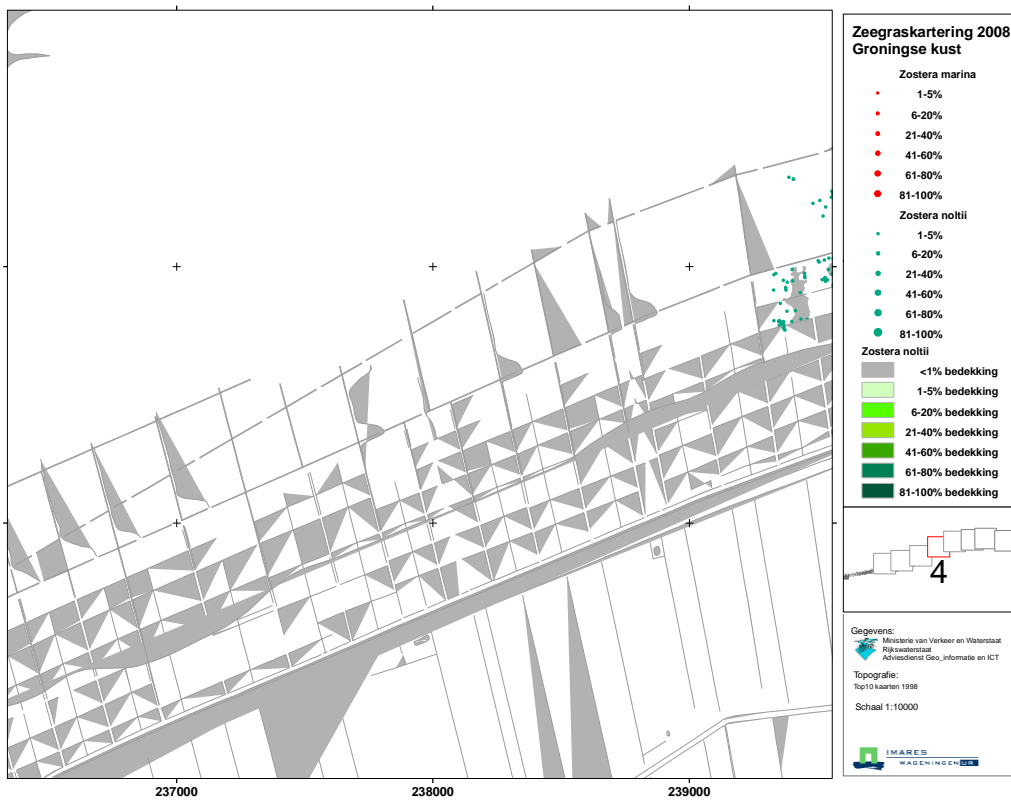
Zeegras groeide voor de aanleg van de landaanwinningswerken op vergelijkbare standplaatsen in Friesland langs het Noorderleegh en in Groningen ter plekke van de huidige Linthorst-Homanpolder en de Emmapolder (Anon, 1941; Van Eerde, 1942; A. Ploegman & T.G. van Hoorn, pers. med., 1991). Zeegras is na het verlaten van de buitenste rijshoutdammen rond 1990 door tijdelijke erosie afgenomen en na het instellen van een stabielere hoogte en op zandige groeiplaatsen teruggekeerd. Recent is door het RWS Waterdistrict Waddenzee zeegras in voormalige landaanwinningswerken in NO-Friesland ontdekt, ook op een zandige groeiplaats. Zeegras vindt in de buitenste bezinkvelden en op het aangrenzende wad de juiste hoogteligging. Van belang is verder een stabiele bodem, reden waarom zeegras langs de slikkige Negenboerenpolder, Lauwerpolder en het grootste deel van de Friese kust ontbreekt.

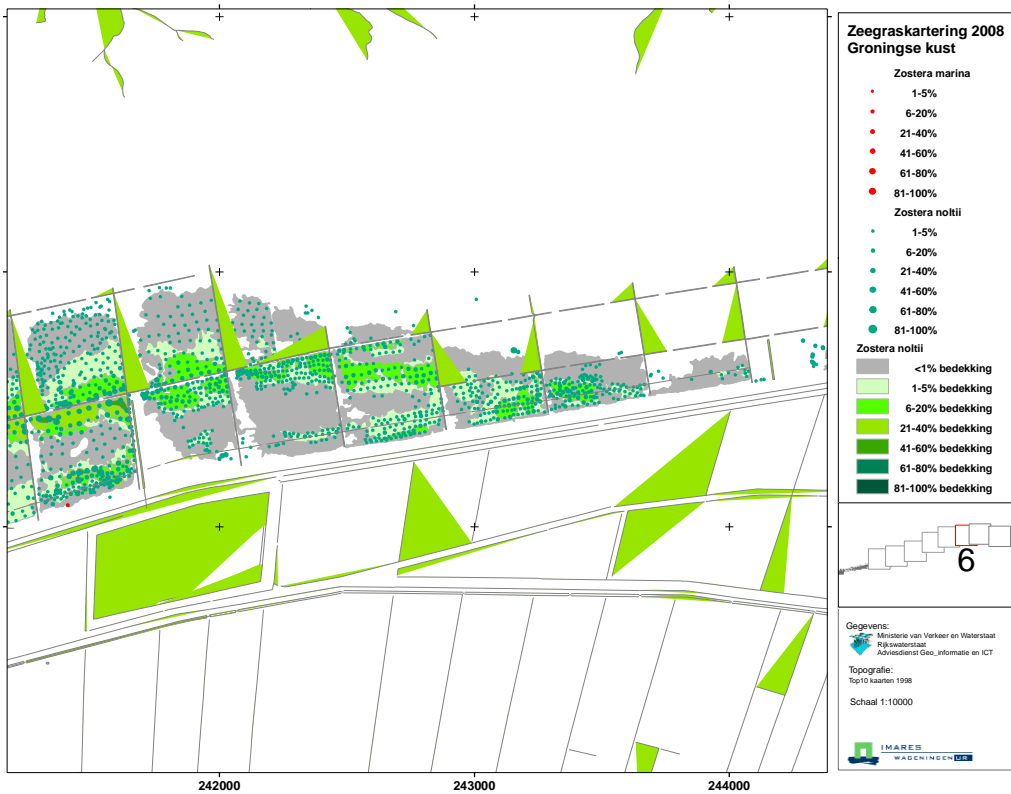
Op de zeegras-locaties dient schade bij de uitvoering van de werkzaamheden te worden voorkomen. De WOK-werkgroep ziet geen voordelen om het damonderhoud in een volgend bestek vanaf de zeedijk via de gronddammen uit te voeren:

