

# MONITORING EN BEHEER VAN DE KWELDERWERKEN IN FRIESLAND EN GRONINGEN 1960-2008

## **Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK):**

IMARES, Wageningen UR: K.S. Dijkema, W.E. van Duin  
Rijkswaterstaat, Dienst Noord-Nederland en Waterdistrict Waddenzee:  
A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H. Venema

## **Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken, augustus 2008 - juli 2009**

**Vastgesteld door de Stuurgroep Kwelderwerken op 1-12-2009**



**Texel, Buitenpost, Leeuwarden, december 2009**

## Inhoud

<b>Samenvatting</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Inleiding kwelderwerken</b> .....	<b>5</b>
1.1 Monitoring kwelderwerken en Natura 2000 .....	5
1.2 Landaanwinningswerken .....	6
1.3 Delimitatiecontracten .....	7
1.4 Van landaanwinning naar kwelderwerken .....	7
1.5 Huidig streefbeeld kwelderwerken .....	8
<b>2. Monitoring van de hoogteligging en het areaal kwelders en pionierzone</b> .....	<b>12</b>
2.1 Methode: de meetvakken .....	12
2.2 Hoogte-ontwikkeling.....	13
2.3 Jaargemiddeld hoogwater .....	16
2.4 Kwelders en zeespiegelstijging .....	16
2.5 Kwelders en bodemdaling .....	17
2.6 Vegetatie in de pionierzone .....	19
2.7 Vegetatie in de kwelderzone .....	22
<b>3. Beheer en onderhoud van de kwelderwerken</b> .....	<b>23</b>
3.1 Toetsing aan de functie-eisen van RWS.....	23
3.2 Wet beheer rijkswaterstaatswerken .....	24
3.3 Rijshoutdammen .....	24
3.4 Grondwerk.....	27
<b>4. Monitoring van de kwaliteit van de kweldervegetatie</b> .....	<b>30</b>
4.1 Successie en beweiding .....	30
4.2 Vegetatiekaarten van de kwelderwerken .....	32
4.3 Vegetatiekaarten van alle Nederlandse kwelders en schorren.....	39
4.4 Maatregelen voor de kwaliteit van kwelders .....	39
<b>5. Doelen en kaders voor kwelders</b> .....	<b>43</b>
5.1 Europese betekenis van Nederlandse kwelders .....	43
5.2 Trilaterale Targets en Tmap-monitoring.....	43
5.3 PKB-Waddenzee .....	45
5.4 Beheer- en Ontwikkelingsplan Waddengebied.....	46
5.5 Natura 2000 .....	47
5.6 Kader Richtlijn Water .....	48
<b>6. Zeegras in en langs de kwelderwerken</b> .....	<b>49</b>
<b>7. Literatuur</b> .....	<b>54</b>
Bijlage 1 VEGWAD-programma vegetatiekarteringen kwelders.....	58
Bijlage 2 25 meetvakken in Power Point (bestand WOK 1960-2008.ppt) .....	59
Bijlage 4 Bodemdaling meetvakken Groninger kwelderwerken.....	61
Bijlage 5 A Verbetering rijshoutdammen in Fryslân.....	62
Bijlage 5 B Verbetering rijshoutdammen in Groningen.....	62
Bijlage 5 C Advieshoogtes rijshoutdammen .....	63
Bijlage 6 Recent greppelonderhoud in de Friese meetvakken.....	64

## 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 gecreëerd en 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 "werken" in de huidige vorm zouden de kwelders verdwijnen**. Vanaf 1960-2008 is door het RWS Waterdistrict Waddenzee en IMARES Texel (verenigd in de Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken) hetzelfde **monitoringsysteem** toegepast. De 25 meetvakken geven een jaarlijkse **feedback naar het kwelderbeheer** volgens het "hand aan de kraan" principe.

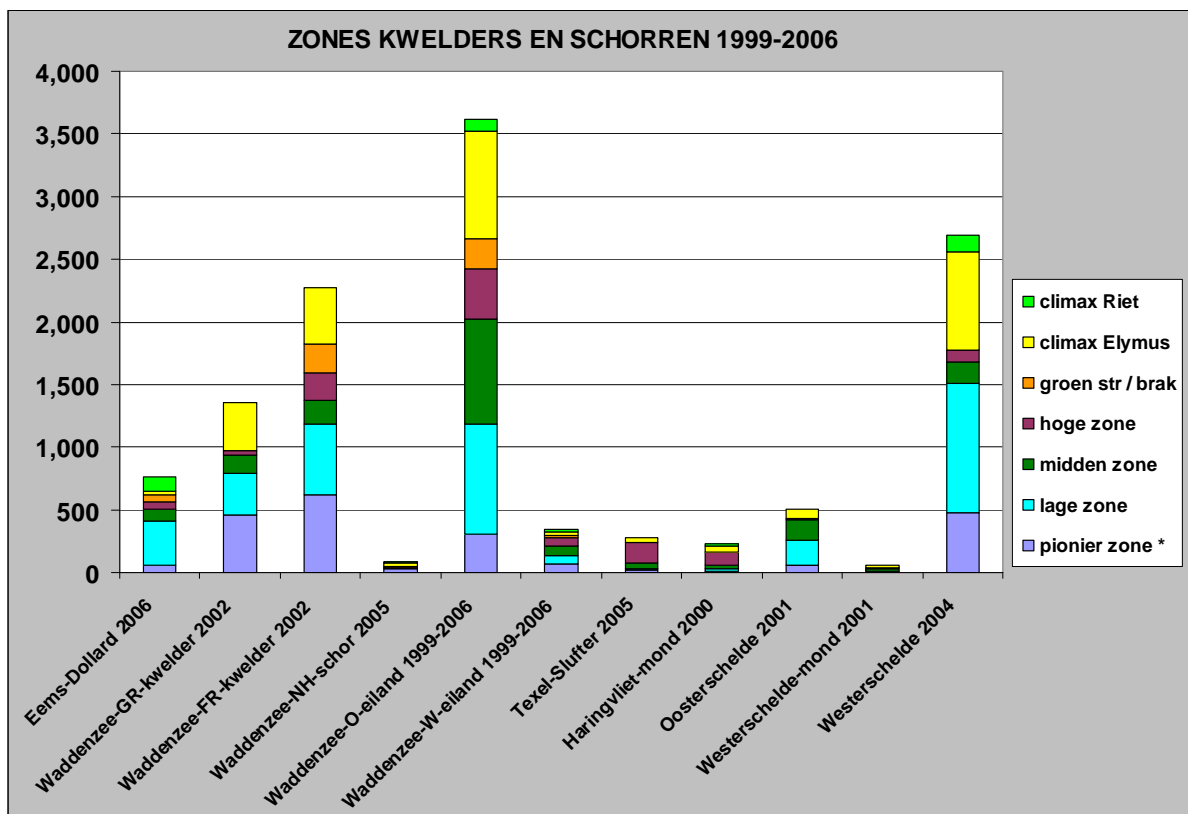
De bezinkvelden waren zowel in Friesland als in Groningen tot 1990 over het algemeen 400 x 400 m. Door analyse van de monitoringserie 1960-2008 en op experimentele wijze is vastgesteld dat 200 x 200 m optimaal is voor de opslibbing in de pionierzone, vestiging van pioniervegetatie en bescherming van 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 financieel gerealiseerd door de **bezinkvelden te beperken tot waar ze echt nodig zijn, dat is de pionierzone tussen GHW - 60 cm en GHW. De pionierzone grenst aan en beschermt de kwelders**. De buitenste bezinkvelden (wadzone) zijn na 1990 daarom beëindigd want die bleken geen functie voor de bescherming van de kwelders en de pionierzone te vervullen (met als resultaat een winst aan wadplaten van 2000 ha).

Het totale gevolg van deze aanpassing aan de natuurlijke processen is dat de te onderhouden damlengte is verminderd van 240 km naar 140 km, dat vrijwel alle resterende rijshoutdammen zijn gerenoveerd of vernieuwd (en de hoogte aangepast aan 50 jaar hoogwaterstijging en bodemdaling), dat de **achteruitgang van de Friese en Groninger kwelders uit de periode 70-80 van de vorige eeuw is gestopt, dat er in Friesland nu zelfs een forse kweldergroei is en dat alle pionierzones sinds enkele jaren weer op of boven hun gewenste areaal zijn**. De beste resultaten voor opslibbing, pionierzone en kwelderbescherming zijn geboekt in het bodemdalinggebied Slochteren (Groningen oost), door damvernieuwing uit het bodemdalingfonds van NAM. De aanpassing van de kwelderwerken is bedacht en uitgevoerd vanaf 1982 door RWS samen met IMARES op Texel (onderdeel van Wageningen UR, voormalig RIN, IBN, ALTERRA) en met de **stakeholders in de Stuurgroep Kwelderwerken** (= RWS, Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers en natuurbescherming-organisaties).

**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. Het WOT IN rapport van 2009 is een update van het kwelderboek uit 2001 en gaat ook over de bescherming door de kwelderwerken tegen de Allerheiligenvloed van 2006. In 2007 verscheen in de WOT IN serie al een deel over Monitoring van kwelders in de Waddenzee, met beheermaatregelen voor alle kwelders, te downloaden van [www.waddenzee.nl/Kwelders.1982.0.html](http://www.waddenzee.nl/Kwelders.1982.0.html), waarin o.a. het eerste idee voor een brede Afsluitdijk, verdedigd door een vooroever van kwelders. De publicaties omvatten ook grondwerk, ontwatering, beweiding en de duurzaamheid van de houtvulling in de dammen. Een pdf van het nieuwste WOK-monitoringrapport en de meetgegevens zijn te downloaden van [www.waddenzee.nl/Monitoring\\_kwelderwerken.1191.0.html](http://www.waddenzee.nl/Monitoring_kwelderwerken.1191.0.html).

## AANDACHTPUNTEN 2009-2010

1. De **WOK-monitoring** (jaarlijks 25 meetvakken en 6-jaarlijks vegetatiekaarten) levert al meer dan 50 jaar betrouwbare gegevens over hoogteligging, opslibbing, vegetatiezones, beheer en Natura 2000 Habitats in de kwelderwerken.
2. De WOK-monitoring is een instrument voor de **aansturing van het beheer** van de kwelderwerken. Gemeten worden de effecten van **natuurlijke factoren** (weer, getij, opslibbing), van stoppen van **grondwerk** (vernatting versus veroudering), van de toestand van de **rijshoutdammen** (kwelder-bescherming en behoud pionierzone) en van **beweiding** (middel tegen veroudering van de vegetatie).
3. Landelijk gezien is het **areaal pionierzones** in de kwelderwerken relatief hoog en van zeer groot belang in het Natura 2000 netwerk (zie *Figuur 1.1*).
4. Voor de WOK-monitoring van de **kwaliteit** van de vegetatie is 2010 een belangrijk jaar omdat de eerste complete **vegetatiekaart** na 2003 verschijnt.
5. Door het **Waddenfonds** zijn verschillende voorstellen om de **vastelandkwelders** te herstellen gehonoreerd: in Groningen grootschalig herstel beweiding; in Friesland de aanleg van een zoetwaterlozing Hallumerryt, het verkwelderen van de zomerpolder Bildtpollen en een experiment met beweiding in de kwelders; in Noord-Holland het herstel van de eroderende schorren op het Balgzand.



*Figuur 1.1. Areaal pionierzone en kwelderzones in ha op basis van vegetatiekaarten RWS-DID 1999-2006 (methode KRW-classificatie in Dijkema et al. 2005). Areaal vastelandkwelders = boerenkwelders + kwelderwerken (zonder zomerpolders). \* Pionierzones van luchtfoto's; Waddenzee bedekking > ca. 5 %; pionierzones ZW Nederland bedekking > 0,1 %. In oostelijke eilanden 2006 zit een 700 ha groter gekarteerd areaal Boschplaat ivm voorgaande kaarten.*

## 1. Inleiding kwelderwerken

### 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 sturing van de natuurlijke processen zijn daarin **halfnatuurlijke kwelders** gevormd. De kwelderwerken zijn door middel van rijshoutdammen en begreppeling gecreëerd en de kweldervegetatie heeft zich natuurlijk gevestigd. Uit de praktijk van het natuurbeheer is gebleken dat dergelijke half-natuurlijke landschappen het beste in stand worden gehouden door een beheer dat aansluit bij de traditionele methoden waardoor ze zijn 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 jarenlang in het teken van het **kwelderareaal** gestaan (*hoofdstuk 2*). De Friese vastelandskwelders groeien en het areaal van de Noord-Groninger kwelderzone is stabiel. De opslibbing op de vastelandskwelders is van nature hoog. De aangrenzende pionierzone is de overgang naar de wadplaten en beschermt de kwelderzone. De opslibbing in de pionierzone is wisselend en afhankelijk van **rijshoutdammen** (*hoofdstuk 3.3*); het areaal Friese pioniervegetatie doet het beter dan de Groninger pioniervegetatie. De Waddenzee is het **belangrijkste gebied voor zeekraal**. Voor deze éénjarige pioniervegetaties is het doel in het Ontwerpbesluit Waddenzee Natura 2000 “Behoud oppervlakte en kwaliteit”. 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 (*hoofdstuk 5.5*).

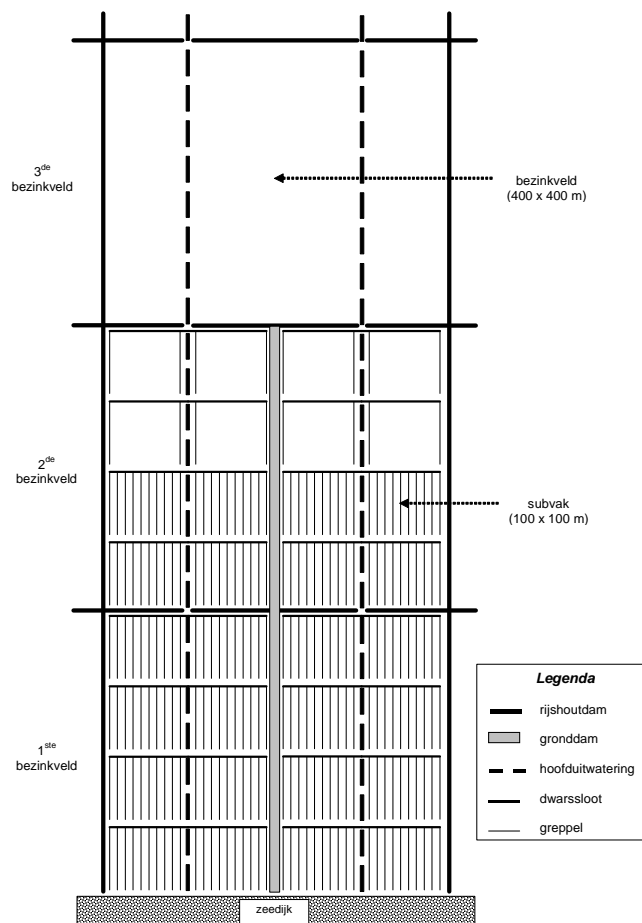
De **monitoring van de kwaliteit van de vegetatie** wordt belangrijker (*hoofdstuk 4*). Door opslibbing worden de kwelders hoger, waarbij de vegetatie door successie mee verandert. Reeds vanaf de lage zone kan de vegetatie zich ontwikkelen tot een **climax** (Zoutmelde, Zeekweek). In de eindfase gaan climax-vegetaties de kwelder domineren en leiden tot **veroudering** met een vegetatie van Zeekweek. **Begreppeling** versnelt de veroudering van de kwelderzones (*hoofdstuk 3.4*). **Beweiding** stelt de ontwikkeling van een climax-vegetatie uit (*hoofdstuk 4*). Intensieve beweiding kan een kwelder in een jong stadium houden, echter met weinig soorten planten (Westhoff et al. 1998). De opslibbing neemt door beweiding weinig af, zodat na stoppen van beweiding de veroudering terugkeert. Voor kwelders is het doel in het Ontwerpbesluit Waddenzee Natura 2000 “Behoud van de oppervlakte en de verbetering van de kwaliteit”. De Staat van Instandhouding van dit habitatype 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** ([www.minlnv.nl/natuurwetgeving](http://www.minlnv.nl/natuurwetgeving) ; *hoofdstuk 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](http://www.zeegras.nl) ; *hoofdstuk 6*).

## 1.2 Landaanwinningswerken

In Noord-Nederland zijn de kustboeren vanaf de 17<sup>e</sup> eeuw begonnen de kwelderaanwas te stimuleren door greppels te graven. Daardoor ontstonden buitendijkse gronden met een kunstmatig afwateringsysteem in plaats van een grillig natuurlijk krekensysteem. 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, hetgeen tenslotte gevaar begon op te leveren voor de (toen nog volledig groene) zeedijken.

Omdat de boerenmethode van landaanwinning onvoldoende resultaten opleverde werd door het Rijk een Duits systeem in gewijzigde vorm ingevoerd. Het nieuwe element bij deze zogenaamde **Sleeswijk-Holstein-methode** is het gebruik van bezinkvelden omgeven door rijshoutdammen van lichte constructie (*Figuur 1.2*). 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.



*Figuur 1.2. 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.*



### 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 met de oevereigenaren. Dit geschil was tijdens de bezetting door Napoleon ontstaan als gevolg van de invoering van Franse wetgeving in 1811 en is pas na 1932 geleidelijk beëindigd. Als oplossing is het Rijk een “Acte van Dading” aangegaan met de individuele oevereigenaren. Dit zijn de zgn. “**delimitatiecontracten**” die vandaag de dag nog steeds van kracht zijn. Inpoldering was in de jaren 30 van de vorige eeuw vanzelfsprekend en is in de delimitatiecontracten niet geregeld. Enkele bepalingen uit het delimitatiecontract zijn (Dijkema et al. 2001):

- Het gebied waarin de oevereigenaren het recht van eigendom op de aanwas behouden wordt begrensd door de **Delimitatielij**n op 300 meter zeewaarts van de toen bestaande groene kwelder (= “**Afgepaalde 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 beweidbaar 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 twee 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 vrijwel compleet 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 138 km in 2005. De **zeevaartse (meestal 3<sup>e</sup>) bezinkvelden zijn afgestoten**, waardoor het ruimtebeslag op het wad met ca. 2.000 ha is verminderd. In **de pionierzone (meestal 2<sup>e</sup> bezinkvelden) zijn tussendammen gebouwd**, waardoor de strijklengtes tussen de dammen zijn verminderd naar 200 m (door Arcadis 2006 een succesfactor genoemd). Vanwege afname van de pionierzone in de Groninger kwelderwerken (door stoppen grondwerk) wordt het dammenpatroon waar nodig verder naar de genoemde 200 m verdicht, waardoor de damlengte in 2008 is toegenomen tot 139 km. Zie voor de veranderingen aan het onderhoud **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 drieledig doel uitstekend dekt.

## 1.5 Huidig streefbeeld kwelderwerken

Voor het **areaal kwelder- en pionierzone** (*Figuur 1.3*) spelen een belangrijke rol:

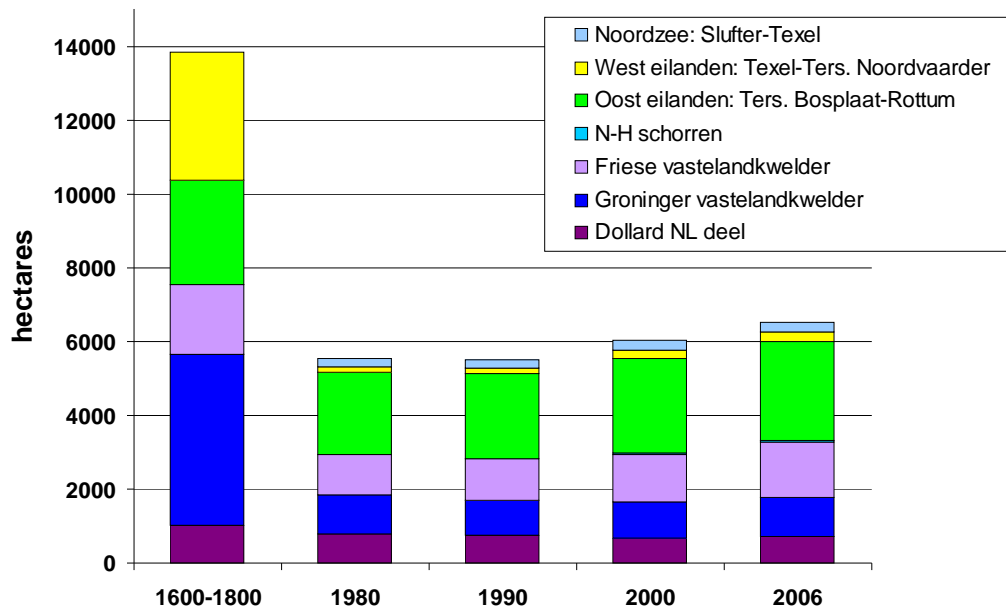
- **Natura 2000.** In de nieuwe Natuurbeschermingswet is het afwegingskader van de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn (VHR) verwerkt, met als doel unieke nationale en Europese natuurwaarden duurzaam in stand te houden, te verbeteren en toe te voegen aan het Europese Natura 2000-netwerk. Nederland zal voor deze gebieden beheerplannen opstellen. Samengevat zijn de doelen (**hoofdstuk 5.5**):
  1. Voor de **pionierzone** "behoud oppervlakte en kwaliteit". Het areaal pionier met Zeekraal is langs het vasteland **hoog als gevolg van de kwelderwerken**.
  2. Voor de **kwelders** "behoud oppervlakte en behoud kwaliteit op locaties waar het type goed ontwikkeld is en verbetering kwaliteit op locaties waar het type matig ontwikkeld is". Voor de kwaliteit is het van belang de aanwezige variatie aan verschillende **hoogtezones, geomorfologische vormen** (groene stranden, sluffers, zandige kwelders, kleiige kwelders) en **beheervormen** (beweide en onbeweide kwelders) te **behouden** of te **herstellen**.
- De **Trilaterale afspraken** van State, waaronder:
  1. Het huidige kwelderareaal zal niet afnemen waartoe vastelandskwelders tegen erosie worden beschermd.
  2. Het areaal natuurlijke kwelders zal waar mogelijk worden uitgebreid d.m.v. het ontpolderen van zomerpolders.
- De **delimitatiecontracten** tussen de Staat en de oevereigenaren waarin een inspanningsverplichting door de Staat voor de Groninger (en een deel van de Friese) kwelderwerken is overeengekomen en met juridische consequenties voor het eigendom van de kwelders en het aangrenzende wad (**hoofdstuk 1.3**).

Voor het beheer van de kwelderwerken door **Rijkswaterstaat** wordt nu het volgende **streefbeeld** gehanteerd (Van Duin et al. 2007a):

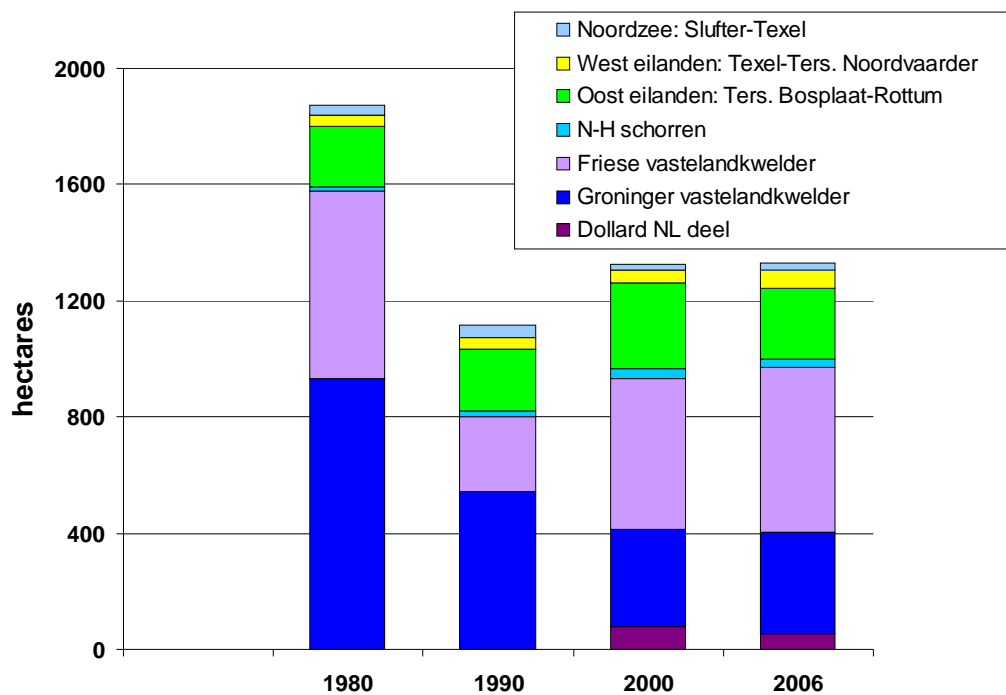
- **Handhaving huidig areaal vastelandskwelders** binnen de kwelderwerken als compensatie voor kwelders die door indijkingen in het verleden verloren zijn gegaan.
- Met het oog op een natuurlijke ontwikkeling van de kwelders is het beheer op de langere termijn gericht op het zodanig veranderen van de kwelderwerken dat ze de **natuurlijke kwelderstructuur zoveel mogelijk benaderen**. Voorwaarden zijn dat de huidige oppervlakte niet verkleint en dat er een zo gering mogelijk ruimtebeslag op het voorliggende wad is.
- Een verbeterde natuurlijke vegetatiestructuur, inclusief de pionierzone. Met andere woorden: het **behoud en de ontwikkeling van een volledige successiereeks van pionierzone naar kwelderzones, met bijbehorende natuurlijke dynamiek**.



## areaal kwelderzones Waddenzee



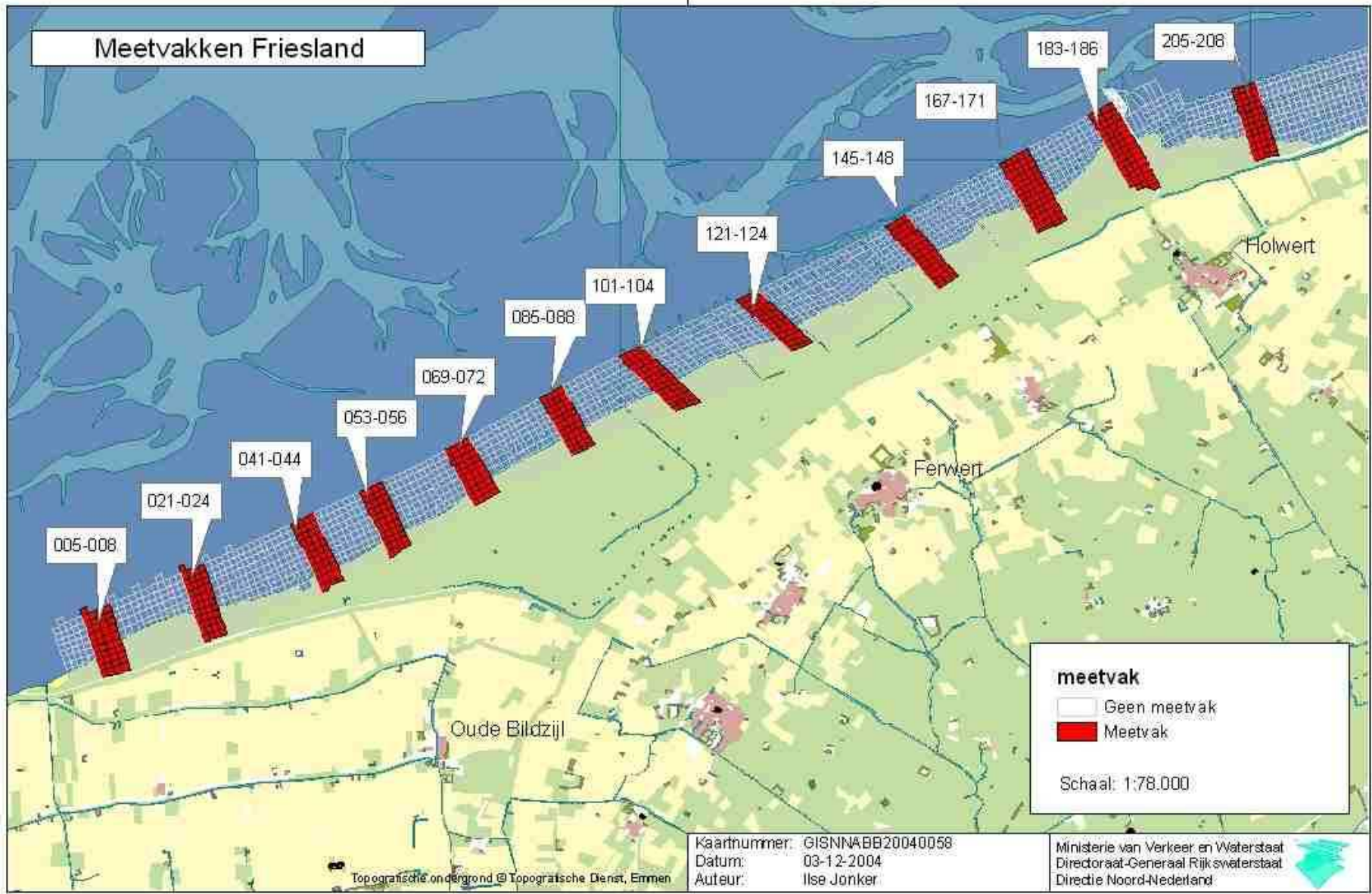
## areaal pionierzones Waddenzee

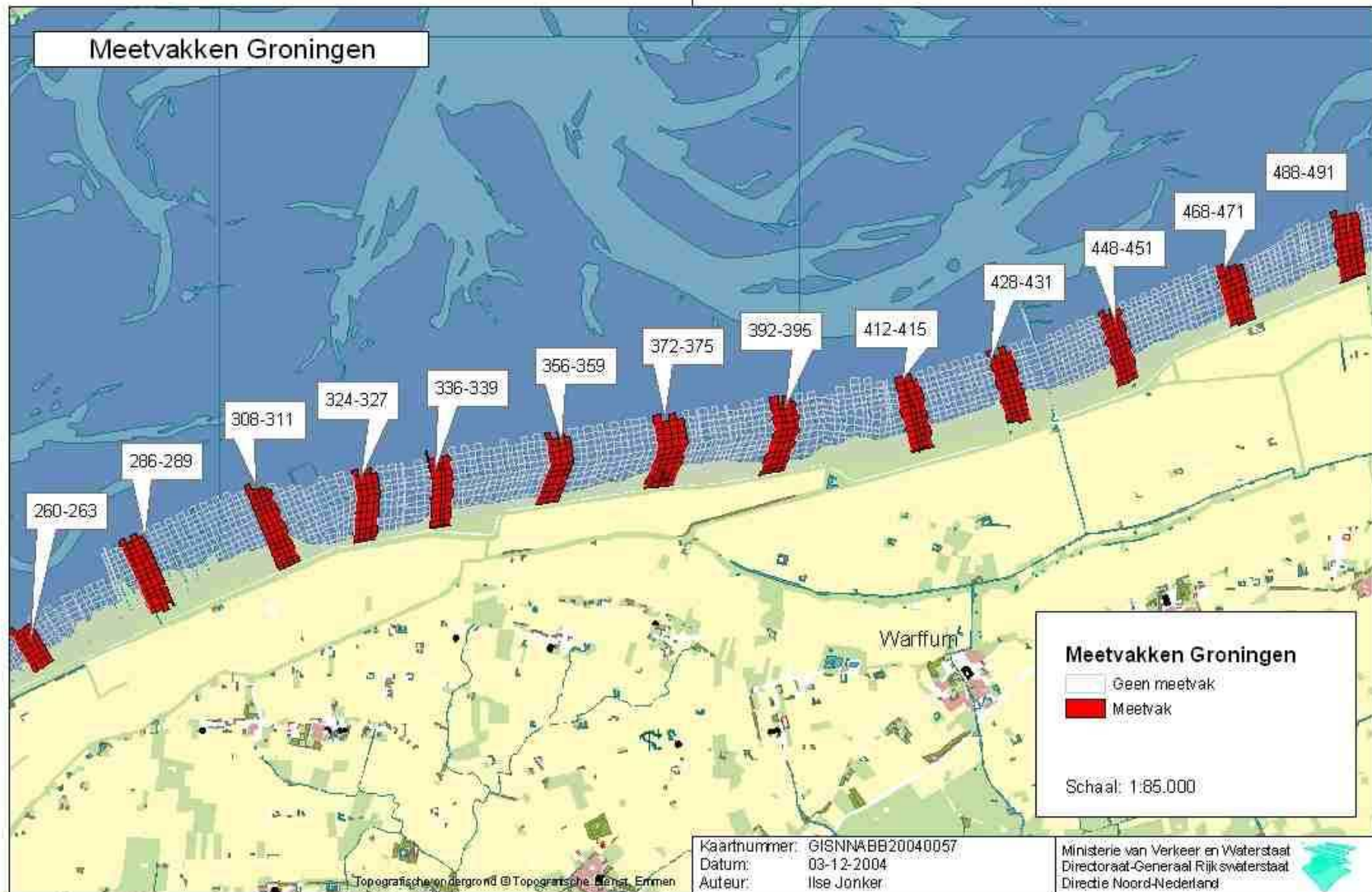


Figuur 1.3. Arealen kwelderzones en pionierzones in de Nederlandse Waddenzee. Bronnen 1600-1800 Dijkema (1987), 1980-2006 de vegetatiekaarten RWS-DID, Friese en Groninger vasteland de WOK meetvakken.

Figuur 1.4. Kwelderwerken in Friesland en Groningen met ligging van de meetvakken.

# Meetvakken Friesland







## 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 1.4). 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 jaar-rapportages in de WOK-Werkgroep Kwelderwerken) steeds hetzelfde monitoringsysteem toegepast:

- ❑ **Vegetatie-transecten:** 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 pionier- en kwelderzone. De kwaliteit en de successie-richting van de kweldervegetatie worden vanaf 2008 als enige opgenomen voor NAM in de westelijke Groninger meetvakken. IMARES Texel doet nu de veldopnamen in de meetvakken.
- ❑ **Hoogte-transecten:** Per 4 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:** 6-jaarlijks door RWS-DID op basis van luchtfoto-interpretatie. Vlakdekkende controle van de meetvakken-methode en vaststellen van de kwaliteit van de vegetatie op het detail-niveau van vegetatie-typen. Vanaf 2001 wordt elk kaartvlak in het veld opgenomen, waardoor de methode sterk is verbeterd. Recenste vegetatiekaart: **2003**. Volgende kaart: **2009**, oplevering 2010 (programma VEGWAD, zie bijlage 1; [www.kwelders.nl](http://www.kwelders.nl)).
- ❑ De **data-verwerking** 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 is een computer-classificatie ontwikkeld die trilateraal wordt gevolgd (SALT97, die is in 2008 herzien).

De gegevens van de meetvakken zijn ondergebracht in het **WOK-databestand**. De vegetatiekaarten van RWS-DID en het WOK-databestand van het RWS Waterdistrict Waddenzee en IMARES Texel worden als volgt gebruikt:

- Het rapporteren van de toestand van de kwelderwerken aan de beheerder Rijkswaterstaat en aan de gebruikergroep **Stuurgroep Kwelderwerken**.
- Ten behoeve van **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 (Bakker et al. 2005), voor de staat van instandhouding van de **Natura 2000 Habitattypen** en als referentie voor de **Kader Richtlijn Water** (Dijkema et al. 2005; [www.waddenzee.nl](http://www.waddenzee.nl)).
- Het WOK-databestand een rol gespeeld in een 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 in het **Groninger Kwelderherstelplan** dat in 2007 door het Waddenfonds is gehonoreerd.

## 2.2 Hoogte-ontwikkeling

In 2008 zijn hoogtemetingen met RTK-GPS in de meetvakken 85, 101, 205, 286, 356 en 412 aan het WOK-databestand toegevoegd. *Bijlage 2* geeft de **netto opslibbing** (referentie is de trendlijn van 2,5 mm GHW-stijging per jaar; zie hoofdstuk 2.3). *Figuur 2.1 en 2.2* geven een overzicht van de **bruto opslibbing** (geen rekening gehouden met de huidige zeespiegelstijging, referentie NAP). De opslibbing in de **kwelderzone** is een natuurlijk proces. Voor de periode 1960-2000 was de conclusie: door natuurlijke hoogtetoename overstromen de kwelders minder, waardoor de opslibbing afneemt. **Na 2000 is de kwelderopslibbing weer toegenomen.** De winters 2006-2008 hadden meerdere stormtijden boven NAP + 3 m. 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 **kwelderopslibbing** is door de toename na 2000 vrijwel onveranderd hoog: 1,8 resp. 1,2 cm bruto per jaar in de periode 1960-1995 voor Friesland resp. Groningen (Oost et al. 1998) en 1,9 resp. 1,2 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 gemiddelde 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 hebben nu een positieve opslibbingbalans: vergelijk Friesland-midden voor en na 1984 (*Figuur 2.1*) en Groningen-oost voor en na 1992 (*Figuur 2.2*). Alleen in de pionierzone van Groningen-west hapert de opslibbing na 1984 <sup>1)</sup>. 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).

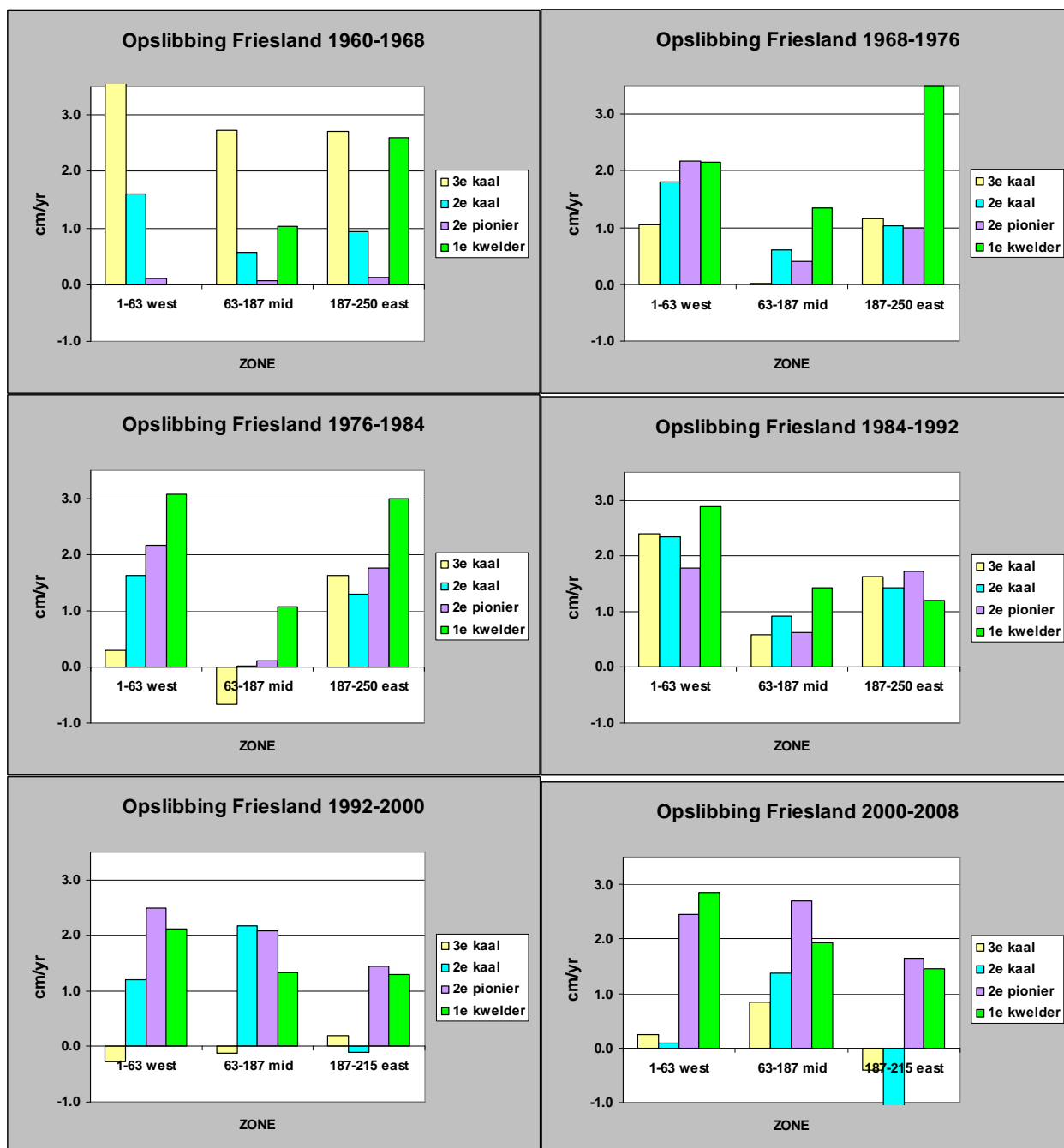
### Samengevat blijkt uit de hoogtemetingen in de meetvakken:

- 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 1,9 cm en in Groningen 1,2 cm bruto per jaar (zie *Tabel 2.1*).
- De eerdere problemen met erosie in de **pionierzone** zijn vrijwel opgelost door verkleining van de bezinkvelden en door renovatie van de rijshoutdammen <sup>1)</sup>.
- 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).