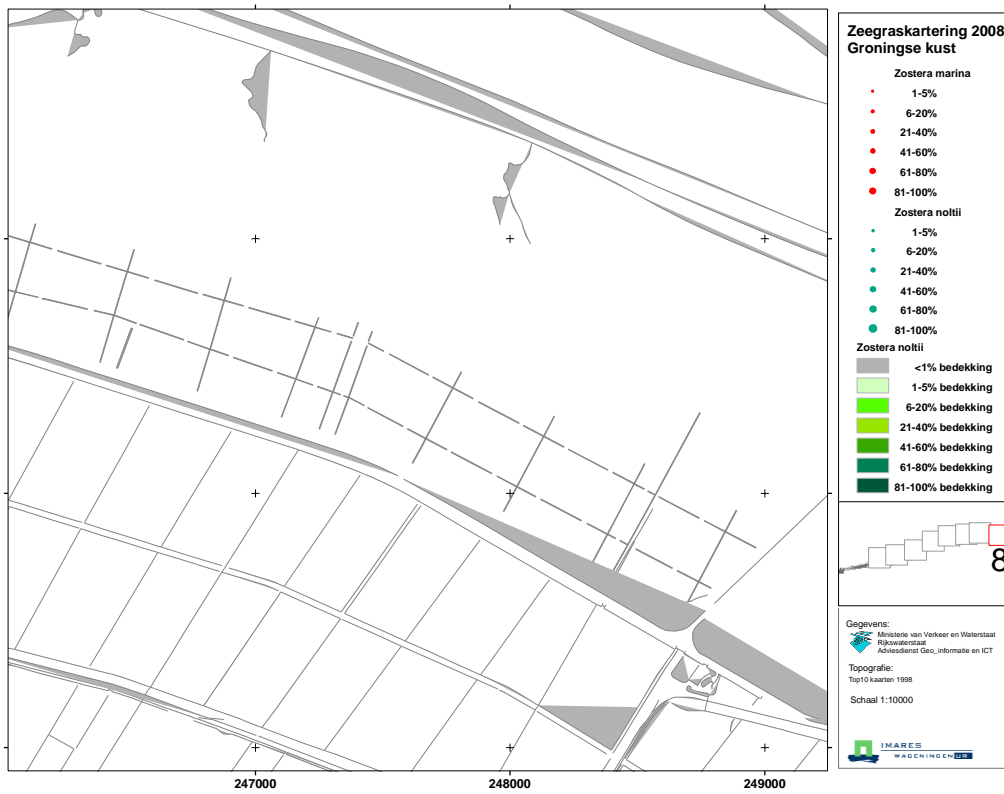
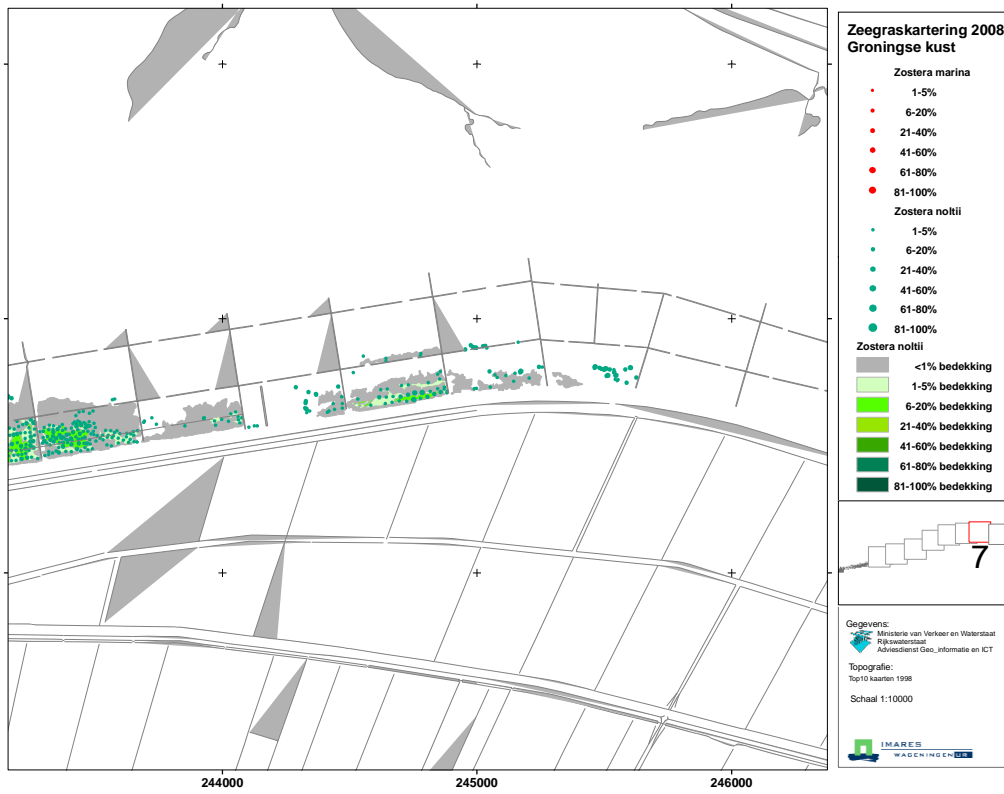
- Vanwege de zandige groeiplaatsen is er bijna geen insporing en schade.
- Om insporing in de zeegrasvelden te voorkomen is de aannemer geïnstrueerd voor rijdsdamonderhoud door/langs de voormalige uitwateringen te rijden.
- Het transport van dam-materiaal vermindert omdat de palen zijn vervangen en door toepassing van duurzaam vulhout (Fijnspar, Douglas en/of Sitkaspar; De Vries & De Jong, 2000).
- Transport vanaf de zeedijk zal de pionierzone en het slik beschadigen.



Figuur 6.1. Zeegras langs de oostelijke helft van de Groninger noordkust in 2008. Bron: RWS-DID, www.zeegras.nl







Literatuur

- Anon, 1941. Een onderzoek naar den toestand van de Griegronden op Terschelling. Rapport Rijkswaterstaat.
- Anon, 1998. Verklaring van Stade. Trilaterale Waddenzee Plan. Ministeriële Verklaring van de Achtste Trilaterale Regeringsconferentie over de Bescherming van de Waddenzee. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven. 100 p.
- Anon., 2003. Vorlandmanagementplan für den Bereich der Deichacht Norden. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz, Betriebsstelle Norden, 40 p.
- Bakker, J.P., D. Bos & Y. de Vries, 2003a. To graze or not to graze: that is the question. In: Wolff, W.J., K. Essink, A. Kellerman & M.A. van Leeuwe (eds). Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium, pp. 67-88. Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries and Department of Marine Biology, University of Groningen.
- Bakker, J.P., D. Bos, J. Stahl, Y. de Vries & A. Jensen, 2003b. Biodiversität und Landnutzung in Salzwiesen. Nova Acta Leopoldina NF 87, 328: 163-194.
- Bakker, J.P., J. Bunje, K.S. Dijkema, J. Frikke, N. Hecker, B. Kers, P. Körber, J. Kohlus & M. Stock, 2005. 7. Salt Marshes. In: K. Essink, C. Dettmann, H. Farke, K. Laursen, G. Lüerssen, H. Marencic & W. Wiersinga (eds.). Wadden Sea Quality Status Report 2004. Wadden Sea Ecosystem No. 19. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. 163-179. www.waddensea-secretariat.org -> Monitoring-TMAP -> QSR 2004
- Bossinade, J.H., J. van den Bergs & K.S. Dijkema, 1993. De invloed van de wind op het jaargemiddelde hoogwater langs de Friese en Groninger waddenkust. Rijkswaterstaat Directie Groningen/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 22 p.
- Bossinade, J.H., A. Nicolai, J. van den Bergs & K.S. Dijkema, 1998. Evaluatie grondwerkproeven in de vastelandskwelders van Friesland en Groningen. Rijkswaterstaat, Directie Noord Nederland; Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 28 p.
- Bouwsema, P., 1987. Vegetatieontwikkeling van de Friese en Groninger Noordkust. Rijkswaterstaat Directie Groningen, Dienstkring Baflo. 38 p. + 6 vegetatiekaarten 1960-1983.
- Dijkema, K.S., 1975a. Vegetatie en beheer van de kwelders en landaanwinningen aan de Waddenzeekust van Noord-Groningen. Mededeling nr. 2 Werkgroep Waddengebied. Stichting Veth tot Steun aan Waddenonderzoek, Arnhem. 49 p.
- Dijkema, K.S., 1975b. Vegetatie en beheer van de kwelders en landaanwinningswerken aan de Waddenkust van Noord-Groningen. De Levende Natuur 78: 97-104.
- Dijkema, K.S., 1983. The salt-marsh vegetation of the mainland coast, estuaries and Halligen. In: K.S. Dijkema & W.J. Wolff (eds), Flora and vegetation of the Wadden Sea island and coastal areas. Balkema, Rotterdam; 185-220.
- Dijkema, K.S., 1997. Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction in the Wadden Sea. Journal of Coastal Research 13 (4): 1294-1304.
- Dijkema, K.S., J. van den Bergs, J.H. Bossinade, P. Bouwsema, R.J. de Glopper & J.W.Th.M. van Meegen, 1988. Effecten van rijzendammen op de opslibbing en op de omvang van de vegetatiezones in de Friese en Groninger landaanwinningswerken.