	3 <sup>e</sup> bezinkveld <b>onbegroeid</b>	2 <sup>e</sup> bezinkveld <b>onbegroeid</b>	2 <sup>e</sup> bezinkveld <b>pionierzone</b>	1 <sup>e</sup> bezinkveld <b>kwelderzone</b>
<b>Friese</b> meetvakken 1992-2008	0,2 cm/j	1,1 cm/j	2,3 cm/j	1,9 cm/j
<b>Groninger</b> meetvakken 1992-2008	0,1 cm/j	0,7 cm/j	0,8 cm/j	1,2 cm/j

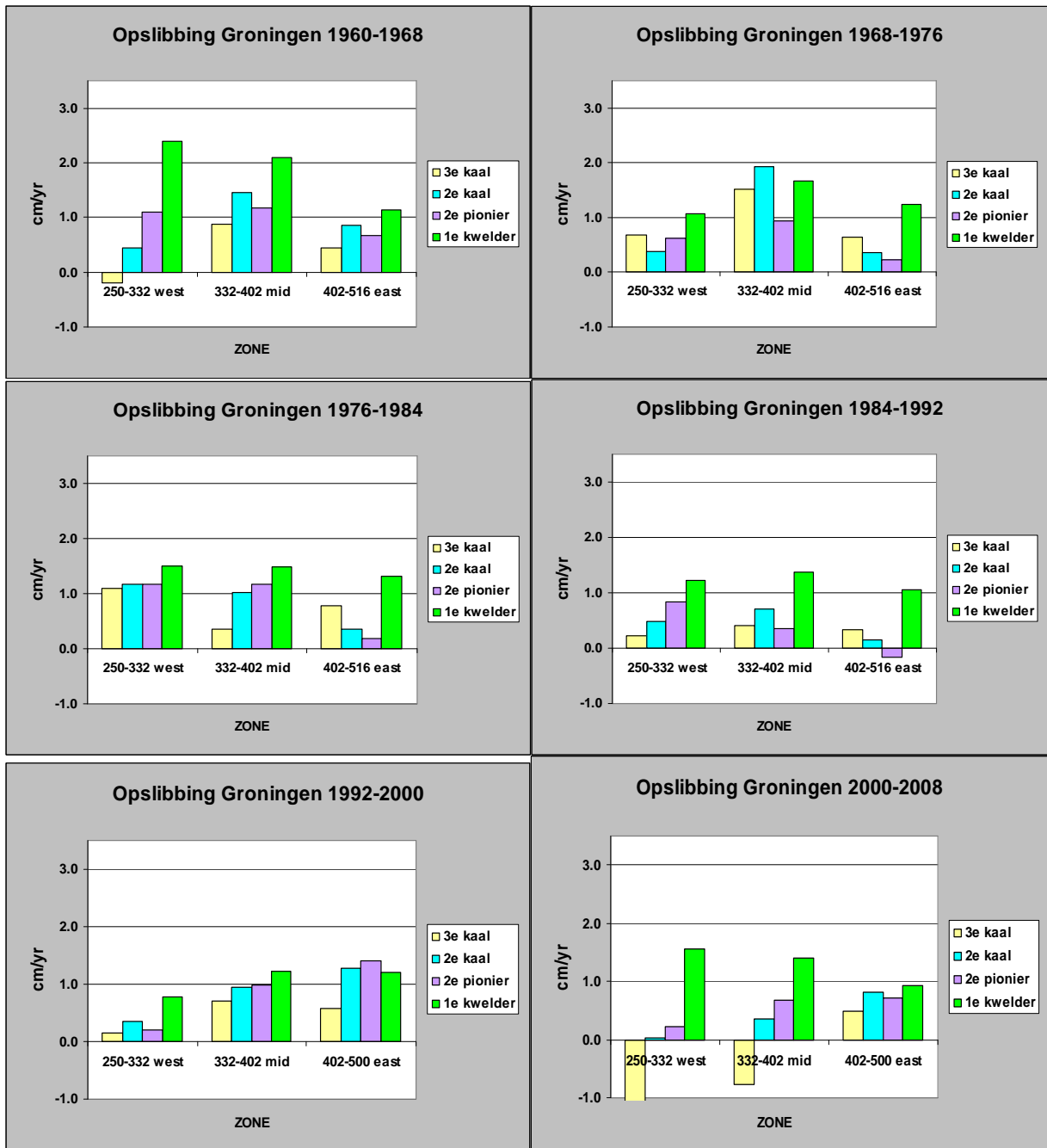
*Tabel 2.1. Verschil in bruto opslibbing in de Friese en Groninger meetvakken per zone. Berekend met het programma TABOPSL van J.H. Bossinade, Marzan France.*

<sup>1)</sup> ) 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 hoofdstuk 3.3 en bijlage 5 voor de herstelmaatregelen.



Figuur 2.1. Bruto gemiddelde opslibbing in de **Friese kwelderwerken**, per bezinkveld in de onbegroeide-, pionier- en kwelderzone. Berekend 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; daarom was de conclusie in voorgaande jaren dat de opslibbing zou afnemen door minder overstromingen. Echter, de opslibbing is in de periode 2000-2008 veel hoger dan in de periode 1992-2000. 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 meestal fors afgenomen en is over de periode 1992-2008 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).

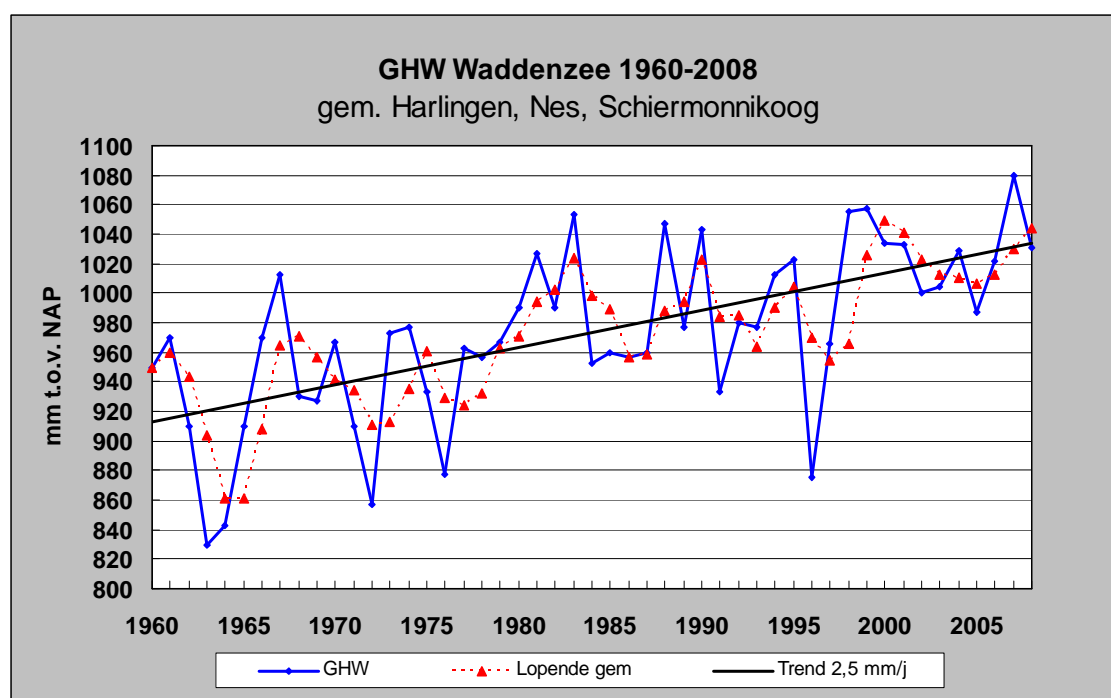




Figuur 2.2. Bruto gemiddelde opslibbing in de **Groninger kwelderwerken**. De opslibbing in de **kwelderzone** is een natuurlijk proces dat leidt tot steeds hogere kwelders; daarom was de conclusie in voorgaande jaren dat de opslibbing zou afnemen door minder overstromingen. Echter, de opslibbing is in de periode 2000-2008 meestal hoger dan in de periode 1992-2000. 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 hapert na 1984. RWS voert daarom vakverkleining en herstel van de aansluiting van dammen aan de kwelder uit. In de verlaten **buitenste bezinkvelden** (= wadzone) is de opslibbing in Groningen-west en -midden afgenomen en is daar in de periode 2000-2008 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).

## 2.3 Jaargemiddeld hoogwater

Het jaargemiddelde hoogwater van **2008 ligt met NAP + 103 cm precies op 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 maan <sup>2)</sup> speelt geen duidelijke rol in de door ons berekende jaarlijkse variatie van GHW. 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 (*hoofdstukken 2.6 en 2.7*). Het jaargemiddelde 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- 2008 zagen er voor de kwelder gunstig uit: maar één uitschieter in 2008, verder op of zelfs onder de GHW-trendlijn (*zie Figuur 2.3*); opvallend is dat een nu laag hoogwater in de periode 1960-1980 slechts éénmaal als piek voorkwam (in 1967). In de lange monitoring-periode zien we een stijging van GHW (2,5 mm per jaar) die iets hoger is dan de stijging van het gemiddeld zeeniveau (ca. 20 cm in de 20<sup>e</sup> eeuw).



Figuur 2.3. Jaargemiddelde hoogwaters voor de kwelderwerken van 1960-2008.

## 2.4 Kwelders en zeespiegelstijging

Kwelders zijn een **natuurlijk voorland voor de zeedijken**. Hoog voorland beperkt de golfhoogte en daardoor de golfoploop tegen de zeedijk (Erchinger 1974; *Figuur 2.4*). In de Duitse en Deense Waddenzee worden kwelders daarom als onderdeel van de zeewering 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

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

tussen Delfzijl en het Lauwersmeer is zo de gemiddelde hoogte van de veekrand bepaald (Figuur 2.5). De waterstand was bij Delfzijl het hoogst (NAP + 4.83 m), maar de golfoploop tegen de dijk was daar met ruim 1 m het minst. Bij de Eemshaven lag het veek hoger (ca. 3 m). **De golfoploop langs de Emmapolder (km 51-61) was met 5 m (tot de kruin) het hoogst. Op de dijken langs de kwelderwerken (km 61-89) nam de golfoploop scherp af tot 2 m (tot de hooggelegen buitenberm).** Dit verschil in golfoploop 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 golfoploop 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 golfoploop van 3,24 m geven en een voorland NAP + 1,90 m (Noordpolder) een golfoploop van 2,9 m (RWS-MAD 1979).
- De nabije ligging van diep water in de Eemsmonding zorgt voor hogere golven.

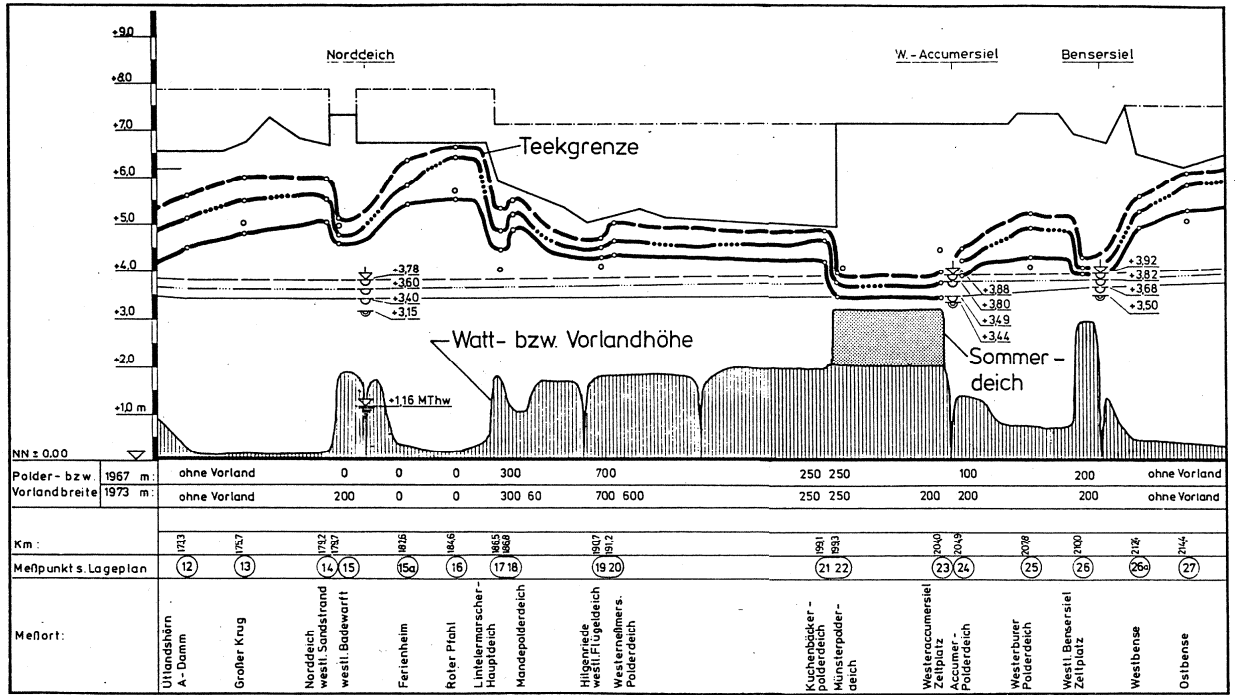
**Kwelders** zijn door de interactie van opslibbing en plantengroei in staat versnelde **zeespiegelstijging of bodemdaling** te volgen: 0,5-1 cm per jaar voor de eilanden en 1-2 cm per jaar voor de vastelandkust (Dijkema et al. 1990; Dijkema 1997; Tabel 2.2). In de **pionierzone** kunnen echter problemen 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 **natuur-ondersteunende techniek**: dammetjes van rijshout zorgen voor beschutting tegen golven en stroming (Figuur 2.1 en 2.2).

## 2.5 Kwelders en bodemdaling

De **bodemdaling door “Slochteren” onder de Groninger kwelderwerken** tot nu toe (Status rapport 2005, *bijlage 4*) was met waarden van **0 - 4 mm per jaar** over het algemeen veel lager dan de bruto opslibbing 1992-2007 min de hoogwaterstijging van 2,5 mm per jaar. De prognose tot 2025 van het Groningen-gasveld duidt volgens het Status rapport op een **toename** van de bodemdaling onder het oostelijk deel van de Groninger kwelderwerken naar **3 - 7 mm per jaar**, dat is minder dan in de prognose van 2000 werd verwacht. De bodemdaling 2003-2025 in de meetvakken Groningen-oost is ongeveer gelijk aan 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 een **state-of-the-art monitoring van bodemdaling** zijn nodig (Marquenie 2006):

- a. Frequente punt-metingen in transecten van de hoogte en opslibbing.
- b. Frequente punt-opnamen in transecten van de bedekking van de plantensoorten.
- c. Vlakdekkende controle van de punt-metingen d.m.v. periodieke vegetatiekaarten.



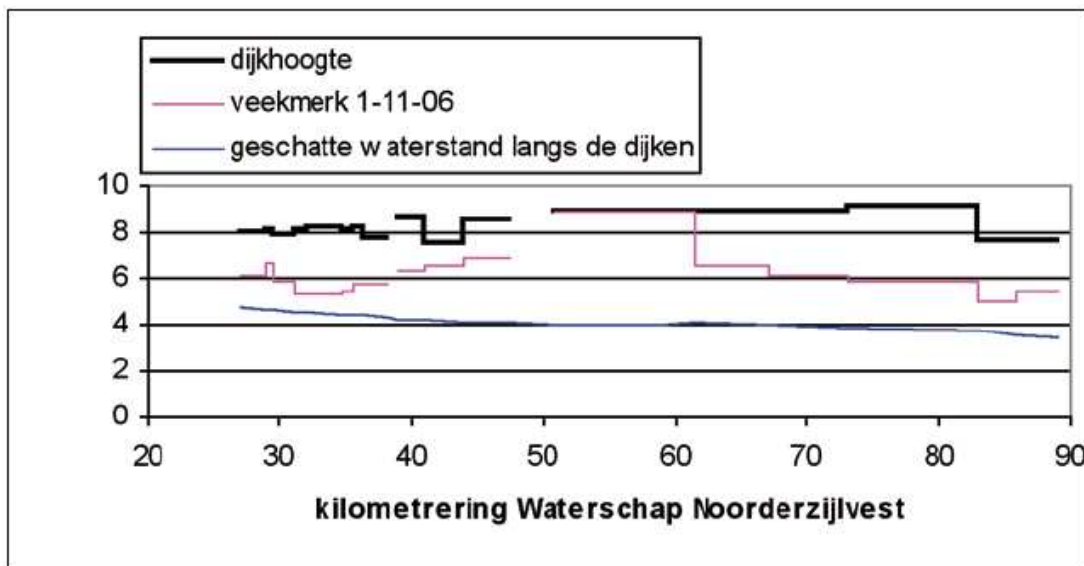
Zeichenerklärung:	
— · — · —	Sollhöhe der Deiche nach dem Generalplan Küstenschutz Niedersachsen des Nieders. Min. f. Ern., Ldw. u. Forst- u. Wasserwirtschaft 1973
— — — — —	Isthöhe

Teekgrenze	Wasserstand	Sturmflut am:
— — — — —	— — — — —	13.11.1973
— — — — —	— — — — —	19.11.1973
— · — · — · —	— — — — —	6.12.1973
o o o	— — — — —	23.2.1967

	Vorland
▨	Sommerdeich

**Abbildung 3**  
Wellenaufwurf an Seedeichen an der Nordküste Ostfrieslands nach der Teekgrenze (Treibselvermessung) Die Wirkung von Deichvorland und Sommerdeichen wird deutlich veranschaulicht (nach ERCHINGER 1974).

Figuur 2.4. Meting van de hoogte van de veekrand langs de kust van Ostfriesland tijdens vier stormvloeden in 1967 en 1973 (Erchinger 1974).



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).

De WOK-monitoring in de kwelderwerken meet de effecten van bodemdaling door “Slochteren” op de hoogteligging (a) en op de omvang van de Natura 2000 Habitats (b en c). De kwaliteit en de successie-richting van de vegetatie (b) worden vanaf 2005 echter niet meer gemeten (zie hoofdstuk 2.1, tekstbox). Van de boerenkwelders zijn volstrekt onvoldoende gegevens om uitspraken over de effecten bodemdaling te doen. **Monitoring van de effecten van bodemdaling “Slochteren” volgens de standaard op Ameland (Marquenie 2006) vindt in de Groninger kwelders niet plaats.**

## 2.6 Vegetatie in de pionierzone

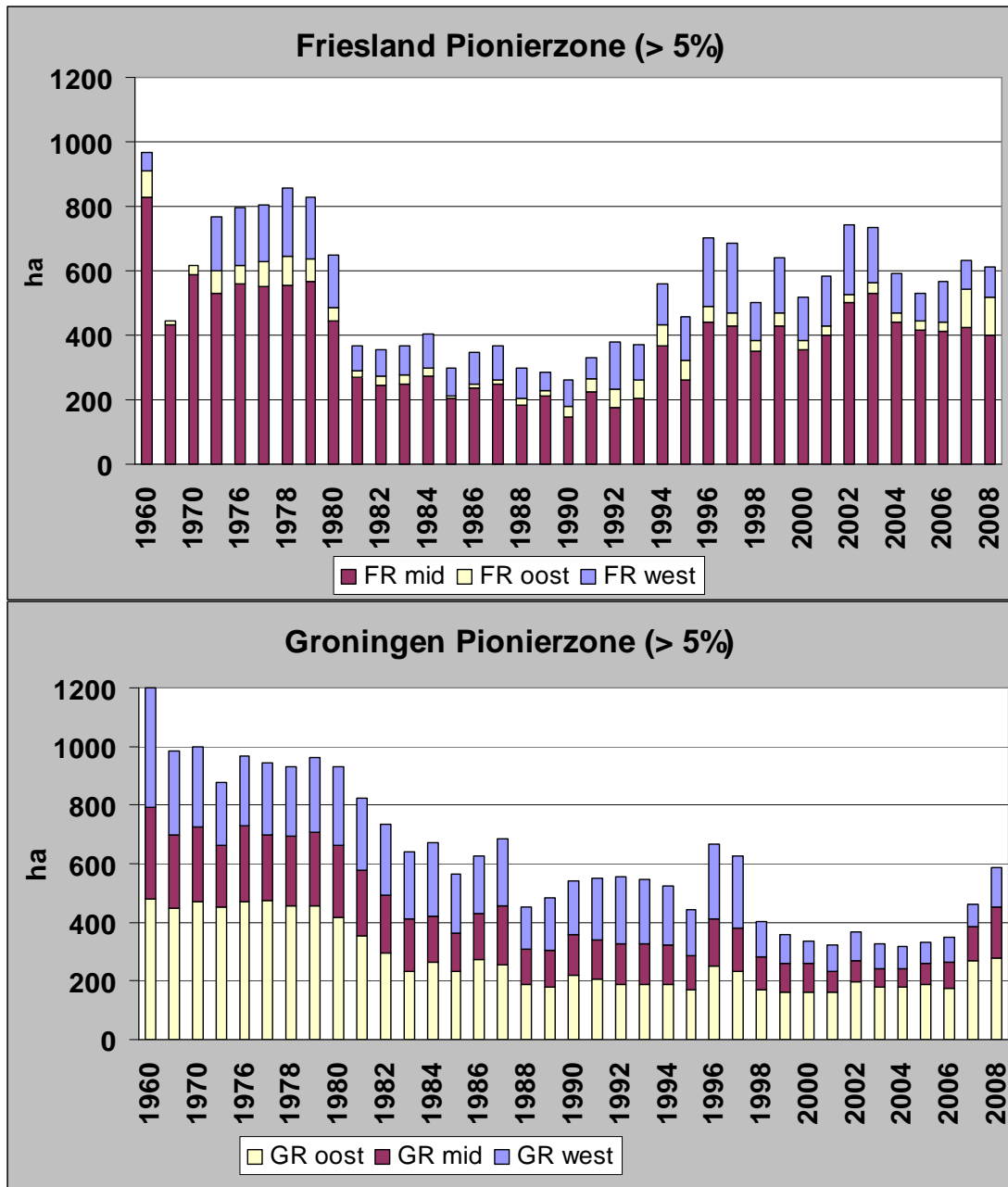
De pionierzone in de kwelderwerken bestaat uit twee beschermde habitats (Natura 2000, EU Habitatrichtlijn; zie hoofdstuk 5.4):

- Eénjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met *Salicornia spp.* en andere zoutminnende soorten (Habitattype 1310).
- Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*) (Habitattype 1320<sup>3</sup>).

Het **areaal pionierzones is van jaar op jaar zeer variabel** (Figuur 2.6). Groei van het areaal zoals in 1996 en 1997 hangt samen met gunstige weersomstandigheden, 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, waarin als voorbeeld een langjarige data set werd gezocht (Dijkema et al. 2007). Uit analyse van de WOK-data blijkt dat het **areaal van de Groninger pionierzone met de jaarlijkse schommelingen in GHW meegaat**. Voor de kwelderzone is dat veel minder het geval vanwege de overjarige planten. De Friese pionierzone reageert minder significant op de weersomstandigheden dan de Groninger. Dat is als volgt te verklaren: de Friese pionierzone is door meer opslibbing, een slikkiger bodem, en eerder een verbeterd dammenstelsel minder overgeleverd aan de natuurlijke dynamiek. Door verbeteringen in onze computerprogramma's<sup>4</sup>) is het areaal pionierzone > 5 % in de meetvakken over de gehele meetperiode hoger en komt nu beter overeen met het areaal van de VEGWAD vegetatiekaarten (Tabel 4.2 en 5.1). Betrouwbare getallen zijn belangrijk omdat Natura 2000 een groot internationaal belang toekent aan de pionierzones.

<sup>3</sup>) 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.

<sup>4</sup>) **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 geslopen 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.**



Figuur 2.6. Areaal pionierzone > 5 % bedekking op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France.

**Vanaf 2007 laten de Groninger kwelderwerken een begin van herstel zien** (Figuur 2.6 en de getallen per meetvak in bijlage 3). Het proces van areaalverlies in de Groninger pionierzone in de periode 1982-2004 is blijkbaar gekeerd. De negatieve factoren waren: (1) vier jaar achtereen buitengewoon hoge jaargemiddelde hoogwaters (1998-2001), (2) de jarenlange achterloopsheid van een deel van de rijshoutdammen, en (3) het niet tijdig onderkennen dat langs Groningen-west en -midden tussendammen noodzakelijk waren om het stoppen van grondwerk te compenseren. 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").

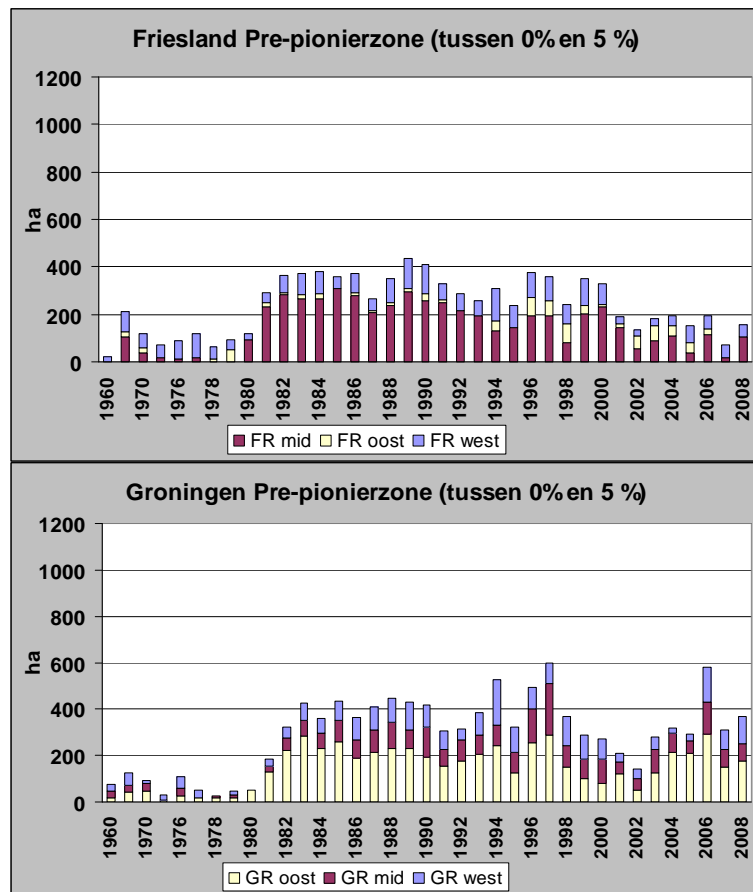
**Het areaal pionierzone in de Friese kwelderwerken is stabiel sinds het herstel vanaf 1994** na de aanleg van tussendammen (Figuur 2.6). In de jaren daarna blijft het



areaal pionierzone **op een veel hoger niveau dan in Groningen**. Uit een tijdanalyse van het WOK-bestand blijkt dat het effect van gunstig weer (gemeten als lage jaargemiddelde hoogwaters) op het areaal pionierzone in Friesland veel minder is dan in Groningen (Dijkema et al. 2007). Dat betekent dat de Friese pionierzone robuuster is, minder gevoelig voor slechte invloeden van buitenaf. Door de grotere afstand van de 2<sup>e</sup> dwarsdam tot de rand van de kwelder is er bovendien meer ruimte voor de pionierzone dan in de Groninger kwelderwerken.

#### 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 pionierzones zijn natuurlijk en kunnen als een gewenste **natuurlijke dynamiek** worden beschouwd.
3. De pionierzone beschermt de kwelderzone. De sterke afname in van het areaal pionierzone in **Groningen** na 1982 was een **trendbreuk**. Daaruit is de afgelopen jaren geleerd dat stoppen van grondwerk in de kwelderwerken niet zonder tussendammen kan. **Vanaf 2007 herstelt de Groninger pionierzone**.
4. In **Friesland** is het areaal pionierzone **vanaf 1994 hersteld** na de aanleg van tussendammen. De pionierzone is er nu veel **robuuster** dan in Groningen.
5. De positieve ontwikkeling van de pionierzone in het deelgebied Groningen-oost onderstreept nog eens het **belang van goede rijshoutdammen**.



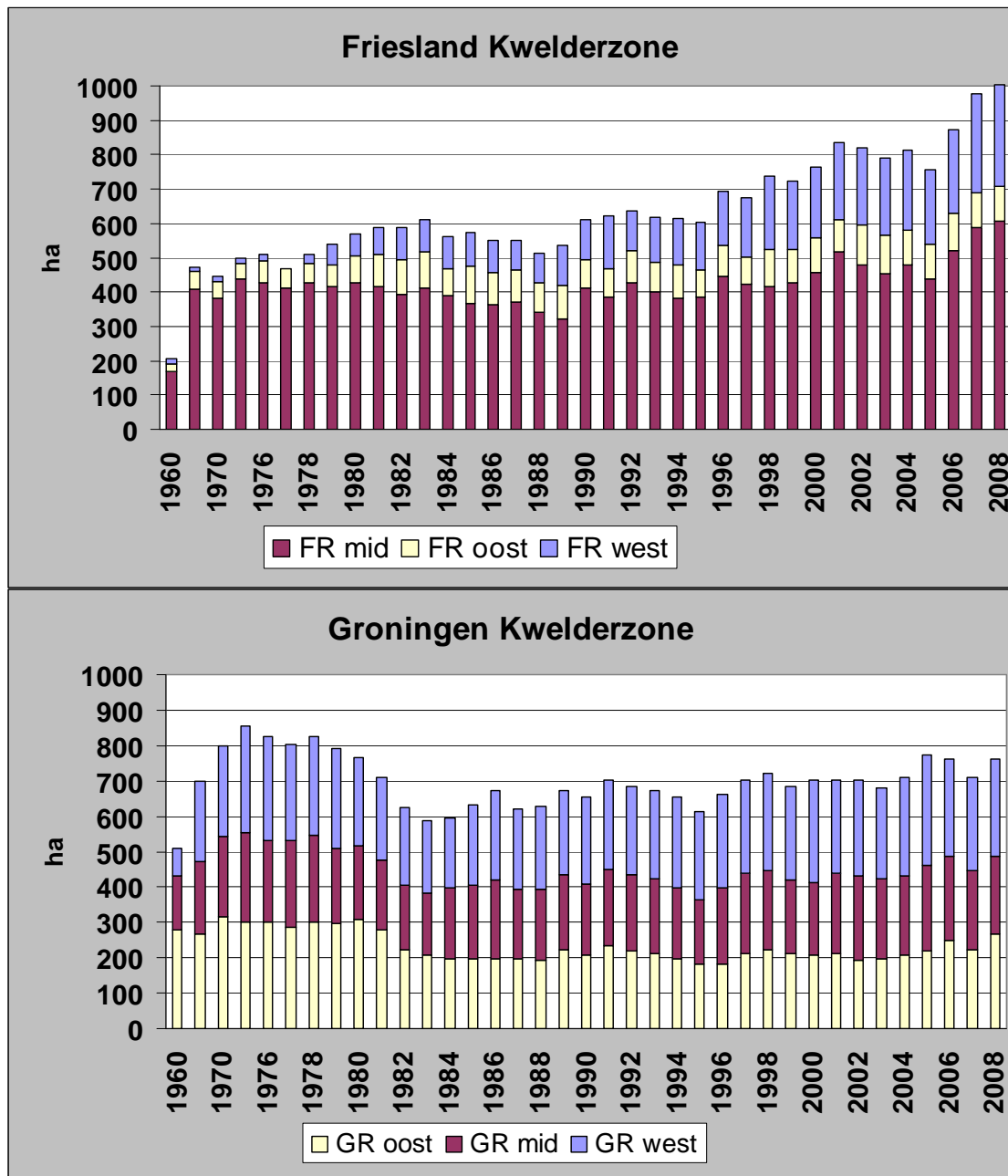
*Figuur 2.7. Areaal pionierzone 0–5% bedekking op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging zones berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France.*

## 2.7 Vegetatie in de kwelderzone

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

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

Het kwelderareaal in de **Groninger kwelderwerken** is de afgelopen decennia **stabiel**. Opvallend is de kwelderaanwas in deelgebied Groningen-oost door herstel van de open aanslibbing (Figuur 2.8 en de getallen per meetvak in bijlage 3). De **Friese kwelderwerken** kennen een gestage kwelderaanwas tot een **verdubbeling van het areaal van de jaren 70**. Friesland-midden en alle Groninger deelgebieden hadden eind 70er - begin 80er jaren van de vorige eeuw te kampen met een forse terugval als gevolg van 7 jaar lang hoge jaargemiddelde hoogwaters in de periode 1976-1983.



Figuur 2.8. Areaal kwelderzone op basis van extrapolatie van de meetvakken. Ligging van de zones berekend met het programma GRZONE van J.H. Bossinade, Marzan France.

### 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 directie Noord-Nederland. Richtlijn voor het beheer en het onderhoud zijn de functie-eisen in het "Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008" van RWS (Tilma 2008)<sup>5</sup>:

**Functie-eis 1** : Het gemiddelde areaal van de **kwelderzone** (exclusief pionierzones en oude boerenkwelders) over de afgelopen 5 jaar is uitgaande van de meetvakken in Groningen en Friesland berekend op totaal **1629 ha** (zie *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 Afgesloten kweldergrens (= grens om de oude, particuliere kwelder) en de Delimitatielijn (= grens om de 300 m strook zeewaarts van de afgesloten kweldergrens) over de vegetatiekaarten gelegd zodat de ontwikkeling van de vegetatie t.o.v. deze lijnen nauwkeuriger kan worden getoetst. Erosie tot voorbij de **Afgesloten 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 rijshoutdammen meer zichtbaar. De opslibbing laat een begin van herstel zien (*bijlage 2*).
- Langs de **NW-hoek van de Linthorst Homanpolder** ligt landwaarts van de afgesloten kweldergrens geen kwelder (350-356), daar lag echter ook in 1960 en 1980 geen kwelder. De oorzaken zijn: (1) de afgesloten 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 tbv. de dijk aanleg.

**Functie-eis 3** : Het areaal pionierzone > 5 % is door een in 2007 verbeterde rekenmethode over de gehele meetperiode bijna verdubbeld<sup>4</sup>). De WOK-werkgroep hanteert een evenredige vertaling naar een hogere functie-eis 3, van 400 ha naar 750 ha, die door RWS in het Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008 (Tilma 2008) is overgenomen<sup>5</sup>). Het gemiddelde areaal **pionierzone > 5% vegetatie-bedekking** over 5 jaar is uitgaande van de meetvakken in Groningen en Friesland berekend op totaal **996 ha** (zie *bijlage 3*). Het totale areaal areaal voldoet ruimschoots aan de functie-eis van minimaal 750 ha.

**Functie-eis 4** : Per 6 jaar beoordeelt de werkgroep stagnatie in waterafvoer die leidt tot **waterplassen en kale plekken** m.b.v. vegetatiekaarten en luchtfoto's van RWS-DID (programma VEGWAD; zie *bijlage 1*). De volgende vegetatiekaart van de kwelderwerken is gevlogen in 2008, veldwerk dit jaar, en verschijnt in 2010.

De verantwoordelijkheden voor **natuurbeheer door beweiding** liggen gecompliceerd, en er is een onderlinge afhankelijkheid:

<sup>5</sup>) **Functie-eisen in het "Instandhoudingsplan kwelderwerken 2008" van RWS** (Tilma 2008):

1. Het totale areaal van de jonge kwelders 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 "afgesloten kweldergrens").
3. Minimaal 750 ha pionierzone met een vegetatiebedekking > 5 % binnen de kwelderwerken, voor beide provincies tezamen (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 m<sup>2</sup> en gezamenlijk niet groter dan 5 % van de totale kwelderoppervlakte.

- Voor particuliere eigendommen zijn GS van de provincies het bevoegd gezag. De provincie maakt voor alle gronden in de Ecologische Hoofdstructuur “Natuurgebiedsplannen” waarin de gebiedsdoelen en de af te sluiten “Beheerpakketten” zijn vastgelegd. De beheersubsidie komt voor particulieren en particuliere organisaties uit het “Programma beheer” van LNV. LNV toetst de aangevraagde Beheerpakketten aan het Natuurgebiedsplan van de provincie.
- Voor de eigendommen van het Rijk is V&W het bevoegd gezag, en LNV ondertekent mede. De provincie geeft in het hiervoor genoemde Natuurgebiedsplan aan welke natuurdoeltypen nagestreefd worden.

### 3.2 Wet beheer rijkswaterstaatswerken

Op de bij het Rijk in beheer zijnde wateren, waterkeringen en wegen en alles wat daartoe behoort is de Wet beheer rijkswaterstaatswerken (WBR) van toepassing. De WBR is van toepassing in de kwelders en in de pionierzones vanaf de teen van de zeedijken (primaire waterkeringen). Artikel 2 van de WBR zegt:

1. Het is verboden zonder vergunning van de Minister van Verkeer en Waterstaat gebruik te maken van een waterstaatswerk anders dan waartoe het is bestemd:
  - daarin, daarop, daaronder of daarboven werken te maken of te onderhouden;
  - daarin, daaronder of daarop vaste stoffen of voorwerpen te storten, te plaatsen of neer te leggen, of deze te laten staan of liggen.
2. Een vergunning kan onder beperkingen worden verleend. Aan een vergunning kunnen voorschriften worden verbonden.
3. Het eerste lid is niet van toepassing op het uitvoeren van gewoon onderhoud.

### 3.3 Rijshoutdammen

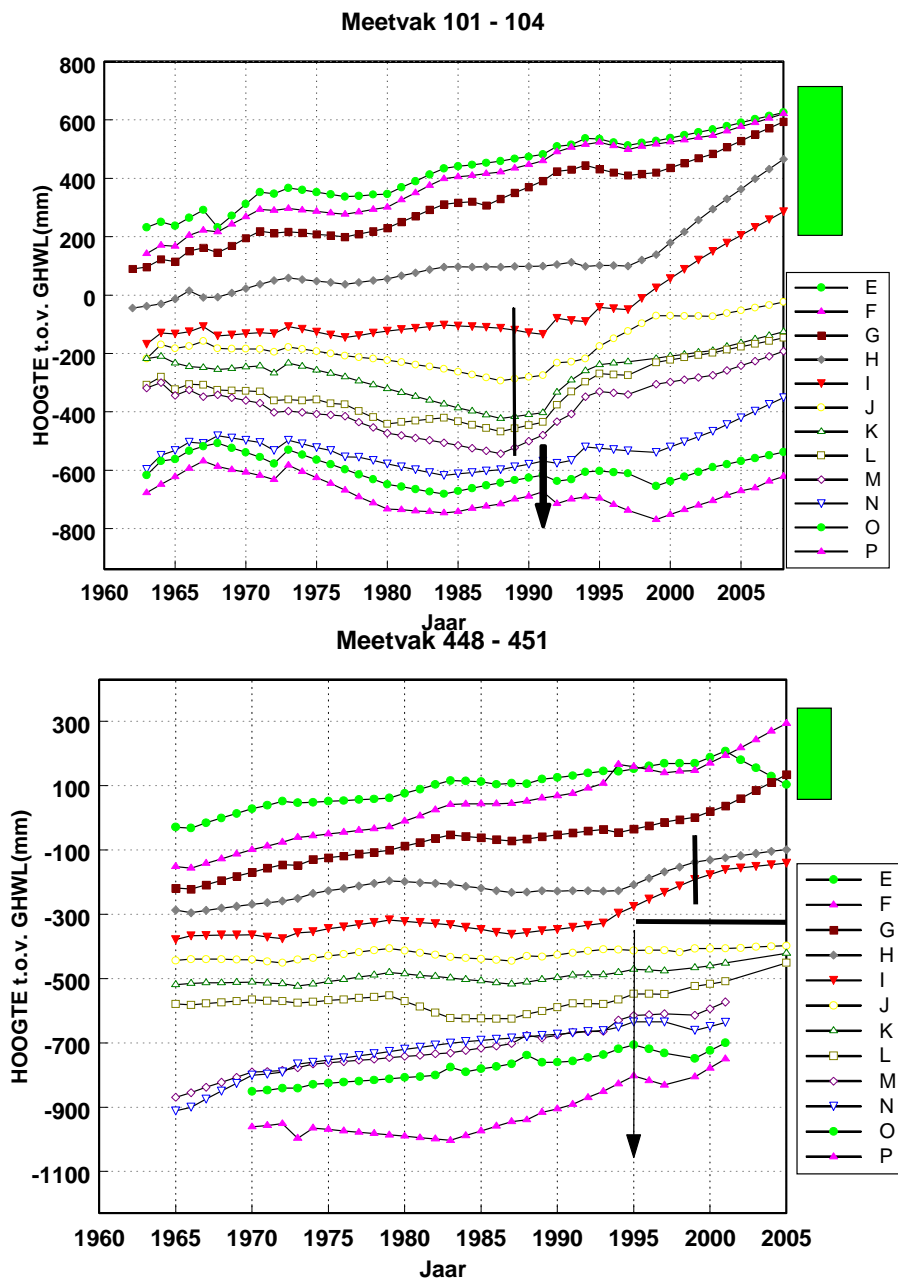
De huidige **uitgangspunten** voor het systeem van rijshoutdammen zijn:

- Flexibele zone-bescherming zeewaarts van de kwelder d.m.v. rijshoutdammen.
- Behoud van de pioniervegetatie (functie-eis pionierzone<sup>5</sup>).
- De lay-out en de toestand van de al aanwezige rijshoutdammen spelen een rol.
- Onvoorzien problemen kunnen snel en doeltreffend worden opgelost met aanpassingen in de lay-out van de rijshoutdammen.
- Verdere optimalisatie van het dammensysteem is een blijvend aandachtspunt van RWS Waterdistrict Waddenzee en de WOK-werkgroep.

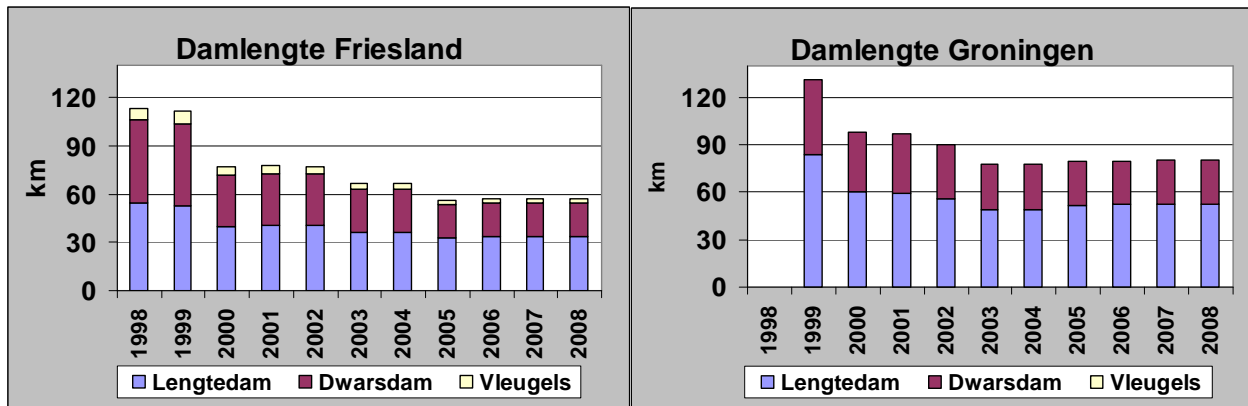
De afgelopen 20 jaar is veel aandacht besteed aan de rijshoutdammen:

- 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 nog steeds zeer succesvol blijken (*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** (= 2.000 ha wadzone).
- 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 damrenovatie in de periode 1994-1998: tussendammen **plus** een dwarsdam van 10 km parallel aan de kust op 200 m van de kwelder. In de periode 1998-2002 is het onderhoud aan de 2<sup>e</sup> dwarsdam Noordpolder en Lauwerpolder opgeschort.
- Dankzij de betere lay-out en werking 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 <sup>1</sup>) is het dammenpatroon verder naar de genoemde 200 m verdicht. Langs de Westpolder, Julianapolder en op de grens Negenboerenpolder-Linthorst Homanpolder heeft RWS in 1998, 2000, 2001 en 2002 5 tussendammen geplaatst en zijn in 2001 delen van de eerste dwarsdam herbouwd (250-280 en 344-364, inclusief stukjes ontbrekende tussendammen tot 100 m zeewaarts). Langs het middenstuk van de Linthorst Homanpolder in 2005 tussendammen op 366, 370, 374 en 378. In 2006 de achterloopsheid hersteld van de dammen 290-310 langs de Julianapolder, in 2008 en 2009 de dammen 262 (Westpolder), 364 (LH polder), 286, 288, 292 en 298 (Julianapolder). **Het herstelprogramma is nu voltooid, de damlengte is toegenomen tot 139 km (Figuur 3.2).**



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.