- Nota GRAN 1988-2010/RIN-rapport 88/66/RIJP-rapport 1988-33 Cbw. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Rijksinstituut voor Natuurbeheer/Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Groningen/Texel/Lelystad. 108 p.
- Dijkema, K.S., C. Veld & G. van Tienen, 1988. Ecologische basiskaarten van de Waddenzee t.b.v. oliebestrijding. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, afd. Estuariene Ecologie/Rijkswaterstaat, directies Noord-Holland, Friesland en Groningen, Texel. 9 kaarten 60 x 85 cm + 1 tekstblad
- Dijkema, K.S., G. van Tienen & J.G. van Beek, 1989. Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea 1:100,000. Veth Foundation/Research Institute for Nature Management, Texel. 24 maps + 6 p.
- Dijkema, K.S. & J. Bossinade, 1990. Vegetatieclassificatie van Waddenzeekwelders volgens een vast typenstelsel. Intern RIN-rapport 90/15. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel. 37 p.
- Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, P. Bouwsema & R.J. de Glopper, 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 Academic Publishers, Dordrecht; 173-188.
- Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, J. van den Bergs & T.A.G. Kroeze, 1991. Natuurtechnisch beheer van kwelderwerken in de Friese en Groninger Waddenzee: greppelonderhoud en overig grondwerk. Nota GRAN 1991-2002/RIN-rapport 91/10. Rijkswaterstaat Directie Groningen/Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Groningen/Texel. 156 p.
- Dijkema, K.S., A. Nicolai, J. de Vlas, C.J. Smit, H. Jongerius & H. Nauta 2001. Van landaanwinning naar kwelderwerken. Leeuwarden, Rijkswaterstaat dir Noord-Nederland en Alterra, Research Instituut voor de groene Ruimte, Texel, 68 p. www.kennisonline.wur.nl -> *Ecol. Hoofdstructuur* -> *Mariene EHS* -> *Projecten* -> *Producten*
- Dijkema, K.S., De Jong, D.J., Vreeken-Buijs, M.J. & Van Duin, W.E., 2005. Kwelders en schorren in de Kaderrichtlijn Water. Ontwikkeling van Potentiële Referenties en van een Potentiële Goede Ecologische Toestand. Alterra-TEXEL, WageningenUR; Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg; Rijkswaterstaat, Adviesdienst Geo-informatie en ITC, Delft. RIKZ/2005.020. 62 p. www.kwelders.nl www.kennisonline.wur.nl -> *Ecol. Hoofdstructuur* -> *Mariene EHS* -> *Projecten* -> *Producten*
- Dijkema, K.S., Van Duin, W.E., Meesters, H.W.G, Zuur, A.F., Ieno. E.N & Smith, G.M., 2007. 35 Sea level change and salt marshes in the Wadden Sea: A time series analysis. In: Analysing Ecological Data. Springer Science + Business Media. 601-614.
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman & P.W. van Leeuwen, 2007. Monitoring van kwelders in de Waddenzee. Rapport in het kader van het WOT programma Informatievoorziening Natuur i.o. (WOT IN). ALTERRA rapport 1574; IMARES-rapport C104/07; WOT IN serie nr. 5. 63 p. www.waddenzee.nl/Kwelders.1982.0.html
- Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H. Venema & J.J. Jongsma, 2010. 50 jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken 1960-2009. Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK), Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken augustus 2009-juli 2010. Wageningen IMARES; Rijkswaterstaat. 79 p. + bijlagen. www.waddenzee.nl/Monitoring_kwelderwerken.1191.0.html
- Duin, W.E. van, K.S. Dijkema & J. Zegers, 1997. Veranderingen in bodemhoogte (opslibbing, erosie en inklink) in de Peazemerlannen. IBN-rapport 326. 104 p.

- Duin, W.E. van & K.S. Dijkema, 2003. Proef met de onderhoudsarme ontwatering in de kwelderwerken: "de Krekenproef"; evaluatie 1997-2002. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 634. 137 p.
- Duin, W.E. van, K.S. Dijkema & D. Bos, 2007a. Cyclisch beheer kwelderwerken Friesland. Wageningen IMARES intern rapport, Altenburg & Wymenga A&W rapport 887, 65 p.
- Duin, W.E. van, Esselink, P., Bos, D., Klaver, R., Verweij, G. & van Leeuwen, P.-W., 2007b. Proefverkweldering Noard-Fryslân Bûtendyks. Evaluatie kwelderherstel 2000-2005. Wageningen-IMARES rapport C020/07, Texel, Koeman en Bijkerk rapport 2006-045, Haren, Altenburg & Wymenga rapport 840, Veenwouden. www.kennisonline.wur.nl -> *Ecol. Hoofdstructuur* -> *Mariene EHS* -> *Projecten* -> *Producten*
- Duin, W.E. van, K.S. Dijkema & P.W. van Leeuwen, 2007 c. Uitgangssituatie maaiveldhoogte en kweldervegetatie in de Peazemerlannen (2006). Wageningen IMARES rapport C128/07. 79 p.
- Eerde, L.A.AE van, 1942. De landaanwinning van het Noorderleegs Buitenveld. Tijdschrift Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, 2^e reeks, deel LIX: 1-23.
- Erchinger, H.F., 1974. Wellenaufbau an Seedeichen. Naturmessungen an der Ostfriesischen Küste. Mitt. Leichtweiss-Instituts Braunschweig. 41 p.
- Esselink, P., 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen, 256 p.
- Esselink, P., J. Petersen, S. Arens, J.P. Bakker, J. Bunje, K.S. Dijkema,, N. Hecker, U. Hellwig, A.-V. Jensen, B. Kers, P. Körber, E.J. Lammerts, G. Luerßen, H. Marencic, M. Stock, R. Veeneklaas, M. Vreeken & M. Wolters, 2010. QSR 2009. Thematic Report No. 8 Salt Marshes. Final Draft. Trilateral Monitoring and Assessment Group, Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. <http://www.waddensea-secretariat.org/QSR-2009/index.htm>
- Heijer, F. den, J. Noort, H. Peters, P. de Grave, A. Oost & M.Verlaan, 2007. Allerheiligenvloed 2006. Achtergrondverslag van de stormvloed van 1 november 2006. RWS-RIKZ. 70 p.
- Hisgen, R.G.W. & R.W.P.M. Laane, 2004. Geheim van het getij. SDU, Den Haag.
- Hoeksema, H.J., H.P.J. Mulder, M.C. Rommel, J.G. de Ronde & J. de Vlas, 2004. Bodemdalingstudie Waddenzee 2004, Vragen en onzekerheden opnieuw beschouwd, Rapport RIKZ 2004-025.
- www.waddenzee.nl -> *kennis* -> *energie* -> *gaswinning* -> *inhoudsopgave* -> *rapporten*
- Hofstede, J.L.A., 2003. Integrated management of artificially created salt marshes in the Wadden Sea of Schleswig-Holstein, Germany. *Wetlands Ecology and management* 11: 183-194.
- Houwing, E.J., W.E. van Duin, Y. Smit-van der Waaij, K.S. Dijkema & J.H.J. Terwindt, 1999. Biological and abiotic factors influencing the settlement and survival of *Salicornia dolichostachya* in the intertidal pioneer zone. *Mangroves and Salt marshes* 3 (4): 197-206.
- Jong, D.J. de, K.S. Dijkema, J.H. Bossinade & J.A.M. Janssen, 1998. SALT97. Classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat RIKZ, Dir. Noord-Nederland, Meetkundige Dienst; IBN-DLO. Diskette met programma en handleiding.

- Kamps, L.F., 1956. Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk Waddengebied. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. 93 p.
- Kers, B., D. de Jong, J. Bergwerff, K. Dijkema & S. Hennekens (in prep). SALT2008. Toedelingssleutel voor zoute en brakke vegetaties voor de Nederlandse kwelders en stranden. Rijkswaterstaat, IMARES, ALTERRA.
- Kleyer, M., H. Feddersen, & R. Bockholt, 2003. Secondary succession on a high salt marsh at different grazing intensities. *Journal of Coastal Conservation* 9: 123-134.
- Marquenie, J., 2006. Monitoringsplan Ameland bodemdaling 2006-2020. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland. 15 p. + CD 1972-2006 en 2006-2020.
- Michaelis, H., 2008. Langzeitstudie zur Entwicklung von Höhenlage, Sediment, Vegetation und Bodenfauna in Landgewinnungsfeldern. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Forschungsstelle Küste, Norderney., Untersuchungsbericht 02/08: 60 p.
- NAM, 2005. Bodemdaling door aardgaswinning. NAM-velden in Groningen, Friesland en het noorden van Drenthe. Statusrapport 2005 en Prognose tot het jaar 2050. NAM-rapport EP200512202238.
www-static.shell.com/static/nam-l/downloads/samenvatting_bodemdaling_gaswinning.pdf
- NAM, 2010. Bodemdaling door aardgaswinning. NAM-gasvelden in Groningen, Friesland en het noorden van Drenthe. Statusrapport 2010 en Prognose tot het jaar 2070. NAM-rapport EP201006302236.
www-static.shell.com/static/nam-l/downloads/flyers/nam_bodemdalingsrapport2010.pdf
- Nehring, S. & K.-J. Hesse, 2008. Invasive alien plants in marine protected areas: the *Spartina anglica* affair in the European Wadden Sea. *Biol. Invasions* 10: 937-950.
- Oost, A.P., B.J. Ens, A.G. Brinkman, K.S. Dijkema, W.D. Eysink, J.J. Beukema, H.J. Gussinklo, B.M.J. Verboom & J.J. Verburgh, 1998. Integrale Bodemdalingstudie Waddenzee. Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V., Assen. 372 p.
- Philippart, C.J.M., K.S. Dijkema & N. Dankers, 1992. De huidige verspreiding en de mogelijke toekomst van het litoraal zeegras in de Nederlandse Waddenzee. RIN-rapport 92/10. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 30 p.
- Philippart, C.J.M. & K.S. Dijkema, 1995. Wax and wane of *Zostera noltii* Hornem. in the Dutch Wadden Sea. *Aquatic Botany* 49: 255-268.
- Reents, S., 1995. Vergelijking van het kunstmatige afwateringssysteem in de kwelderwerken met natuurlijke kreekssystemen. Rapport. Rijkswaterstaat, Dir. Noord-Nederland, Leeuwarden, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel. 97 p
- Reents, S., K. Dijkema, J. van den Bergs, J. Bossinade & J. de Vlas, 1999. Drainage systems in the Netherlands foreland salt marshes and natural creek systems. *Senckenbergiana maritima* 29 (Suppl.): 125-126.
- Rijkswaterstaat, 2009. Programma Rijkswateren 2010-2015. Uitwerking Waterbeheer 21e eeuw, Kaderrichtlijn Water en Natura 2000. Beheer- en Ontwikkelplan voor de Rijkswateren 2010-2015. December 2009. 364 p.
http://www.rws.nl/images/Programma%20Rijkswateren%20BPRW_tcm174-278494.pdf
- Storm, K., 1999. Slinkend Onland. Over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland. Mota AX-99.007. 68 p.
- Tilma, K., 2008. Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008. Rijkswaterstaat Waterdistrict Waddenzee, Buitenpost. 26 p.

- Vries, D.M. de, 1940. De plantengroei van de aanslibbingen in het noorden van Nederland. In: W. Feekes, A. Scheygrond & D.M. de Vries. Botanische Landschapsstudies in Nederland. J.B. Wolters, Groningen: 47-100.
- Vries, S.M.G. de & J.J. de Jong, 2000. Duurzaam rijshout voor instandhouding kwelders: resultaten van een praktijkproef 1995-2000. ALTERRA-rapport 101: 49 p.
- Westhoff, V., 1949. Schaakspel met de natuur. *Natuur en Landschap* 3: 54-62.
- Westhoff, V., 1971. The dynamic structure of plant communities in relation to the objectives of conservation. In: E. Duffey & A. S. Watt (eds.), *Scientific Management of Plant and Animal Communities for Conservation*, pp. 3-14. Blackwell, Oxford.
- Westhoff, V., J.H.J. Schaminee & K.S. Dijkema, 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 binnenlandse pioniermilieus*. Opulus Press, Upsala: 89-130.
- Wolff, W.J. (ed.), B. Berdowski, F.A. Brink, S. Broekhuizen, H. van Dam, K.S. Dijkema, G.P. Gronggrijp, L.W.G. Higler, P. Leentvaar, A.A. Mabelis, T. Reijnders, J. Rooth, P.J. Schroevers, H. Siepel, P.A. Slim, J.T. de Smidt, A.H.P. Stempel, D.C.P. Thalen, P.F.M. Verdonschot, S. van der Werf, W.K.R.E. van Wingerden & G. van Wirdum 1988. *De internationale betekenis van de Nederlandse natuur*. RIN-rapport 88/32. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 173 p.