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

Het damonderhoud vindt plaats in een **3-jaren cyclus** op basis van **prestatie-eisen**:

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.

Het onderhoud aan de rijshoutdammen is sterk gebonden aan getij en seizoen. In 2000 zijn met de Wadvogelwerkgroep van Avifauna en met de Waddenvereniging duidelijke afspraken gemaakt om **verstoring van broedvogels tegen te gaan**. RWS heeft deze afspraken in het bestek opgenomen:

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 wordt verkort, wordt dit door de directie uiterlijk op 1 juli van het desbetreffende jaar schriftelijk aan de aannemer medegedeeld.

**De WOK-werkgroep pleit ervoor in het Beheerplan Waddenzee de afspraken te handhaven** zoals ze in bestek zijn verwoord, dit werkt in de praktijk goed voor alle partijen. Het is niet nodig om met onderhoud in de kwelderwerken te wachten als het broedseizoen reeds is afgelopen. In de praktijk wordt de einddatum daarom vaak verkort, zodat materieel transport door de begroeide kwelder weer mogelijk is.

Het RWS Waterdistrict Waddenzee wert met een **3-jarig prestatiebestek 2008-2010** voor het gebruikelijke onderhoud van de rijshoutdammen. Daarin is o.a. opgenomen (zie Bijlage 5):

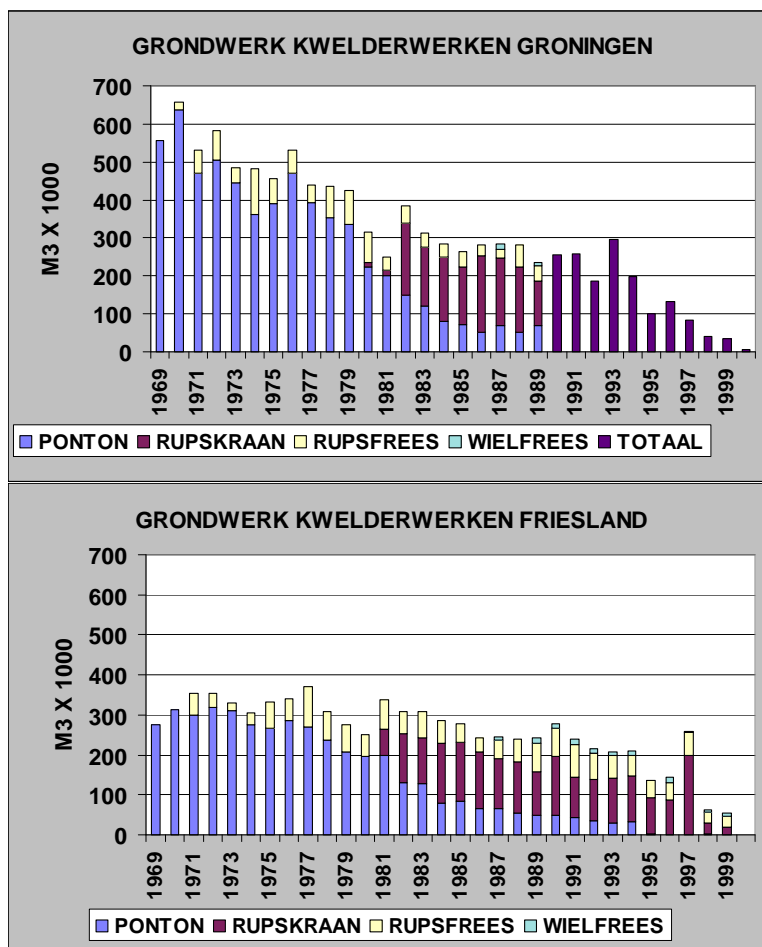
- Plaatselijk damverlenging i.v.m. achterloopsheid en plaatselijk damverhoging i.v.m. de staat van onderhoud.
- Achterloopsheid wordt voorkomen door op de aansluiting van de rijshoutdam plaatselijk een paar bakjes grond op de gronddam te gooien.
- In **Groningen** aanleg twee extra tussendammen (288, 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 grondwerk <sup>1</sup>).
- In **Friesland** stoppen damonderhoud 5-62. Dat is al eerder besloten vanwege de extreem snelle opslibbing. De dammen 40-62 nog wel neerzetten, daarna gaan ze uit de legger.
- De legger omvat de dammen 41-500.



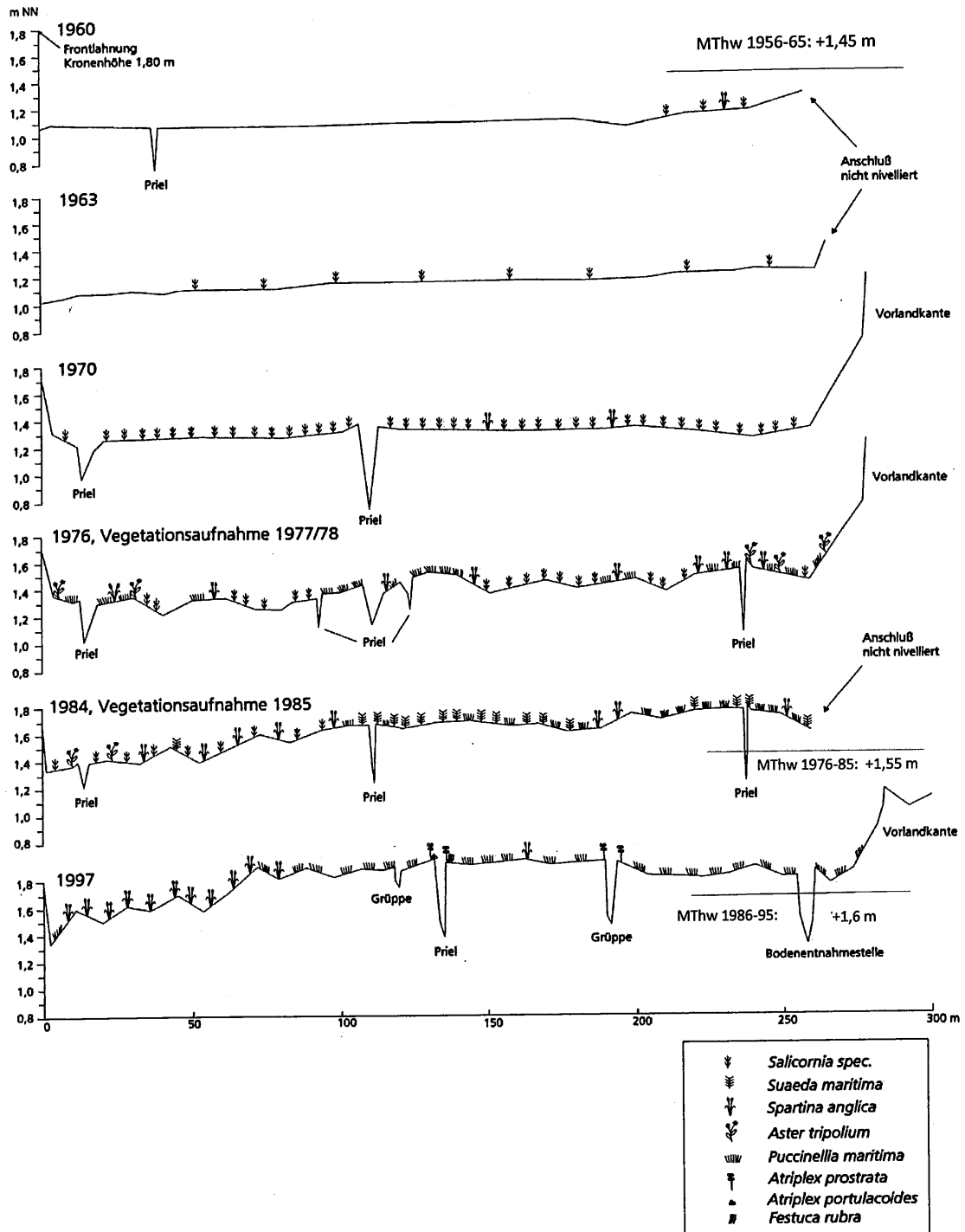
### 3.4 Grondwerk

In een krekensstudie van de WOK-werkgroep (Reents 1995; Reents et al. 1999; Van Duin & Dijkema 2003) zijn de mogelijkheden van een natuurlijker afwateringspatroon bekeken. Met behulp van GIS zijn de kunstmatige waterlopen in de kwelderwerken vergeleken met natuurlijke krekensystemen in referentiekwelders in Nederland, Duitsland en Engeland. Uit het onderzoek bleek dat de **watervoerende oppervlakte in de kwelderwerken 50% te groot was, en de totale lengte van de watergangen slechts 20% te groot**. De conclusie van de studie is dat het realistisch is om te pogen het huidige afwateringspatroon te veranderen in een systeem dat in staat is zonder onderhoud te functioneren. Niettemin besluit de studie met de stelling dat een visueel aantrekkelijker krekensysteem geen reële mogelijkheid is. Omdat een krekensysteem zich al vanaf de allereerste kweldervorming ontwikkelt, in samenhang met de natuurlijke patronen in hoogteligging en vegetatie, zou dat in het huidige volgroeide stadium van de kwelderwerken slechts mogelijk zijn door deze kwelders af te graven.

Overall in de kwelders van de internationale Waddenzee is het onderhoud aan sloten, greppels en gronddammen verminderd of gestopt om de natuurlijkheid te verhogen. *Figuur 3.3* laat zien dat het grondwerk door RWS vrijwel is gestopt. 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 kon worden aangetoond** (Dijkema et al. 1991, 2001; Michaelis 2008). De ontwatering heeft wel 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 eenzelfde stimulerend effect op de vegetatie** (Michaelis 2008; *Figuur 3.4*).



*Figuur 3.3. Grondwerk in de Groninger en Friese kwelderwerken (Dijkema et al. 2001). Het grondwerk is teruggebracht van 970.000 m<sup>3</sup> in 1970 naar 7.000 m<sup>3</sup> in 2000. RWS beperkt het grondwerk nu tot het waar nodig aangoeien van de rijshoutdammen en het voorkomen van achterloopsheid tussen de gronddammen en de rijshoutdammen.*



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 krekken, vegetatievestiging en vegetatieontwikkeling.

Het graafwerk in de kwelderwerken is na 1997 vrijwel beëindigd. Stoppen van het greppelonderhoud gaat “veroudering” door Zeekweek tegen, maar kan bij vermindering van de waterafvoer hinderlijk zijn voor de beweiding. **Voor natuurbeheer is beweiding geen doel op zich, maar een middel tegen veroudering/verruiging van de kwelder.**

In Friesland wateren de hoofdleidingen soms onvoldoende af. In Groningen neemt de hoogte in de verlaten zeewaartse vakken minder toe en verbetert de afstroming. **Na vernatting neemt de biodiversiteit toe door natuurlijke “verjonging” van de vegetatie.** In Friesland maakt de kweldervegetatie in sommige kwelderpandjes zelfs plaats voor pioniervegetatie. Voor de toekomst lijkt het behouden van het areaal pionierzone lastiger dan het areaal kwelder.

It Fryske Gea geeft enige pachters bij Ferwerd en Holwerd de ruimte voor greppelonderhoud. De WOK-werkgroep en It Fryske Gea adviseren dat **hier en daar greppelen bijdraagt aan een gevarieerd beheer:**

- Uitsluitend in de kwelderzone, **niet in de pionierzone.** Natura 2000 vraagt behoud van de pionierzone, greppelen zet successie naar kwelder in gang.
- Voorkeur voor **plaatselijk in boerenkwelders** met als doel het resterende traditionele kwelderbedrijf met intensieve beweiding in stand te houden.
- In de huidige vorm van onderhoud van **kleine greppels in freeswerk.**
- Precedentwerking in de kwelderwerken voorkomen door **maximale diepte van enkele pandjes en maximale omvang van 2008.** De situatie in 2008 in de meetvakken bij Ferwert en Holwert staat in **bijlage 6.**

De stopzetting van het grondwerk na 1997 was gebaseerd op praktijkervaring met het geleidelijk afbouwen van grondwerk in zes proefvakken. De werkgroep heeft onderzocht of er verschillen zijn ontstaan in de bovengenoemde proefvakken en de aangrenzende meetvakken (Bossinade et al. 1998<sup>6</sup>). De conclusie uit de proefvakken is 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 kweldervegetatie leidt. Voor elk gebied dient in het veld vastgesteld te worden of en in welke mate onderhoud van de greppels gewenst is. Vooral in de **pionierzone zou een weloverwogen vermindering van het grondwerk tot betere resultaten leiden**, wat blijkt uit de vaak positieve ontwikkeling van de vegetatie in de proefvakken in vergelijking met de aangrenzende meetvakken.

Vermindering van het onderhoud aan de kunstmatige ontwatering in de **kwelderzone** is een logisch gevolg van de toename in de hoogteligging van de kwelders door opslibbing. Door minder overvloedingen raken de greppels minder snel gevuld met sediment en bovendien wordt het meeste slib door de vegetatie vastgehouden. Door vernatting wordt de autonome ontwikkeling van de vegetatie naar successiestadia met een lage biodiversiteit (Zeekweek) afgeremd, wat positief is voor de kwaliteit van de vegetatie (*hoofdstuk 4*). Rijkswaterstaat hanteert een functie-eis<sup>6</sup>) voor het onderhoud aan de ontwatering met als doel een verlies van kwelderareaal te voorkomen.

<sup>6</sup>) 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 lange termijn studie van Michaelis (2008).

## 4. Monitoring van de kwaliteit van de kweldervegetatie

### 4.1 Successie en beweiding

Naast het areaal van kwelders wordt een steeds groter belang aan de kwaliteit van de vegetatie toegekend. **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 **climax-vegetaties** sterk gaan domineren en leveren dan een soortenarme vegetatie op en daardoor een algehele lage biodiversiteit. Ook de biodiversiteit aan biotopen voor vogels en ongewervelde dieren (insecten, spinnen) neemt in climax-vegetaties af (Dijkema et al. 2001). Dit proces wordt **veroudering** genoemd. Het kort houden van de vegetatie door **beweiding** kan de ontwikkeling van een climax-vegetatie 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 weer nadelig voor een gevarieerde biodiversiteit aan vegetatie 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 eenzijdige climax-vegetaties met Zeekweek op zoute kwelders (op de oudste kwelders ook met Akkerdistel) en Riet en Kweek (Dollard) op brakke kwelders. Dit is een algemeen fenomeen dat zich op veel kwelders voordoet. Het basisproces dat op de vastelandkwelders aan veroudering ten grondslag ligt is echter de opslibbing, waardoor de pionierzone verandert naar een 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 per oevereigenaar verschilt. 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 rond 2000


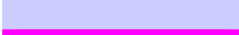



De variatie in zoutplantenvegetaties gaat momenteel snel achteruit door minder beweiding, een proces dat in Groningen eerder plaatsvindt, al vanaf de dijkophoging in 1980. Dit leidt op de hogere kwelderwerken en op de boerenkwelders in toenemende mate tot uitgestrekte verruiging met Zeekweek en op de hoogste kwelders in Friesland en langs de Groninger Noordpolder met Akkerdistel.

De veranderingen van de **kwaliteit van de kweldervegetatie is op basis van de 24 WOK meetvakken** voor de periode 1960-2004 in beeld gebracht. De vegetatie-opnamen uit alle meetvakken zijn vertaald naar de kenmerkende plantengroepen per successie-stadium (SALT97, De Jong et al. 1998). De gegevens zijn voor 7 tijdperioden overgebracht naar de samenvattende *Tabel 4.1*. In deze tabel is te zien:

- Tot 1980-1990 het traditionele beeld van landaanwinningskwelders: de kwelderzones volgen elkaar in de tijd op door opslibbing (**blauw-paars-groen**).
- Vanaf 1980-1990 tot nu de gevolgen van de afname van de beweiding: eerst een toename van het aantal kwelderplanten (**hoge biodiversiteit = paars**), daarna een steeds grotere dominantie van de climax-vegetatie met Zeekweek (**lage biodiversiteit = geel**).
- In 9 van de 13 Groninger meetvakken wordt de kweldervegetatie in de periode 2000-2004 gedomineerd door een **climax-vegetatie met voornamelijk Zeekweek**. Dat noemen we veroudering of verruiging van de kwelder en gaat gepaard met een afname van de biodiversiteit. In Friesland zijn de kwelders met 3 van de 11 meetvakken veel minder verruigd.
- De successie/veroudering van de afgelopen 20 jaar in de kwelderwerken (met een sterke uitbreiding van soortenarme vegetaties met Zeekweek) is veroorzaakt door een **afnemende beweiding, en door de leeftijd en de hoogte** van het merendeel van de vastelandskwelders in de Nederlandse Waddenzee.
- De vegetatie-opnamen in het kwelderdeel van de meetvakken zijn in 2005 beëindigd waardoor deze **unieke langlopende monitoringserie gestopt is**.

TRANSECT	1960-1970	1970-1980	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005
<b>FRIESLAND</b>							
5 onbeweid							
21 onbeweid							
205 onbeweid							
41 ext. beweid							
53 ext. beweid							
167 ext. beweid							
69 int.beweid							
85 int.beweid							
101 int.beweid							
121 int.beweid							
145 int.beweid							
<b>GRONINGEN</b>							
286 onbeweid							
356 onbeweid							
468 onbeweid							
488 onbeweid							
308 ext. beweid							
324 ext. beweid							
336 ext. beweid							
372 ext. beweid							
392 ext. beweid							
412 ext. beweid							
260 int.beweid							
428 int.beweid							
448 int.beweid							

Tabel 4.1 Kwelderwerken 1960-2005. Dominante plantengroepen in de meetvakken.

	pionierplanten Zeekraal en Engels slijkgras
	lage kwelderplanten Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde
	diverse zones + Zeeaster, Gerande schijnspurrie, Schorrezoutgras, Lamsoor, Zeeweegbree (= Asteretea)
	climaxplanten Zeekweek, Spiesbladmelde, Strandmelde
	midden kwelderplanten Zeealsem, Engels gras, Zilte rus, Rood zwenkgras, Fioringras, Zeemelkruid

## 4.2 Vegetatiekaarten van de kwelderwerken

Vegetatiekaarten in de kwelderwerken werden van 1960 - 1980 jaarlijks door het RWS-Waterdistrict Waddenzee gemaakt. Vanaf in 1980 maakt RWS-DID 5-6 jaarlijks vegetatiekaarten van alle vastelandkwelders (programma VEGWAD, zie *Bijlage 1*). De methode is een 'landscape guided vegetation survey' op basis van false colour luchtfoto's (1:5.000). *Tabel 4.2* en *Figuur 4.1* zijn vereenvoudigingen van de kaarten tot het niveau van hoogtezones en climax-vegetaties. In 2010 volgt een update van dit hoofdstuk met de vegetatiekaart van 2009. Dan zal voor het eerst worden gewerkt met de trilateraal door de drie Waddenzee-landen ontwikkelde **Tmap-klasseificatie**, die een vollediger beeld van de biodiversiteit van de kweldervegetatie laat zien.

*Tabel 4.2 Vegetatiezones volgens SALT97 in de Friese en Groninger kwelderwerken (inclusief boerenkwelders, zonder zomerpolders) en de Dollard. Vereenvoudiging op basis van vegetatiekaarten van RWS-DID (VEGWAD).*

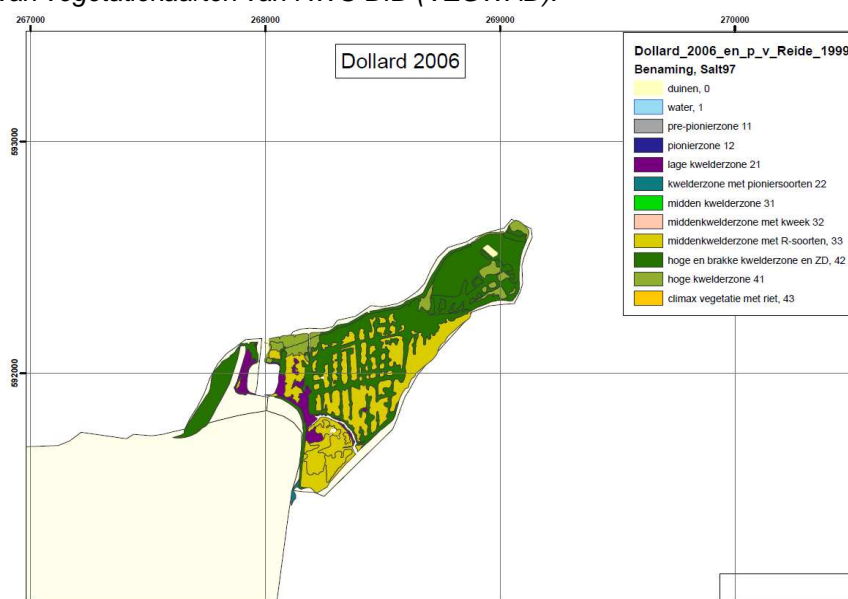
Salt 97	zone	1982	1987	2003	2009
		ha	ha	ha	ha
<b>Friese kwelderwerken WEST (0-63)</b>					
11	pre-pionierzone	35	63	110	
12	pionierzone	129	86	158	
<b>totaal Habitattype 1310</b>		<b>164</b>	<b>150</b>	<b>268</b>	
21	lage kwelderzone	91	121	99	
22	kwelderzone met pioniersoorten	0	3	35	
31	midden kwelderzone	18	30	3	
32	climax vegetatie met Zeekweek	0	0	177	
33	middenkwelderzone met 4-soorten	54	0		
41	hoge kwelderzone	148	170	157	
42	hoge en brakke kwelderzone	0	0	16	
<b>totaal Habitattype 1330</b>		<b>475</b>	<b>474</b>	<b>756</b>	
<b>Friese kwelderwerken MIDDEN (63-187)</b>					
11	pre-pionierzone	149	85	173	
12	pionierzone	334	198	356	
<b>totaal Habitattype 1310</b>		<b>483</b>	<b>283</b>	<b>530</b>	
21	lage kwelderzone	555	558	365	
22	kwelderzone met pioniersoorten	4	0	15	
31	midden kwelderzone	285	246	164	
32	climax vegetatie met Zeekweek	0	11	120	
33	middenkwelderzone met 4-soorten	10	0	3	
41	hoge kwelderzone	1016	957	806	
42	hoge en brakke kwelderzone	0	0	299	
<b>totaal Habitattype 1330</b>		<b>1870</b>	<b>1772</b>	<b>1772</b>	
<b>Friese kwelderwerken OOST (187-221)</b>					
11	pre-pionierzone	40	16	36	
12	pionierzone	57	31	43	
<b>totaal Habitattype 1310</b>		<b>97</b>	<b>47</b>	<b>79</b>	
21	lage kwelderzone	62	70	50	
31	midden kwelderzone	19	1	0	
32	climax vegetatie met Zeekweek	0	20	85	
41	hoge kwelderzone	31	30	0	
42	hoge en brakke kwelderzone	0	0	3	
<b>totaal Habitattype 1330</b>		<b>305</b>	<b>215</b>	<b>297</b>	

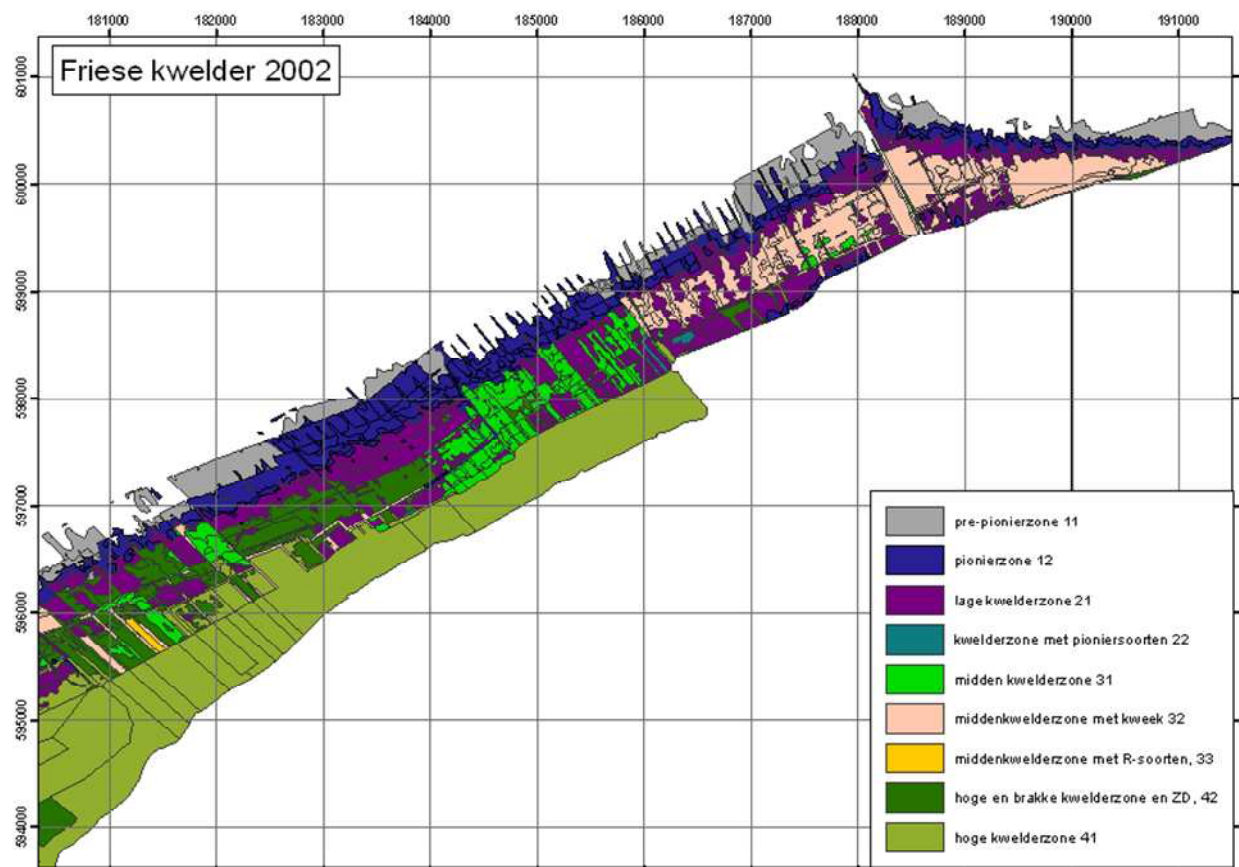
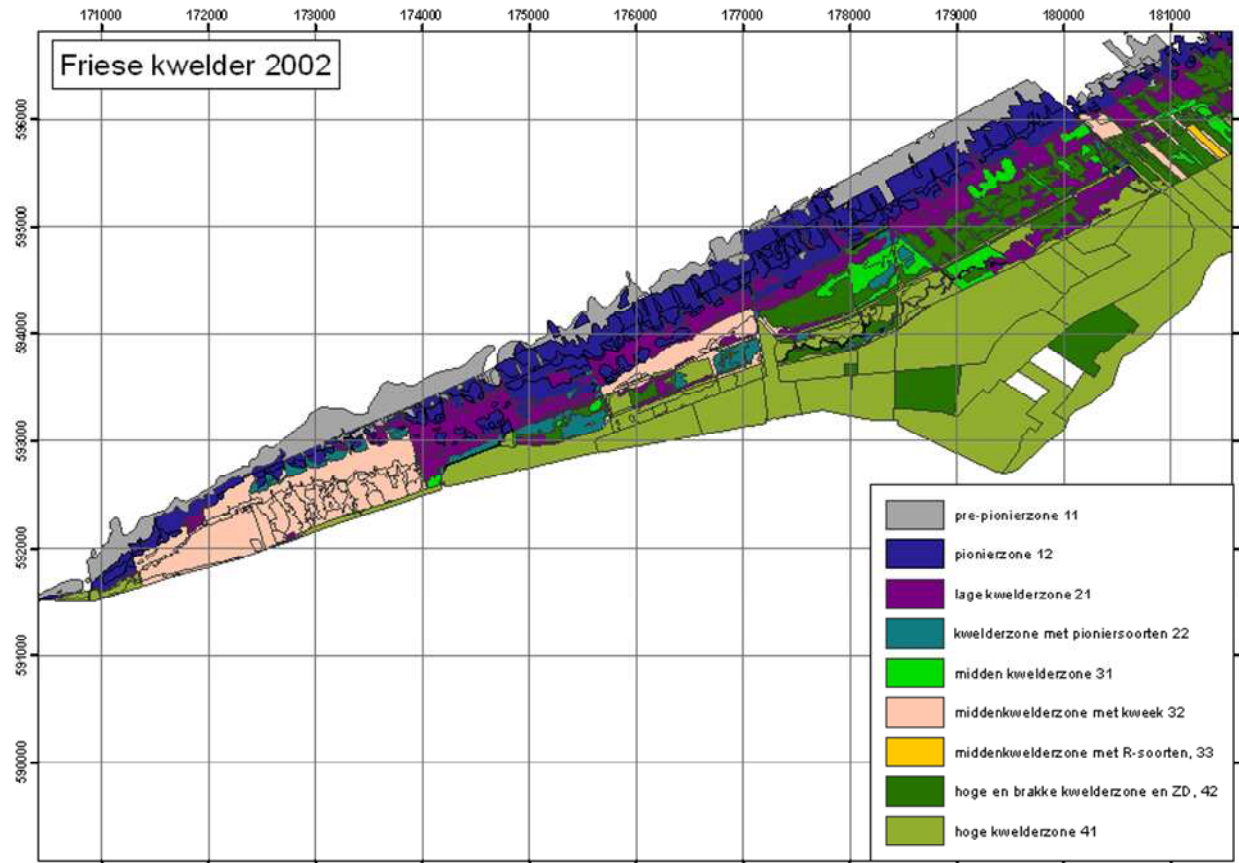


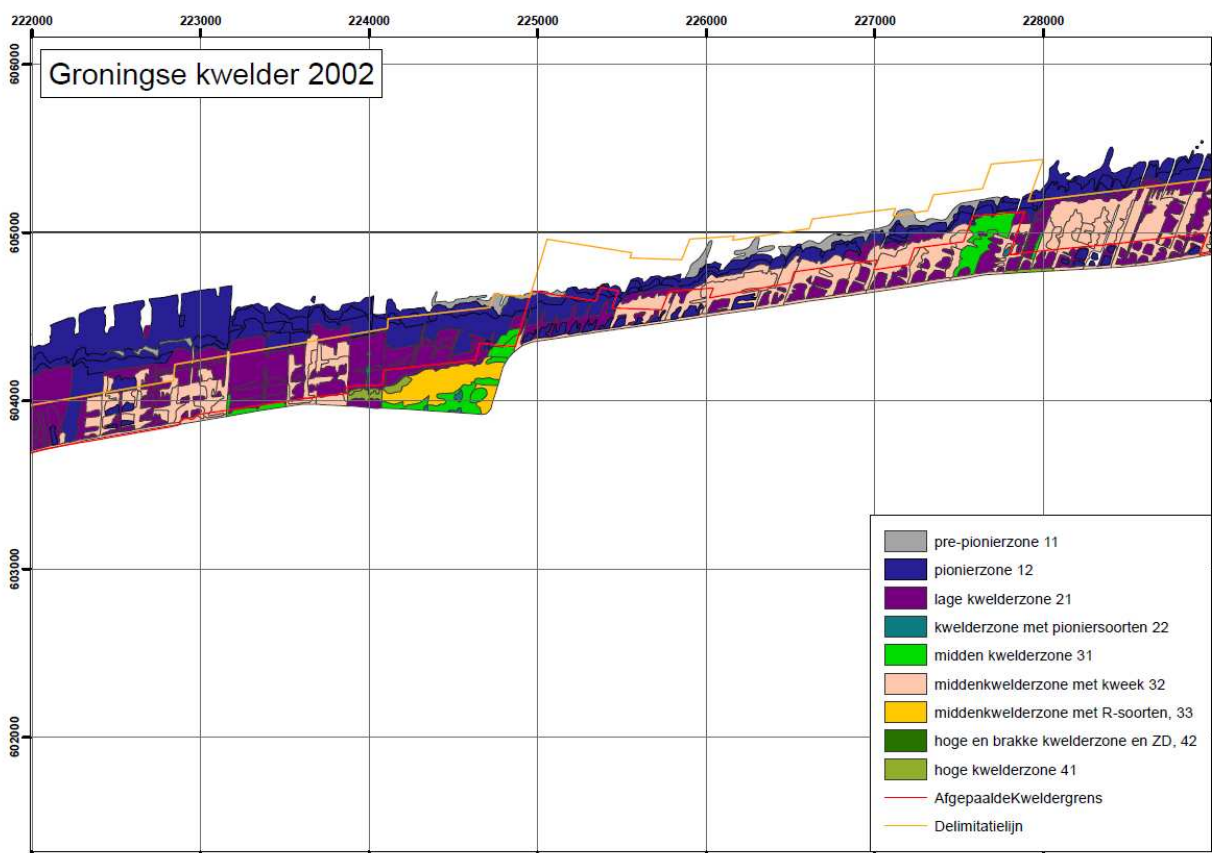
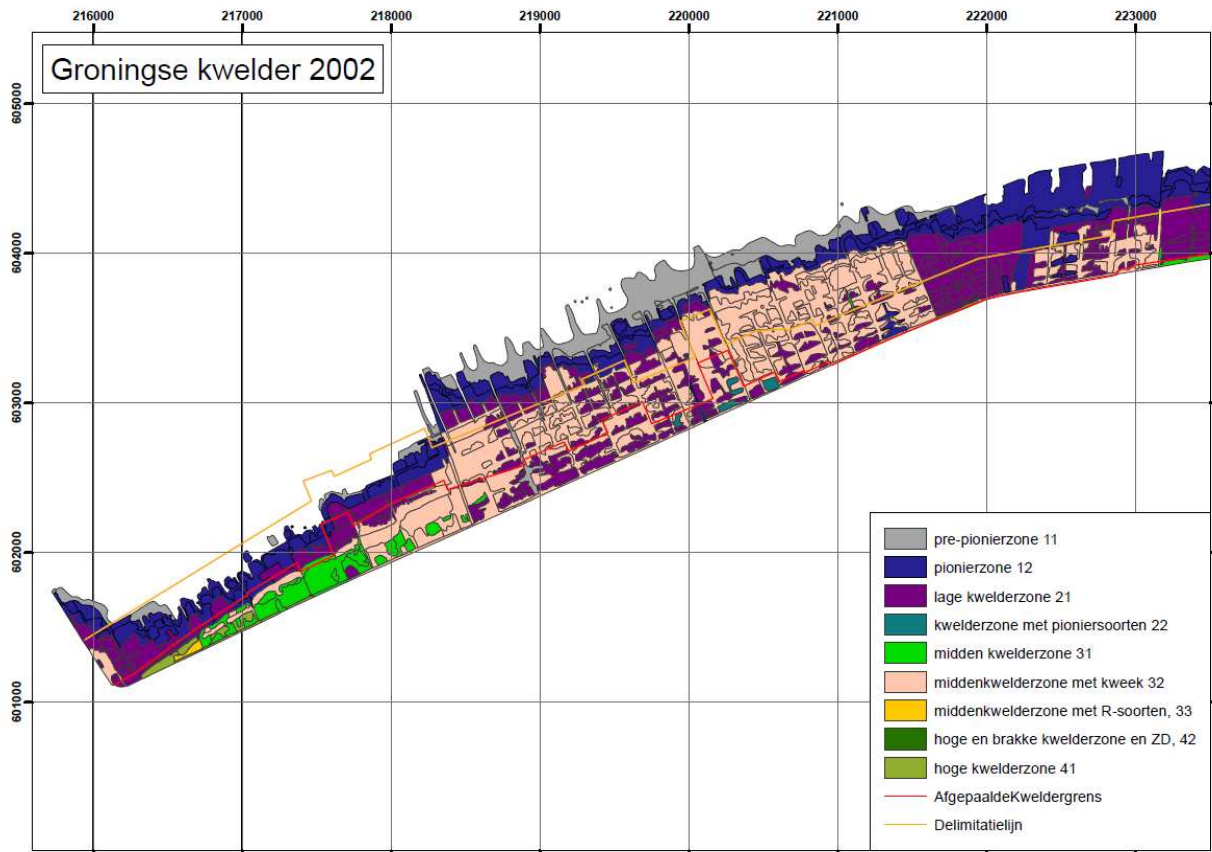
Salt 97	zone	1982	1987	1992	1997	2003	2009
code		ha	ha	ha	ha	ha	ha
<b>Groningen WEST (250-332)</b>							
11	pre-pionierzone	35	45	56	203	64	
12	pionierzone	241	181	149	87	134	
<b>totaal Habitatype 1310</b>		<b>277</b>	<b>226</b>	<b>205</b>	<b>290</b>	<b>198</b>	
21	lage kwelderzone	266	262	185	266	131	
22	kwelderzone met pioniersoorten	1			19	2	
31	midden kwelderzone	68	85	175	22	20	
32	climax vegetatie met Zeekweek	17	27	24	81	214	
33	middenkwelderzone met 4-soorten					1	
41	hoge kwelderzone			4		5	
42	hoge en brakke kwelderzone				1		
<b>totaal Habitatype 1330</b>		<b>351</b>	<b>374</b>	<b>388</b>	<b>388</b>	<b>373</b>	
<b>Groningen MIDDEN (332-404)</b>							
11	pre-pionierzone	30	67	55	148	46	
12	pionierzone	96	161	97	89	107	
<b>totaal Habitatype 1310</b>		<b>126</b>	<b>229</b>	<b>152</b>	<b>236</b>	<b>153</b>	
21	lage kwelderzone	206	185	93	171	110	
22	kwelderzone met pioniersoorten				14	1	
31	midden kwelderzone	179	30	155	13	19	
32	climax vegetatie met Zeekweek	7	29	9	55	107	
33	middenkwelderzone met 4-soorten					11	
41	hoge kwelderzone		2		5	4	
42	hoge en brakke kwelderzone			8			
<b>totaal Habitatype 1330</b>		<b>392</b>	<b>246</b>	<b>265</b>	<b>258</b>	<b>251</b>	
<b>Groningen OOST (404-500)</b>							
11	pre-pionierzone	20	133	64	208	139	
12	pionierzone	207	194	129	120	192	
<b>totaal Habitatype 1310</b>		<b>227</b>	<b>326</b>	<b>193</b>	<b>328</b>	<b>331</b>	
21	lage kwelderzone	339	188	140	156	115	
22	kwelderzone met pioniersoorten	22			4		
31	midden kwelderzone	104	79	125	44	90	
32	climax vegetatie met Zeekweek	9	8	10	57	80	
33	middenkwelderzone met 4-soorten						
41	hoge kwelderzone	20	30	23	30	17	
42	hoge en brakke kwelderzone			23	7	4	
<b>totaal Habitatype 1330</b>		<b>493</b>	<b>305</b>	<b>322</b>	<b>298</b>	<b>307</b>	