Bijlage 1 VEGWAD-programma vegetatiekarteringen kwelders

Karteringen:	recentste fotovlucht	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Kwelders Noord-Holland	2005	fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding
Kwelders Texel	2005	fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding
Slufter Texel	2005	fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding
Boschplaat Terschelling	1999		fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking
Dollard	1999		fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking
Griend	1999		fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking
Kroonspolders (+Westerveld) Vlieland	2003	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding		
Noordvaarder + Groene Strand Terschelling	2003	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding		
Oosterschelde	2001			fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht
Westerschelde-mond	2001			fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht
Kwelderwerken Groningen/Friesland	2002				fotovlucht	uitwerking	afronding			
Ameland	2002				fotovlucht	uitwerking	afronding			
Schiermonnikoog	2004	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding	
Rottum	2004	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding	
Westerschelde	2004	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking	afronding	
Haringvliet-monding	2000		fotovlucht	uitwerking	afronding				fotovlucht	uitwerking

Zie www.kwelders.nl voor meer informatie over de vegetatiekaarten van RWS-DID

In de loop der jaren zijn er verschillende classificaties en legenda's voor vegetatiekaarten gemaakt, afhankelijk van de praktische toepassing. Gerangschikt naar het niveau van detail naar overzicht zijn dat:

- SALTMARSH 1990 (53 vegetatietypen; RIN en RWS-NN; de eerste computer-classificatie voor de kwelders in de Nederlandse Waddenzee; Dijkema & Bossinade, 1990).
- SALT97 (90 vegetatietypen; ALTERRA, RWS-RIKZ-DID-NN; update van SALTMARSH 1990 voor de Nederlandse Waddenzee en ZW Nederland; De Jong *et al.*, 1998). Toegepast in het VEGWAD programma van RWS-DID.
- TMAP (30 vegetatietypen; Trilaterale kweldergroep; SALT97 vereenvoudigd naar de grootste gemeenschappelijke deler in de internationale Waddenzee; Bakker *et al.*, 2005a).
- Zonering Waddenzee (9 zones; IMARES-Texel; vereenvoudiging van SALT97 naar zones en climax-stadia in de Nederlandse Waddenzee; De Jong *et al.*, 1998; Tabel 4.2).
- KRW (7 zones; IMARES-Texel en RWS-RIKZ-DID; vereenvoudiging voor de Kader Richtlijn Water van SALT97 naar zones en climax-stadia in de Nederlandse Waddenzee en ZW Nederland; Dijkema *et al.*, 2005).

Bijlage 2 25 meetvakken in Power Point (bestand WOK 1960-2009.ppt)

Een Power Point met de meetgegevens van de kwelderwerken is te downloaden van www.waddenzee.nl/Monitoring_kwelderwerken.1191.0.html
www.wotnatuurenmilieu.wur.nl/NL/publicaties/Werkdocumenten/Werkdocumenten_2011/

Verloop hoogte

Berekend met het programma WOKHOOG van J.H. Bossinade, Marzan France

Hoogte 1960-2009 t.o.v. GHWL (t.b.v. berekeningen van opslibbing/erosie)



= kwelderzone



= jaar en locatie verlaten buitenste dwarsdam (= evenwijdig aan de kust)



= jaar en locatie nieuwbouw tussendam (= langsdam loodrecht op de kust)



= jaar en locatie nieuwbouw dwarsdam (= evenwijdig aan de kust)

Zeewaartse grens vegetatiezones 1960-2009

Berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France

Relatieve afstand tot de zeedijk (t.b.v. berekening areaal van de zones)

prep = buitengrens pre-pionierzone (> 0% bedekking van de planten)

pion = buitengrens pionierzone (> 5% bedekking van de planten)

kwel = buitengrens kwelderzone (op basis van vegetatieklassifikatie volgens Salt 97)

Bijlage 3 Kwelderareaal en pionierzones 1960-2009 in de kwelderwerken (op basis van extrapolatie van 25 meetvakken)

meetvak	eenheid	1960	1966	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Gem. 5 jaar
FR west	Kwelder (0-63 in ha)	14	14	14	14	64	98	114	140	205	228	228	224	232	217	247	289	297	300	270
FR mid	Kwelder (63-187 in ha)	170	408	381	440	426	368	410	386	458	516	480	452	480	440	521	588	606	642	559
FR oost	Kwelder (187-221 in ha)	23	51	51	44	79	107	86	79	100	93	114	114	100	100	107	100	100	100	101
GR west	Kwelder (250-332 in ha)	76	224	259	298	249	229	244	249	289	264	269	259	279	313	274	264	289	279	284
GR mid	Kwelder (332-404 in ha)	155	206	225	253	211	206	202	183	206	225	239	225	225	244	239	225	220	220	230
GR oost	Kwelder (404-500 in ha)	277	267	317	302	307	198	208	183	208	213	193	198	208	218	248	223	267	193	230
Getal functie-eis kwelderzone (minimum = totaal 1250 ha)																				1674
FR west	Pionierzone > 5% (ha)	57	0	0	168	160	88	80	133	137	156	217	171	122	84	126	91	91	61	91
FR mid	Pionierzone > 5% (ha)	828	432	589	531	445	204	146	261	355	400	504	529	441	418	413	423	400	405	412
FR oost	Pionierzone > 5% (ha)	84	14	28	70	42	7	35	63	28	28	21	35	28	28	28	119	119	35	66
GR west	Pionierzone > 5% (ha)	409	286	276	217	266	202	182	157	73	88	98	83	68	54	88	78	122	106	90
GR mid	Pionierzone > 5% (ha)	311	253	253	211	248	131	142	118	98	70	70	65	65	70	89	117	173	145	119
GR oost	Pionierzone > 5% (ha)	480	446	471	451	416	233	218	168	163	163	198	178	178	188	174	267	277	337	249
Getal functie-eis pionierzone > 5% (minimum = totaal 400 ha)																				1025
FR west	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	19	88	61	54	23	50	126	92	88	31	27	31	42	73	54	54	54	54	58
FR mid	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	0	104	37	19	95	310	258	417	235	145	55	90	109	37	113	19	104	136	82
FR oost	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	0	21	21	0	0	0	28	0	7	14	56	63	42	42	28	0	0	84	31
GR west	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	30	54	15	20	0	84	99	109	89	40	39.5	54	20	30	153	84	119	99	97
GR mid	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	31	33	33	0	0	94	126	87	103	52	52	103	84	56	136	75	75	122	93
GR oost	Pre-pionierzone 0-5% (ha)	15	40	45	10	50	258	194	124	80	119	50	124	214	209	293	149	134	149	187
																				547

Overig kwelderzone vasteland Friesland: ca. 400 ha boerenkwelder grenzend aan de kwelderwerken

Noord Holland: Noarderleech proefverkweldering 2001: 135 ha (onderdeel van 1100 ha zomerpolders)

Balgzand + Den Oever: 38 ha 't Schoor-Peazens: 206 ha kwelder (waarvan 89 ha zomerpolder)

Groningen: ca. 300 ha boerenkwelder grenzend aan de kwelderwerken
Dollard, Nederlandse deel: 741 ha

Bijlage 4 Bodemdaling meetvakken Groninger kwelderwerken en Dollard

Bronnen: NAM-status rapporten en prognoses 1990, 1995, 2000, 2005 www-static.shell.com/static/nam-nl/downloads/samenvatting_bodemdaling_gaswinning.pdf en NAM-rapport Bodemdaling door Aardgaswinning; Statusrapport 2010 en Prognose tot het jaar 2070; september 2010 www-static.shell.com/static/nam-nl/downloads/flyers/nam_bodemdalingsrapport2010.pdf