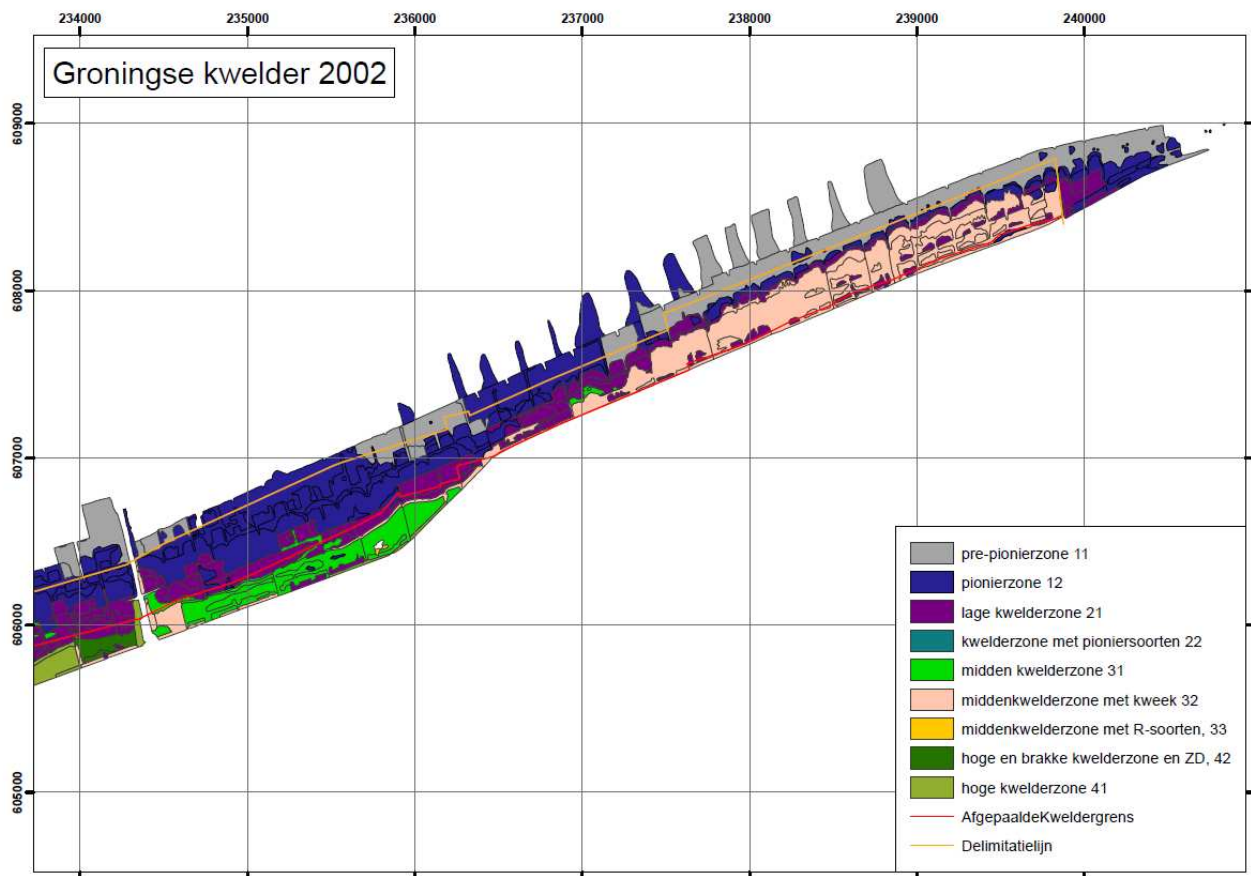
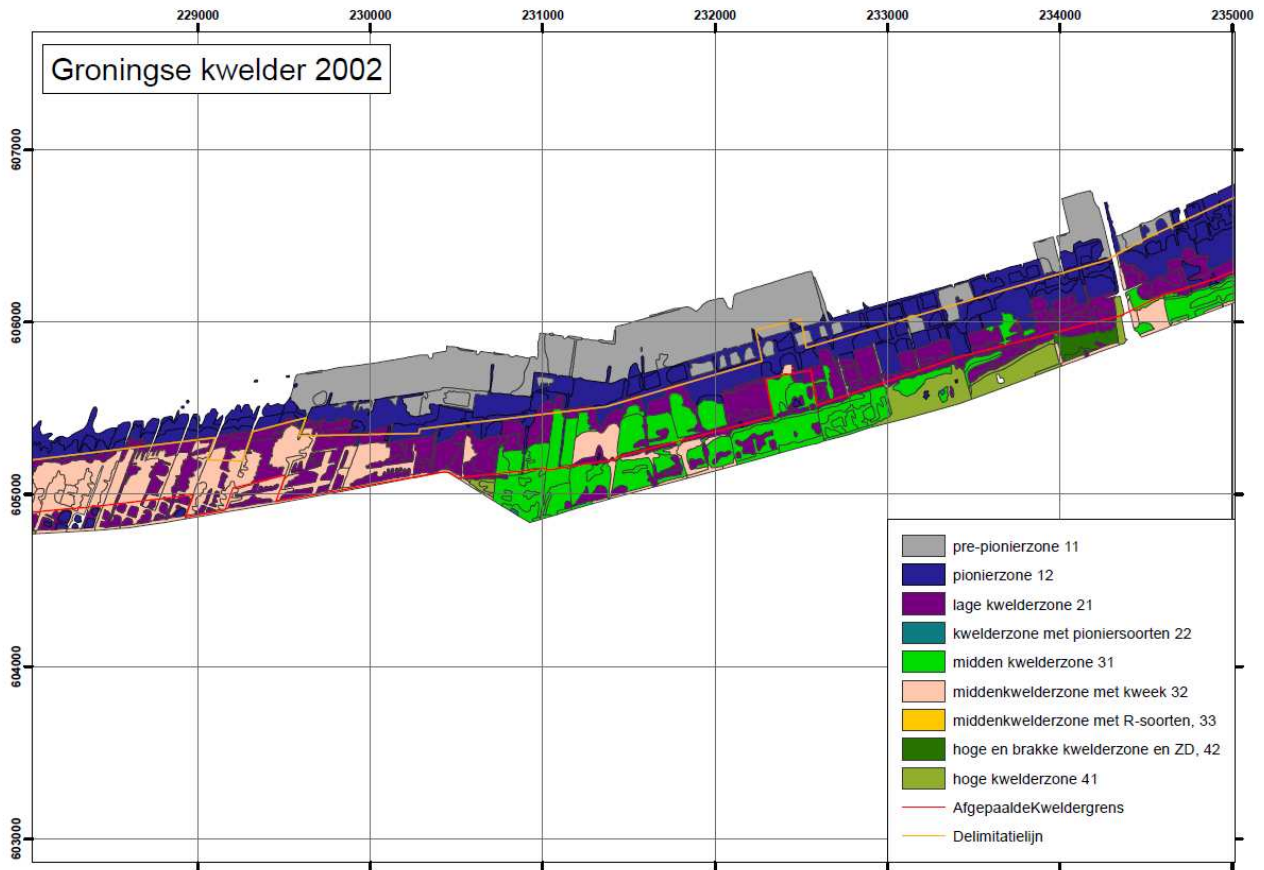
Salt 97 code	zone	1981 ha	1988 ha	1995 ha	1999 ha	2006 ha
<b>Dollard</b>						
11	pre-pionierzone		18	30		3
12	pionierzone			4	15	18
<b>totaal Habitatype 1310</b>		<b>0</b>	<b>18</b>	<b>34</b>	<b>15</b>	<b>21</b>
21	lage kwelderzone	529	399	398	348	322
22	kwelderzone met pioniersoorten		21	9	27	56
31	midden kwelderzone		12	5		78
32	climax vegetatie met Kweek	57	73	66	80	10
33	middenkwelderzone met 4-soorten					
41	hoge kwelderzone				21	33
42	hoge en brakke kwelderzone	115	139	98	121	67
43	climax vegetatie met Riet	46	62	99	87	114
<b>totaal Habitatype 1330</b>		<b>748</b>	<b>706</b>	<b>676</b>	<b>685</b>	<b>682</b>
<b>Punt van Reide</b>						
11	pre-pionierzone					
12	pionierzone					
<b>totaal Habitatype 1310</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
21	lage kwelderzone	5	2	1	3	
22	kwelderzone met pioniersoorten					
31	midden kwelderzone	21	16	21		
32	climax vegetatie met Zeekweek					
33	middenkwelderzone met 4-soorten				17	
41	hoge kwelderzone				3	
42	hoge en brakke kwelderzone	22	31	26	26	
<b>totaal Habitatype 1330</b>		<b>48</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>49</b>

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

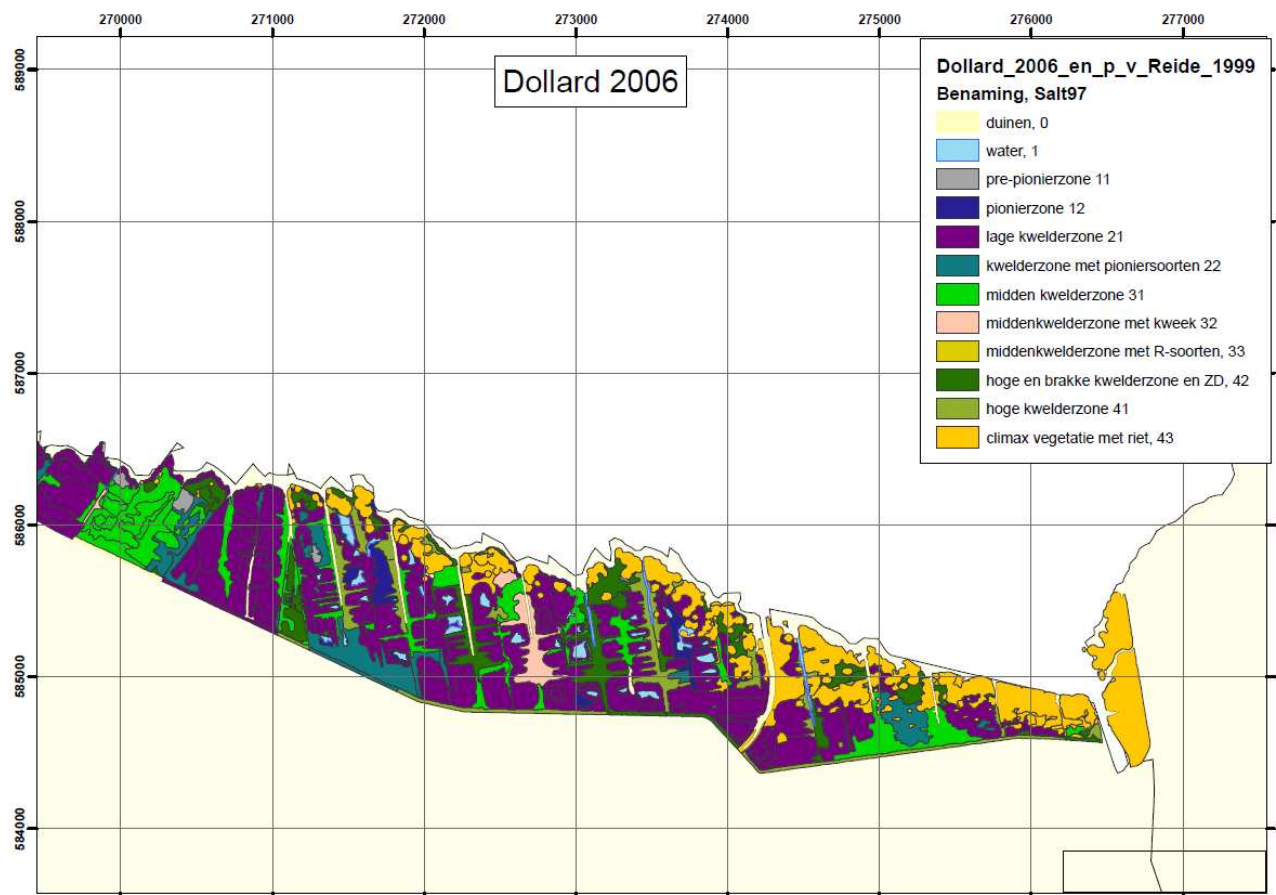
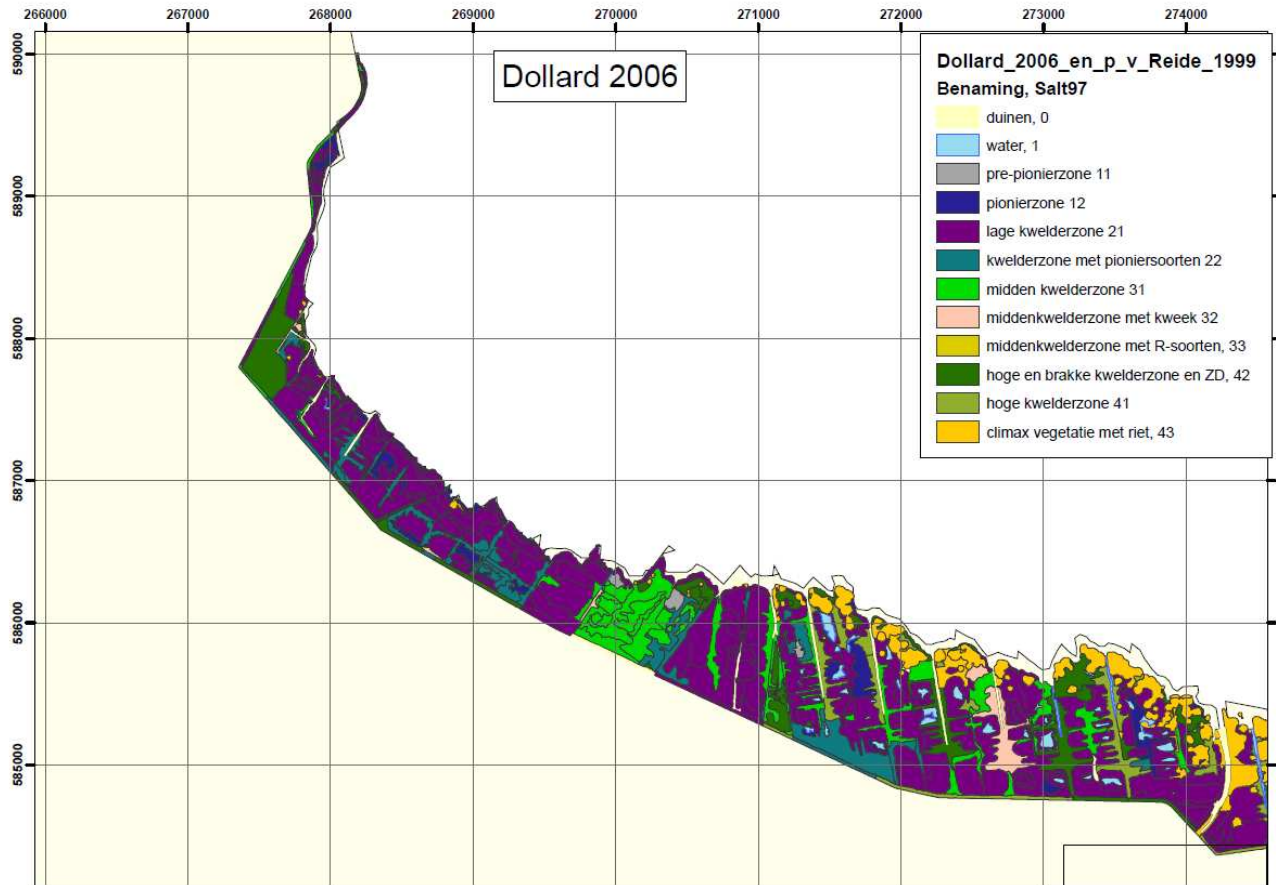












### 4.3 Vegetatiekaarten van alle Nederlandse kwelders en schorren

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

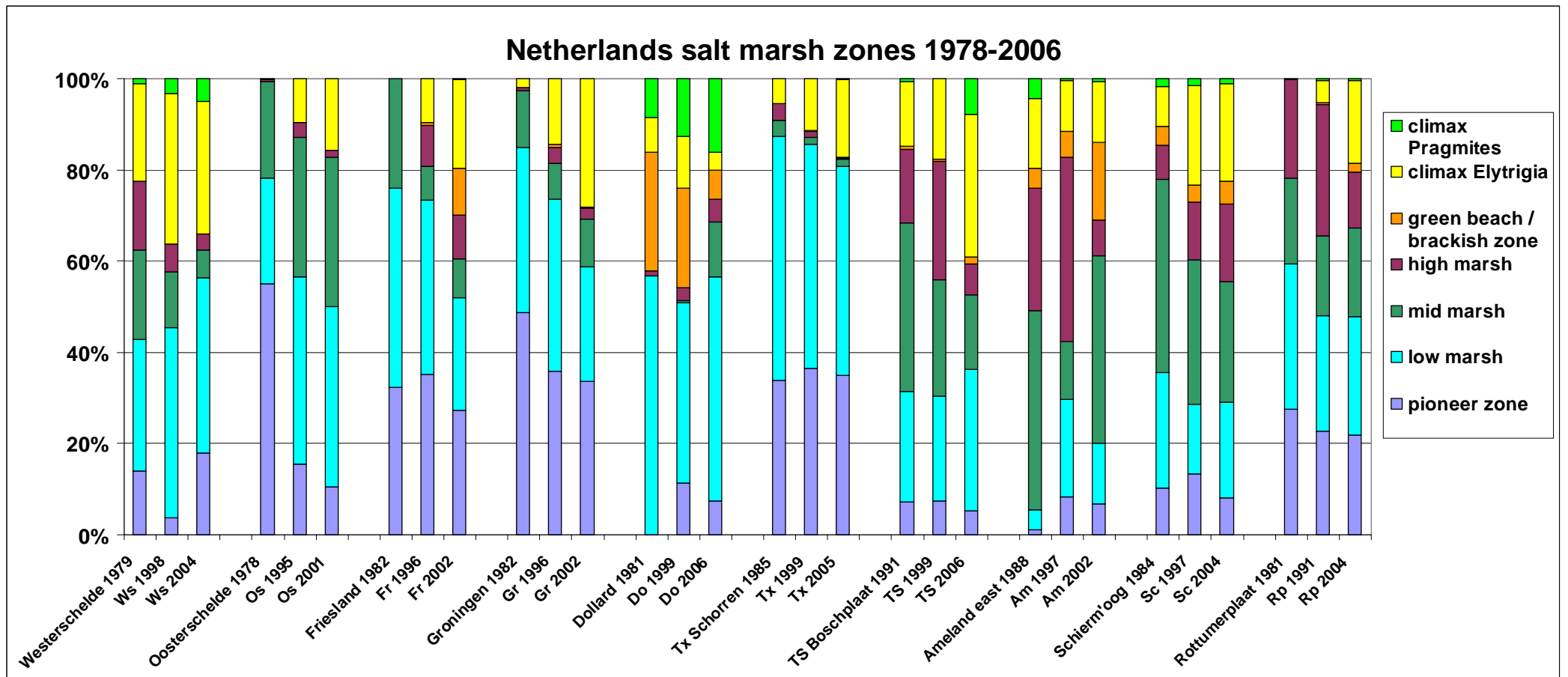
- De verdeling van de vegetatiezones en climax-vegetaties is **zeer gevarieerd**.
- Anderzijds neemt op diverse kwelders het **areaal climax-vegetatie** (Zeekweek) toe, waardoor de biodiversiteit op termijn zal afnemen.
- Op de **eilanden** nemen de midden/hoge kwelderzones af en langs het **vasteland** 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 climaxv-vegetatie Zeekweek geremd door intensieve beweiding (Vennoot Neerlands Reid) en door bodemdaling.
- Langs de **Groninger** (overal) en de **Friese** (west en oost) kwelderwerken en in de **Peazemerlannen** neemt Zeekweek zeer sterk toe als gevolg van opslibbing en natuurlijke successie (veroudering) in combinatie met geen of te weinig beweiding.
- In de **Dollard** neemt Kweek relatief weinig 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 de **Schiermonnikoog** en in **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 kwaliteit van kwelders

#### 4.4.1 Cyclisch beheer van kwelderwerken door maaiveldveranderingen

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. Pionier- en kwelderzones in % op basis van vegetatiekaarten RWS-DID 1978-2006 (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 zie Tabel 5.1.

#### 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 hoofdstuk 3.4). De hoofdduitwateringen 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.

**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 beweidings-beheer.

In jonge kwelderwerken loopt de hoogte geleidelijk op van het wad naar de zeedijk<sup>7</sup>). Omdat de kweldervorming door begreppeling is gestimuleerd ontbreekt een natuurlijk patroon van kreken, droge oeverwallen en natte kommen. Kwelderwerken hebben daarom een eenvoudige abiotische opbouw in hoogtezones evenwijdig aan de zeedijk, waardoor de biodiversiteit van de zoutplantenvegetatie er lager zou zijn dan op natuurlijke kwelders. De Groninger kwelderwerken hadden **in 1974 echter een mozaïekbeweiding met 67 verschillend beweide percelen loodrecht op de hoogtezonerings**. Het aandeel percelen zonder beweiding was 26 %, extensieve beweiding 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** behorend bij kleiige kwelders (Dijkema 1975a, 1975b, 1983).

In het "Kwelderherstelplan Groningen" wordt voor het Waddenfonds gewerkt aan terugkeer van de **traditionele mozaïekbeweiding**. Een optimale biodiversiteit op de nu hogere en nattere kwelders is te bereiken via een experimentele invoering van een ruimtelijk gevarieerde beweiding-intensiteit, veesoort, en inrichting (waaronder perceelgrootte, gronddammen, sloten, en eventueel terpen en drinkplaatsen).

<sup>7</sup>) Oude vastelandkwelders kennen terrasvorming, waarbij de hoogte naar het wad oploopt (De Vries 1940). 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.

Wanneer bij langdurig extensieve beweiding oudere stadia worden bereikt neemt de biodiversiteit af. Daarom zullen de eindstadia terug worden gezet door een tijdelijk (zeer) intensieve beweiding. Daarna de kwelder voor ca. 5-10 jaar met rust laten.

**Extensieve beweiding** vormt ruimtelijke patronen met een afwisseling van korte en hoge vegetaties. Van **cyclische beweiding** wordt een afwisseling in de tijd van jonge korte vegetaties verwacht en een onbeweid stadium met veel bloeiende zoutplanten die zaad kunnen zetten met plaats voor ongewervelde dieren.

In het "Kwelderherstelplan Groningen" ( Waddenfonds) zal de **mozaïek-beweiding** worden gemixed met **cyclische wisselbeweiding**. Doel is een beter resultaat voor de biodiversiteit met alle vegetatie-typen, waaronder een plaats voor massale Zeeaster bestanden zoals in de jaren 70 en 80 van de vorige eeuw. Op schaal van de Groninger kwelderwerken wordt gestreefd naar een mozaïek van percelen met cyclische wisselbeweiding en percelen met langdurig dezelfde beweiding (onbeweid, extensieve en intensieve beweiding in mozaïek).

#### 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) optimaal voor de biodiversiteit van de vegetatie, dat is een extensieve tot matige beweiding**. Bij mozaïekbeheer is elk advies voor één type beweiding onjuist, alle beweidings-categorieën behoren vertegenwoordigd te zijn.

Beweidings-intensiteit	Vegetatie-structuur (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

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

## 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; zie 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.

Karteringen 1999-2006	PIONIER ZONE		KWELDER ZONE in ha	WAARVAN CLIMAX	
	ha	%		ha	%
Eems-Dollard 2006	53	7	710	146	21
Waddenzee Groningen vasteland 2002	366 *	27	900	382	42
Waddenzee Friesland vasteland 2002	742 *	33	1653	449	27
Waddenzee Noord-Holland-schor 2006	29	33	57	43	75
Waddenzee Oost eilanden 1999-2006	309	9	3129	672	21
Waddenzee West eilanden 2003-2006	64	19	268	45	16
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

*Tabel 5.1. Areaal in ha op basis van vegetatiekaarten RWS-DID 1999-2006. Pionierzones van luchtfoto's (\* WOK 2002); 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.*

### 5.2 Trilaterale Targets en Tmap-monitoring

De Trilaterale samenwerking in de Waddenzee vindt plaats vanaf de jaren 70 van de vorige eeuw. Er vinden met regelmatige tussenpozen conferenties van achtereenvolgens deskundigen en van ministers 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. De volgende QSR in 2009.

Tussen Denemarken, Duitsland en Nederland zijn de volgende doelen voor de kwelders in de Waddenzee overeengekomen (**Trilateral Targets**; Anon. 1998):

1. Een groter areaal aan natuurlijke kwelders.
2. Een grotere natuurlijke morfologie en dynamiek, waaronder natuurlijke afwateringspatronen van kunstmatige kwelders, op voorwaarde dat de huidige oppervlakte niet wordt verkleind.
3. Een verbeterde natuurlijke vegetatiestructuur van kunstmatige kwelders, inclusief de pionierzone. (Daarmee wordt een vegetatie-diversiteit bedoeld "reflecting the geomorfological condition of the habitat").
4. Gunstige omstandigheden voor trekkende en broedende vogels.

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**: 28 jaar door RWS-DID met een schat aan kaartmateriaal (zie [www.kwelders.nl](http://www.kwelders.nl)). RWS-DID heeft vanaf de eerste kartering van de Dolland 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 en elders door RUG (> 30 jaar); in de kwelderwerken en zomerpolders door IMARES-Texel (20 jaar PQ- en SEB-puntmetingen van opslibbing, krekens en vegetatie).