MEET VAK	Daling 1992		Daling 2003		Daling 2008		Prognose 2025		Prognose 2050	
	1964-1992	1964-1992	1964-2003	1992-2003	1964-2008	2003-2008	1964-2025	2008-2025	1964-2050	2025-2050
	cm	cm/jr	cm	cm/jr	cm	cm/jr	cm	cm/jr	cm	cm/jr
260 Westpolder	0	0	0	0	1	0.2	3	0.1	3	0
286 Julianapolder	0	0	0	0	1	0.2	2	0	2	0
308)	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
324 Negenboeren	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
336 polder	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
356)	2	0.1	2	0	1	0	2	0	2	0
372 Linthorst	2	0.1	3	0.1	2	0	4	0.1	6	0.1
392 Homanpolder	2	0.1	5	0.3	4	0	6	0.1	10	0.2
412)	4	0.1	6	0.2	6	0	10	0.2	14	0.2
428 Noordpolder	4	0.1	7	0.3	6	0	10	0.2	14	0.2
448)	5	0.2	8	0.3	6	0	10	0.2	14	0.2
468)	6	0.2	10	0.4	8	0	10	0.1	14	0.2
488) Lauwerpolder	8	0.3	12	0.4	10	0	14	0.2	18	0.2
508) Emmapolder	9	0.3	14	0.5	12	0	18	0.2	20	0.2
west) Dollard	6	0.2	6	0	6	0	10	0.2	14	0.2
oost)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Bijlage 5 Onderhoud rijshoutdammen

Behoort bij besteknr.NN – 5217

Bijlage 5 A Verbetering rijshoutdammen in Fryslân

Te verhogen dammen in het jaar 2009 De paalkop hoogte moet zijn N.A.P.+ 1.50 m

	vaknr	pand	lengte		vaknr	pand	lengte	
Langsdam	77	I	112 m	Dwarsdam	87	L	105 m	
Langsdam	87	H	5 m	Dwarsdam	88	L	127 m	
Langsdam	87	I	105 m	Dwarsdam	89	L	116 m	
Langsdam	87	J	105 m	Dwarsdam	90	L	117 m	
Langsdam	91	I	105 m	Dwarsdam	91	L	119 m	
Langsdam	91	J	110 m	Dwarsdam	93	L	106 m	
Langsdam	97	J	91 m	Dwarsdam	96	L	149 m	
Langsdam	97	K	100 m	Dwarsdam	97	L	111 m	
Langsdam	99	K	101 m	Dwarsdam	98	L	94 m	
Langsdam	101	K	88 m	Dwarsdam	99	L	95 m	
Langsdam	101	L	100 m	Dwarsdam	100	L	135 m	
Langsdam	101	M	102 m	Dwarsdam	101	M	123 m	
Langsdam	103	K	93 m	Dwarsdam	102	M	111 m	
Langsdam	103	L	101 m	Dwarsdam	103	M	101 m	
Langsdam	103	M	101 m	Dwarsdam	104	M	103 m	
Langsdam	109	L	100 m	Dwarsdam	105	M	96 m	
Langsdam	111	N	99 m	Dwarsdam	106	M	104 m	
Dwarsdam	85	L	115 m	Dwarsdam	107	M	107 m	
Dwarsdam	86	L	102 m	Dwarsdam	108	M	128 m	

Te verlengen dammen in het jaar 2010

De paalkop hoogte moet zijn N.A.P.+ 1.50 m

	vaknr	pand	lengte	
Langsdam	157	I	70 m	
Langsdam	161	H/I	80 m	
Langsdam	163	I	45 m	
Langsdam	167	H/I	100 m	
Langsdam	175	H	20 m	
Langsdam	177	H	50 m	
Langsdam	181	H/I	50 m	

Behoort bij besteknr.NN – 5217

Bijlage 5 B Verbetering rijshoutdammen in Groningen

Te verlengen dammen in het jaar 2008 De paalkop hoogte moet zijn N.A.P.+ 1.55 m

	vaknr	pand	lengte
Langsdam	364	G	30 m

Te verhogen dammen in het jaar 2008

	vaknr	pand	lengte
Langsdam	364	G	54 m
Langsdam	364	H	108 m

Te verlengen dammen in het jaar 2009 De paalkop hoogte moet zijn N.A.P.+ 1.55 m

	vaknr	pand	lengte
Langsdam	262	F	55 m
Langsdam	286	J	80 m
Langsdam	298	L	20 m
Langsdam	298	K	10 m

Nieuw te bouwen dammen in het jaar 2009 De paalkop hoogte moet zijn N.A.P.+ 1.55 m

	vaknr	pand	lengte
Langsdam	288	J,K,L.	312 m
Langsdam	292	I,J,K,L.	373 m

Te verhogen dammen in het jaar 2009 De paalkop hoogte moet zijn N.A.P.+ 1.55 m

	vaknr	pand	lengte
Langsdam	294	I	10 m
Langsdam	294	J	96 m
Langsdam	294	K	109 m
Langsdam	294	L	132 m
Langsdam	294	M	100 m

Bijlage 5 C Advieshoogtes rijshoutdammen

De werkgroep heeft advieshoogtes voor vulhoogtes van rijshoutdammen berekend, gebaseerd op prognoses voor de bodemdaling en op de trendmatige waarde van het hoogwaterniveau. Deze cijfers zijn in de "Kweldervisie" (Onderhoud Kwelderwerken Planperiode 1999-2004, blz. 18) opgenomen als paalhoogte (= vulhoogte + 10 cm). De cijfers zijn opnieuw uitgerekend met de 2000 prognose voor de bodemdaling en de trendwaarde van hoogwater. Bijna alle veranderingen blijven binnen de oude afronding, alleen de paalhoogte Friesland oost van dam 95 gaat van 145 naar 150 cm.

	Trendwaarde GHW 2001 in m tov NAP (gem. Harl, Nes, Schier = 1.02)	Verwachte bodemdaling 1998-2025 in m (2000 prognose)	Advies damhoogte in m t.o.v. gecorrigeerde NAP-merken	
			Vulling (niet afgerond)	paal (afgerond)
Friesland 1-95	1.06	0.00	1.36	1.45
Friesland 95-187	1.07	0.03	1.40) 1.50
Friesland 187-205	1.05	0.03	1.38)
Westpolder	1.08	0.05	1.43)
Julianapolder	1.09	0.03	1.42) 1.55
Negenboerenp.	1.10	0.02	1.42)
Linthost Homanp.	1.13	0.03	1.46)
Noordpolder	1.16	0.04	1.50	1.60
Lauerpolder west	1.17	0.06	1.53)
Lauerpolder oost	1.17	0.07	1.54) 1.65
Emmapolder 508	1.17	0.08	1.55)

Bijlage 6 Recent greppelonderhoud in de Friese meetvakken

Gegraven greppels/dwarssloten tijdens kwelderveldwerk in de meetvakken aug/okt 2009 (waarneming door W.E. van Duin, IMARES)

VNG = vrij nieuwe greppels, dwz waarschijnlijk van 2008, zeer strak en onbegroeid.