**Trilaterale aanbevelingen** in het Wadden Sea Status Report 2004 ([www.waddensea-secretariat.org/](http://www.waddensea-secretariat.org/)) over de **kwaliteit** en de **kennisbasis** van kwelders zijn o.a.:

1. Stopzetten van kunstmatige ontwatering in alle onbeweide kwelders, waarbij de ontwatering van de dijkvoet in stand moet blijven.
2. In de kwelderzone duurt de ontwikkeling van een greppelsysteem naar natuurlijker krekens 10-tallen jaren. Verder onderzoek en experimenten naar effectieve mogelijkheden om natuurlijker krekens te stimuleren.
3. Beweiding wordt gebruikt als een beheermaatregel met als doel kwelders attractiever voor bepaalde vogelsoorten te maken en om een gevarieerde vegetatie-structuur in stand te houden. Onderzoek naar de relaties tussen veroudering naar een climax-vegetatie, de snelheid van opslibbing en de stopzetting van beweiding.
4. De in TMAP ontwikkelde vegetatie-classificatie gebruiken om een Waddenzee-breed overzicht van de vegetatie-ontwikkeling te maken, die voldoet aan de vereisten van de EU-Habitatrichtlijn voor "Atlantische kwelders en schorren" en "Salicornia pionierzones".
5. Lange termijn onderzoek-reeksen voortzetten als kennisbasis.

### 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, [www.vrom.nl/waddenzee](http://www.vrom.nl/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, Sabelliariffen 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 foerageergebieden 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_en_Ontwikkelingsplan.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.

([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_Leven_in_de_Wadden_29-05-09.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](http://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."**

Het Bijlagendocument 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 km<sup>2</sup>) 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**. [vet van ons]

**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. [vet van ons]

## 5.6 Kader Richtlijn Water

## 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](http://www.zeegras.nl)).

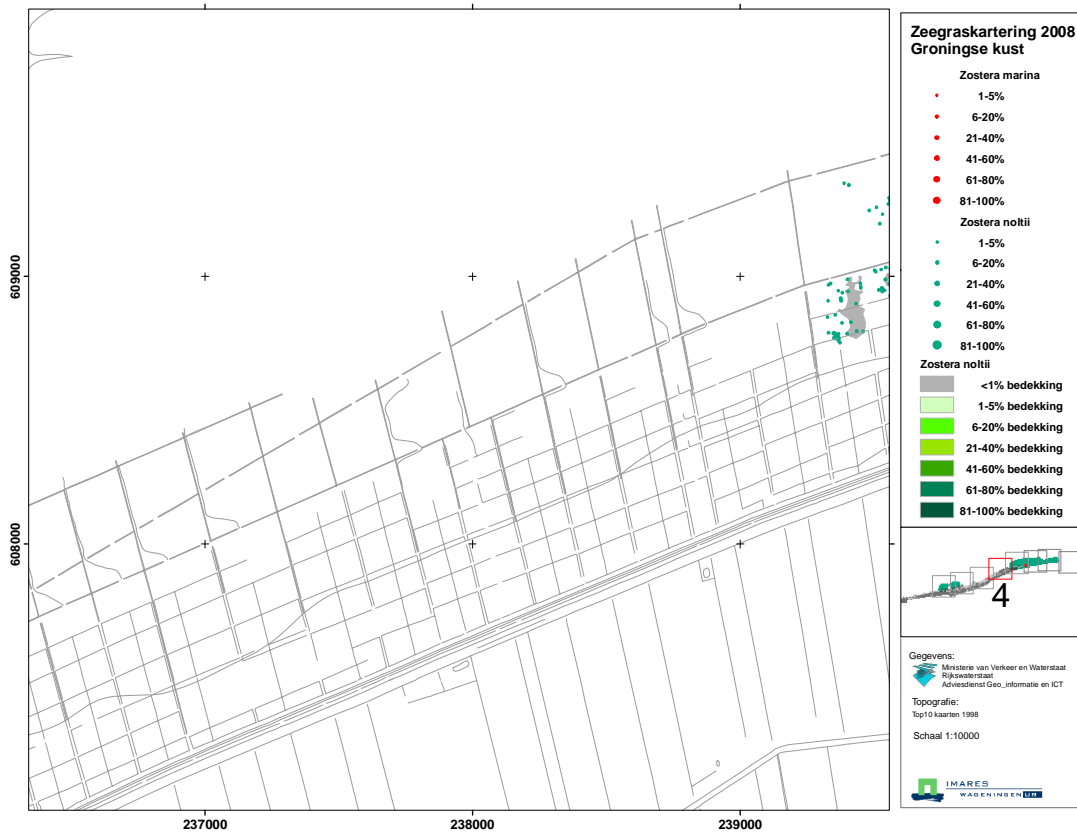
Zeegras groeide voor de aanleg van de landaanwinningswerken op vergelijkbare standplaatsen: in Friesland langs het Noorderleegh en in Groningen ter plekke van de huidige Linthorst-Homanpolder en de Emmapolder (Anon. 1941; Van Eerde 1942; A. Ploegman & T.G. van Hoorn, pers. med. 1991). Zeegras is na het 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.

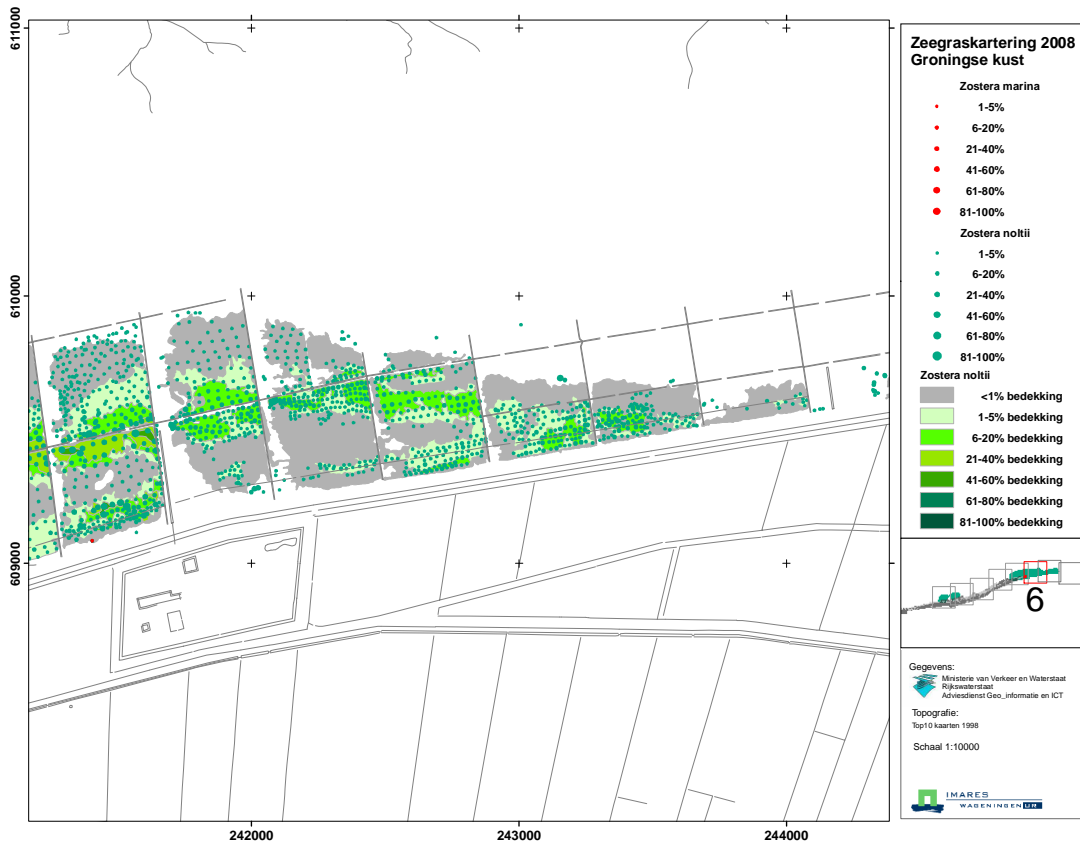
Op de zeegras-locaties dient schade bij de uitvoering van de werkzaamheden te worden voorkomen. De WOK-werkgroep ziet geen voordelen om het damonderhoud in een volgend bestek vanaf de zeedijk via de gronddammen uit te voeren:

- Vanwege de zandige groeiplaatsen is er bijna geen insporing en schade.
- Om insporing in de zeegrasvelden te voorkomen is de aannemer geïnstrueerd t.b.v. 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.

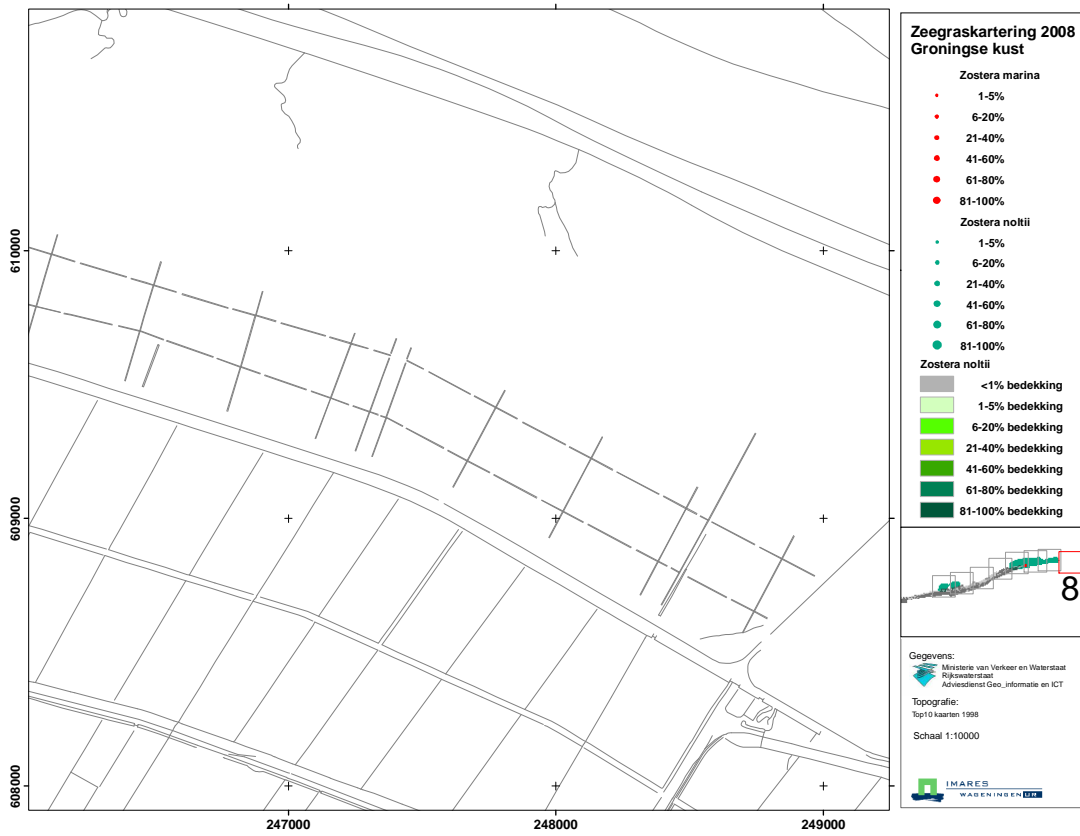
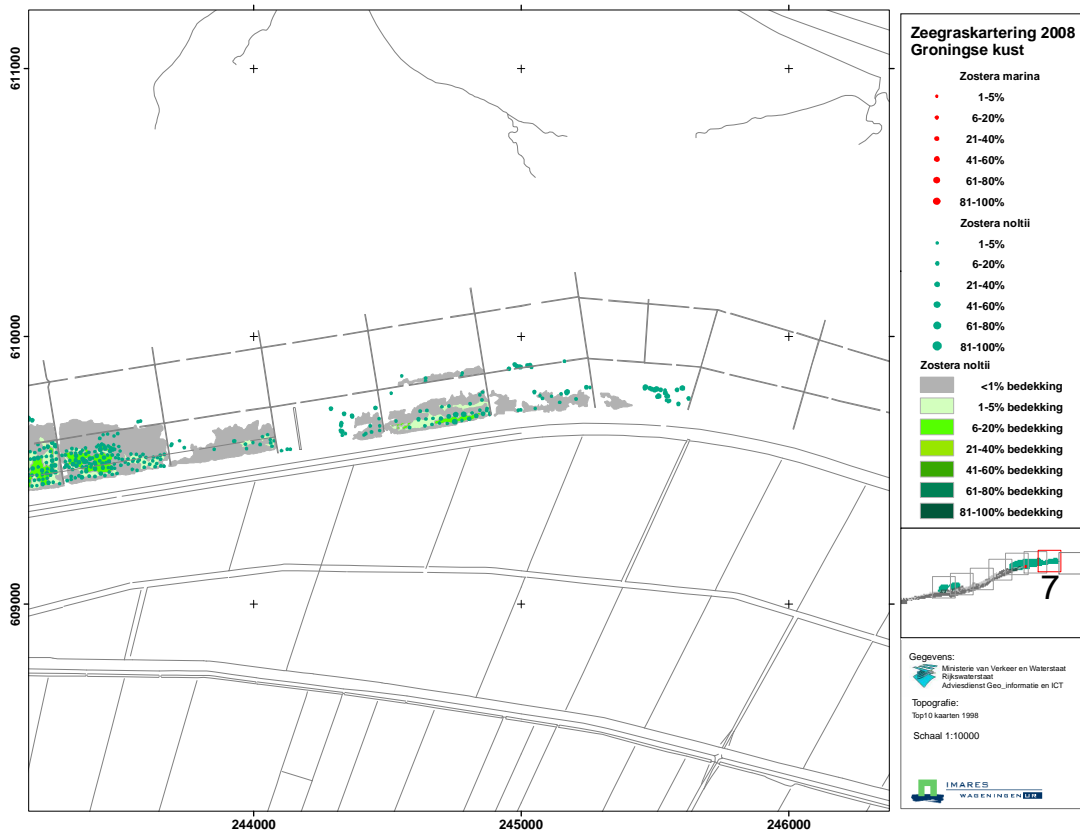
*Figuur 6.1. Zeegras langs de oostelijke helft van de Groninger noordkust in 2008. Bron: RWS-DID, [www.zeegras.nl](http://www.zeegras.nl)*











## 7. 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](http://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.
- Dijkema, K.S. 1975a. Vegetatie en beheer van de kwelders en landaanwinningen aan de Waddenzee kust 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., 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.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](http://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](http://www.kwelders.nl)

[www.kennisonline.wur.nl](http://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](http://www.waddenzee.nl/Kwelders.1982.0.html)

Dijkema, K.S., W.E. van Duin, A. Nicolai, J. Frankes. H. Jongerius & J. Swierstra 2009. Monitoring en beheer van de kwelderwerken in Friesland en Groningen 1960-2007. Werkgroep Onderzoek Kwelderwerken (WOK), Jaarverslag voor de Stuurgroep Kwelderwerken augustus 2007-juli 2008. Wageningen IMARES; Rijkswaterstaat. 65 p. + bijlagen. WOT IN serie in prep.

[www.waddenzee.nl/Monitoring\\_kwelderwerken.1191.0.html](http://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](http://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<sup>e</sup> 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.

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](http://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.

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. Begeleidings-commissie 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.

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 zee gras 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 kreek systemen. 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.

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	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning
Kwelders Texel	2005	fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning
Slufter Texel	2005	fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning
Boschplaat Terschelling	1999		fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking
Dollard	1999		fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking
Griend	1999		fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking
Kroonspolders (+Westerveld)	2003	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning		
Vlieland Noordvaarder + Groene Strand Terschelling	2003	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning		
Oosterschelde	2001			fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht
Westerschelde-mond	2001			fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht
<b>Kwelderwerken Groningen/Friesland</b>	2002				fotovlucht	uitwerking	afroning			
Ameland	2002				fotovlucht	uitwerking	afroning			
Schiermonnikoog	2004	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning	
Rottum	2004	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning	
Westerschelde	2004	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking	afroning	
Haringvliet-monding	2000		fotovlucht	uitwerking	afroning				fotovlucht	uitwerking

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 1960-2008.ppt)

Een Power Point met de meetgegevens van de kwelderwerken is te downloaden van [www.waddenzee.nl/Monitoring\\_kwelderwerken.1191.0.html](http://www.waddenzee.nl/Monitoring_kwelderwerken.1191.0.html)

### Verloop hoogte

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

### Hoogte 1960-2008 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 1960-2008

*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 1960-2008 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	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					<b>256</b>	
FR mid	Kwelder (63-187 in ha)	170	408	381	440	426	368	410	386	458	516	480	452	480	440	521	588	606					<b>527</b>	
FR oost	Kwelder (187-221 in ha)	23	51	51	44	79	107	86	79	100	93	114	114	100	100	107	100	100					<b>101</b>	
GR west	Kwelder (250-332 in ha)	76	224	259	298	249	229	244	249	289	264	269	259	279	313	274	264	274					<b>281</b>	
GR mid	Kwelder (332-404 in ha)	155	206	225	253	211	206	202	183	206	225	239	225	225	244	239	225	220					<b>231</b>	
GR oost	Kwelder (404-500 in ha)	277	267	317	302	307	198	208	183	208	213	193	198	208	218	248	223	267					<b>233</b>	
<b>Getal functie-eis kwelderzone (minimum = totaal 1250 ha)</b>																						<b>1629</b>		
FR west	Pionierzone > 5 % (ha)	57	0	0	168	160	88	80	133	137	156	217	171	122	84	126	91	91					<b>103</b>	
FR mid	Pionierzone > 5 % (ha)	828	432	589	531	445	204	146	261	355	400	504	529	441	418	413	423	400					<b>419</b>	
FR oost	Pionierzone > 5 % (ha)	84	14	28	70	42	7	35	63	28	28	21	35	28	28	28	119	119					<b>64</b>	
GR west	Pionierzone > 5 % (ha)	409	286	276	217	266	202	182	157	73	88	98	83	73	73	88	78	138					<b>90</b>	
GR mid	Pionierzone > 5 % (ha)	311	253	253	211	248	131	142	118	98	70	70	65	65	70	89	117	173					<b>103</b>	
GR oost	Pionierzone > 5 % (ha)	480	446	471	451	416	233	218	168	163	163	198	178	178	188	174	267	277					<b>217</b>	
<b>Getal functie-eis pionierzone &gt; 5% (minimum = totaal 400 ha)</b>																						<b>996</b>		
FR west	Pre-pionierzone 0-5 % (ha)	19	88	61	54	23	50	126	92	88	31	27	31	42	73	54	54	54					<b>55</b>	
FR mid	Pre-pionierzone 0-5 % (ha)	0	104	37	19	95	310	258	417	235	145	55	90	109	37	113	19	104					<b>76</b>	
FR oost	Pre-pionierzone 0-5 % (ha)	0	21	21	0	0	0	28	0	7	14	56	63	42	42	28	0	0					<b>22</b>	
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					<b>81</b>	
GR mid	Pre-pionierzone 0-5 % (ha)	31	33	33	0	0	94	126	87	103	52	52	103	84	56	131	75	75					<b>84</b>	
GR oost	Pre-pionierzone 0-5 % (ha)	15	40	45	10	50	258	194	124	80	119	50	124	214	209	293	149	175					<b>208</b>	
																						<b>527</b>		

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

**Groningen:** ca. 300 ha boerenkwelder grenzend aan de kwelderwerken

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

**Dollard,** Nederlandse deel: 741 ha

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

#### Bijlage 4 Bodemdaling meetvakken Groninger kwelderwerken

Bronnen: NAM, Status rapporten en prognoses 1990, 1995, 2000 en Rapport Bodemdaling door Aardgaswinning; Statusrapport 2005 en Prognose tot het jaar 2050; december 2005. Het volledige rapport en een samenvatting kunnen worden besteld via [www.nam.nl](http://www.nam.nl) of bij de afdeling External Affairs van de NAM, postbus 28000, 9400 HH Assen, tel. 0592-368222

MEET VAK	Daling 1992		Daling 2003		Prognose 2010		Prognose 2025		Prognose 2050	
	1964-1992	1964-1992	1964-2003	1992-2003	1964-2010	2003-2010	1964-2025	2010-2025	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	2	0.3	3	0.1	3	0
286 Julianapolder	0	0	0	0	2	0.3	2	0	2	0
308 )	0	0	0	0	1	0.1	1	0	1	0
324 Negenboeren	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
336 polder	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
356 )	2	0.1	2	0	2	0	2	0	2	0
372 Linthorst	2	0.1	3	0.1	3	0	4	0.1	6	0.1
392 Homanpolder	2	0.1	5	0.3	6	0.1	10	0.3	14	0.2
412 )	4	0.1	6	0.2	10	0.6	16	0.4	22	0.2
428 Noordpolder	4	0.1	7	0.3	11	0.6	20	0.6	26	0.2
448 )	5	0.2	8	0.3	11	0.4	21	0.7	27	0.2
468 ) Lauwerpolder	6	0.2	10	0.4	12	0.3	21	0.6	27	0.2
488 )	8	0.3	12	0.4	15	0.4	22	0.5	28	0.2
508 ) Emmapolder	9	0.3	14	0.5	16	0.3	22	0.4	29	0.3

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. <b>gecorrigeerde</b> NAP-merken	
			<b>Vulling</b> (niet afgerond)	<b>paal</b> (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/dwarsslotten 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