121 EFG	VNG
122 G	VNG
123 EFG	VNG
124 G	VNG
145 D	VNG
148 CDEFG	VNG
148 H	nieuwe dwarsslot (dus tussen pandje H en I)
168 EFG	nieuwe dwarsslot en greppels
169 FG	nieuwe dwarsslot en greppels
170 CDEFG(½)	nieuwe dwarsslot en greppels
183 B t/m F	VNG en dwarsslot

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2009

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl
De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOT-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2009

- 126** *Kamphorst, D.A.* Keuzes in het internationale biodiversiteitsbeleid; Verkenning van de beleidstheorie achter de internationale aspecten van het Beleidsprogramma Biodiversiteit (2008-2011)
- 127** *Dirkx, G.H.P. & F.J.P. van den Bosch.* Quick scan gebruik Catalogus groenblauwe diensten
- 128** *Loeb, R. & P.F.M. Verdonschot.* Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren
- 129** *Kruit, J. & P.M. Veer.* Herfotografie van landschappen; Landschapsfoto's van de 'Collectie de Boer' als uitgangspunt voor het in beeld brengen van ontwikkelingen in het landschap in de periode 1976-2008
- 130** *Oenema, O., A. Smit & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Landelijk Gebied; werkwijze en eerste resultaten
- 131** *Agricola, H.J.A.J. van Strien, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, N.Y. van der Wulp, L.M.G. Groenemeijer, W.F. Lukey & R.J. van Til.* Achtergrond-document Nulmeting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 132** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-001 – Koepel
- 133** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 134** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 135** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-005 – M-AVP
- 136** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 137** *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 138** *Jong de, J.J., J. van Os & R.A. Smidt.* Inventarisatie en beheerskosten van landschapselementen
- 139** *Dirkx, G.H.P., R.W. Verburg & P. van der Wielen.* Tegenkrachten Natuur. Korte verkenning van de weerstand tegen aankopen van landbouwgrond voor natuur
- 140** *Annual reports for 2008; Programme WOT-04*
- 141** *Vullings, L.A.E., C. Blok, G. Vonk, M. van Heusden, A. Huisman, J.M. van Linge, S. Keijzer, J. Oldengarm & J.D. Bulens.* Omgaan met digitale nationale beleidskaarten
- 142** *Vreke, J., A.L. Gerritsen, R.P. Kranendonk, M. Pleijte, P.H. Kersten & F.J.P. van den Bosch.* Maatlat Government – Governance
- 143** *Gerritsen, A.L., R.P. Kranendonk, J. Vreke, F.J.P. van den Bosch & M. Pleijte.* Verdrogingsbestrijding in het tijdperk van het Investeringsbudget Landelijk Gebied. Een verslag van casuonderzoek in de provincies Drenthe, Noord-Brabant en Noord-Holland.
- 144** *Luesink, H.H., P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 2006 en 2007
- 145** *Bakker de, H.C.M. & C.S.A. van Koppen.* Draagvlakonderzoek in de steigers. Een voorstudie naar indicatoren om maatschappelijk draagvlak voor natuur en landschap te meten
- 146** *Goossen, C.M.,* Monitoring recreatiegedrag van Nederlanders in landelijke gebieden. Jaar 2006/2007
- 147** *Hoefs, R.M.A., J. van Os & T.J.A. Gies.* Kavelruil en Landschap. Een korte verkenning naar ruimtelijke effecten van kavelruil.
- 148** *Klok, T.L., R. Hille Ris Lambers, P. de Vries, J.E. Tamis & J.W.M. Wijsman.* Quick scan model instruments for marine biodiversity policy.
- 149** *Spruijt, J., P. Spoorenberg & R. Schreuder.* Milieueffectiviteit en kosten van maatregelen gewasbescherming.
- 150** *Ehlert, P.A.I. (rapporteur).* Advies Bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen.
- 151** *Wulp van der, N.Y.* Storende elementen in het landschap: welke, waar en voor wie? Bijlage bij WOT-paper 1 – Krassen op het landschap
- 152** *Oltmer, K., K.H.M. van Bommel, J. Clement, J.J. de Jong, D.P. Rudrum & E.P.A.G. Schouwenberg.* Kosten voor habitattypen in Natura 2000-gebieden. Toepassing van de methode Kosteneffectiviteit natuurbeleid.
- 153** *Adrichem van, M.H.C., F.G. Wortelboer & G.W.W. Wamelink (2010).* MOVE. Model for terrestrial Vegetation. Version 4.0
- 154** *Wamelink, G.W.W., R.M. Winkler & F.G. Wortelboer.* User documentation MOVE4 v 1.0
- 155** *Gies de, T.J.A., L.J.J. Jeurissen, I. Staritsky & A. Bleeker.* Leefomgevingsindicatoren Landelijk gebied. Inventarisatie naar stand van zaken over geurhinder, lichthinder en fijn stof.
- 156** *Tamminga, S., A.W. Jongbloed, P. Bikker, L. Sebek, C. van Bruggen & O. Oenema.* Actualisatie excretiecijfers landbouwhuisdieren voor forfaits regeling Meststoffenwet
- 157** *Van der Salm, C., L. M. Boumans, G.B.M. Heuvelink & T.C. van Leeuwen.* Protocol voor validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE op meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
- 158** *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer. Een vergelijking van Programma Beheer met de soorten en habitats van Natura 2000
- 159** *Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst, T.A. Selnes, M. van Veen, F.J.P. van den Bosch, L. van den Broek, M.E.A. Broekmeyer, J.L.M. Donders, R.J. Fontein, S. van Tol, G.W.W. Wamelink & P. van der Wielen.* Dilemma's en barrières in de praktijk van het natuur- en landschapsbeleid; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009.
- 160** *Fontein R.J, T.A. de Boer, B. Breman, C.M. Goossen, R.J.H.G. Henkens, J. Luttik & S. de Vries.* Relatie recreatie en natuur; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 161** *Deneer, J.W. & R. Kruijne. (2010).* Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen. Een verkenning van de literatuur verschenen na 2003.
- 162** *Verburg, R.W., M.E. Sanders, G.H.P. Dirkx, B. de Knegt & J.W. Kuhlman.* Natuur, landschap en landelijk gebied. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009.
- 163** *Doorn van, A.M. & M.P.C.P. Paulissen.* Natuurgericht milieubeleid voor Natura 2000-gebieden in Europees perspectief: een verkenning.

- 164** *Smidt, R.A., J. van Os & I. Staritsky.* Samenstellen van landelijke kaarten met landschapselementen, grondeigendom en beheer. Technisch achtergronddocument bij de opgeleverde bestanden.
- 165** *Pouwels, R., R.P.B. Foppen, M.F. Wallis de Vries, R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen & A. van Kleunen,* Verkenning LARCH: omgaan met kwaliteit binnen ecologische netwerken.
- 166** *Born van den, G.J., H.H. Luesink, H.A.C. Verkerk, H.J. Mulder, J.N. Bosma, M.J.C. de Bode & O. Oenema,* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen, versie 2009.
- 167** *Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema.* Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet- Versie 2.1
- 168** *Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, A. Karbauskas & P. Roza.* De vermaatschappelijking van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Een inventarisatie van visies in Brussel en diverse EU-lidstaten.
- 169** *Vreke, J. & I.E. Salverda.* Kwaliteit leefomgeving en stedelijk groen.
- 170** *Hengsdijk, H. & J.W.A. Langeveld.* Yield trends and yield gap analysis of major crops in the World.
- 171** *Horst, M.M.S. ter & J.G. Groenwold.* Tool to determine the coefficient of variation of DegT50 values of plant protection products in water-sediment systems for different values of the sorption coefficient
- 172** *Boons-Prins, E., P. Leffelaar, L. Bouman & E. Stehfest (2010)* Grassland simulation with the LPJmL model
- 173** *Smit, A., O. Oenema & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Kwaliteit Landelijk Gebied
- 2010**
- 174** *Boer de, S., M.J. Bogaardt, P.H. Kersten, F.H. Kistenkas, M.G.G. Neven & M. van der Zouwen.* Zoektocht naar nationale beleidsruimte in de EU-richtlijnen voor het milieu- en natuurbeleid. Een vergelijking van de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn in Nederland, Engeland en Noordrijn-Westfalen
- 175** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-001 – Koepel
- 176** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 177** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 178** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-005 – M-AVP
- 179** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-006 – Natuurplanbureau functie
- 180** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-007 – Milieuplanbureau functie
- 181** *Annual reports for 2009; Programme WOT-04*
- 182** *Oenema, O., P. Bikker, J. van Harn, E.A.A. Smolders, L.B. Sebek, M. van den Berg, E. Stehfest & H. Westhoek.* Quicksan opbrengsten en efficiëntie in de gangbare en biologische akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deelstudie van project 'Duurzame Eiwitvoorziening'.
- 183** *Smits, M.J.W., N.B.P. Polman & J. Westerink.* Uitbreidingsmogelijkheden voor groene en blauwe diensten in Nederland; Ervaringen uit het buitenland
- 184** *Dirkx, G.H.P. (red.).* Quick responsefunctie 2009. Verslag van de werkzaamheden.
- 185** *Kuhlman, J.W., J. Luijt, J. van Dijk, A.D. Schouten & M.J. Voskuilen.* Grondprijkskaarten 1998-2008
- 186** *Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, E. Lianouridis, H. Leneman & M.P.W. Sonneveld.* Rol en betekenis van commissies voor gebiedsgericht beleid.
- 187** *Temme, A.J.A.M. & P.H. Verburg.* Modelling of intensive and extensive farming in CLUE
- 188** *Vreke, J.* Financieringsconstructies voor landschap
- 189** *Slangen, L.H.G.* Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap
- 190** *Knotters, M., G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland & D.J.J. Walvoort.* A disposition of interpolation techniques
- 191** *Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek, H.H. Luesink & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008
- 192** *Beekman, V., A. Pronk & A. de Smet.* De consumptie van dierlijke producten. Ontwikkeling, determinanten, actoren en interventies.
- 193** *Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaeij, J. Vader & J. van Dijk.* Baten van de EHS; De locatie van recreatiebedrijven
- 194** *Veeneklaas, F.R. & J. Vader.* Demografie in de Natuurverkenning 2011; Bijlage bij WOT-paper 3
- 195** *Wascher, D.M., M. van Eupen, C.A. Mûcher & I.R. Geijzendorffer,* Biodiversity of European Agricultural landscapes. Enhancing a High Nature Value Farmland Indicator
- 196** *Apeldoorn van, R.C., I.M. Bouwma, A.M. van Doorn, H.S.D. Naeff, R.M.A. Hoefs, B.S. Elbersen & B.J.R. van Rooij.* Natuurgebieden in Europa: bescherming en financiering
- 197** *Brus, D.J., R. Vasat, G. B. M. Heuvelink, M. Knotters, F. de Vries & D. J. J. Walvoort.* Towards a Soil Information System with quantified accuracy; A prototype for mapping continuous soil properties
- 198** *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen, m.m.v. M.H. Borgstein, E.J. Bos & P. van der Wielen.* Verantwoording van de methodiek Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 199** *Bos, E.J. & M.H. Borgstein.* Monitoring Gesloten voer-mest kringlopen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 200** *Kennismarkt 27 april 2010;* Van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten Planbureau voor de Leefomgeving.
- 201** *Wielen van der, P.* Monitoring Integrale duurzame stallen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 202** *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen.* Monitoring Functionele agrobiodiversiteit. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 203** *Jongeneel, R.A. & L. Ge.* Farmers' behavior and the provision of public goods: Towards an analytical framework.
- 204** *Vries, S. de, M.H.G. Custers & J. Boers.* Storende elementen in beeld; de impact van menselijke artefacten op de landschapsbeleving nader onderzocht.
- 205** *Vader, J. J.L.M. Donders & H.W.B. Bredenoord.* Zicht op natuur- en landschapsorganisaties; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 206** *Jongeneel, R.A., L.H.G. Slangen & N.B.P. Polman.* Groene en Blauwe Diensten; Een raamwerk voor de analyse van doelen, maatregelen en instrumenten

- 207** *Letourneau, A.P., P.H. Verburg & E. Stehfest.* Global change of land use systems; IMAGE: a new land allocation module
- 208** *Heer, M. de.* Het Park van de Toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 209** *Knotters, M., J. Lahr, A.M. van Oosten-Siedlecka & P.F.M. Verdonschot.* Aggregation of ecological indicators for mapping aquatic nature quality. Overview of existing methods and case studies.
- 210** *Verdonschot, P.F.M. & A.M. van Oosten-Siedlecka* Graadmeters Aquatische natuur. Analyse gegevenskwaliteit Limnodata
- 211** *Linderhof, V.G.M. & Hans Lenema.* Quickscan kosteneffectiviteitsanalyse aquatische natuur
- 212** *Leneman, H. V.G.M. Linderhof & R. Michels.* Mogelijkheden voor het inbrengen van informatie uit de 'KRW database' in de 'KE database'
- 213** *Schrijver, R.A.M., A. Corporaal, W.A. Ozinga & D. Rudrum.* Kosteneffectieve natuur in landbouwgebieden; Methode om effecten van maatregelen voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden te bepalen, een test in twee gebieden in Noordoost-Twente en West-Zeeuws-Vlaanderen
- 214** *Hoogland, T., R.H. Kemmers, D.G. Cirkel & J. Hunink.* Standplaatsfactoren afgeleid van hydrologische model uitkomsten; Methode-ontwikkeling en toetsing in het Drentse Aa-gebied.
- 215** *Agricola, H.J., R.M.A. Hoefs, A.M. van Doorn, R.A. Smidt & J. van Os.* Landschappelijke effecten van ontwikkelingen in de landbouw
- 216** *Kramer, H., J. Oldengarm en L.F.S. Roupioz.* Nederland is groener dan kaarten laten zien; Mogelijkheden om 'groen' beter te inventariseren en monitoren met de automatische classificatie van digitale luchtfoto's
- 218** *Hazeu, G.W., Kramer, H., J. Clement & W.P. Daamen.* Basiskaart Natuur 1990rev
- 219** *Boer, T.A. de.* Waardering en recreatief gebruik van Nationale Landschappen door haar bewoners
- 220** *Leneman, H., A.D. Schouten & R.W. Verburg.* Varianten van natuurbeleid: voorbereidende kostenberekeningen; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 221** *Knegt, B. de, J. Clement, P.W. Goedhart, H. Sierdsema, Chr. van Swaay & P. Wiersma.* Natuurkwaliteit van het agrarisch gebied
- 227** *Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuysen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit.* Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 2011**
- 223** *Salm, C. van der en O.F. Schoumans.* Langetermijn effecten van verminderde fosfaatgiften
- 229** *Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongma.* Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-001 – Koepel
- 231** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 232** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-005 – M-APV
- 234** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 235** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 236** *Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas.* Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOt-paper 7 – De deur klemt
- 237** *Harms, B. & M.M.M. Overbeek.* Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238** *Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings.* De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland; Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239** *Klijn, J.A.* Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011