

35
1214

VAN LANDAANWINNING NAAR KWELDERWERKEN



rauw onlaand, vol zolt woater van de zee,
doar niks op wazzen wil en niks op voaren

Kees Dijkema e.a.

Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland
ALTERRA, Research Instituut voor de Groene Ruimte

777E69

Colofon:

Foto's:

▶ = Jaap de Vlas
▷ = Hans Hut
Rijkswaterstaat en Alterra

Omslagontwerp en opmaak:

Henk S. Nauta

Druk:

Grafisch Productiebedrijf Gorter b.v. Steenwijk

Uitgave:

Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland
2001

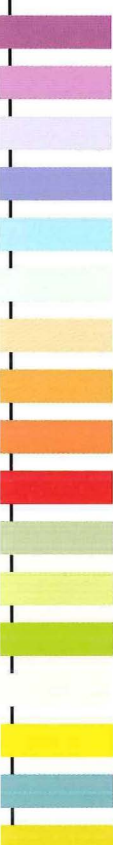
ISBN 9036935830

Bestellen:

Bibliotheek Rijkswaterstaat
Postbus 2301
8901 JH Leeuwarden
Tel. 058 - 234 44 05
e-mail: bibliotheek@dnn.rws.minvenw.nl

VAN LANDAANWINNING NAAR KWELDERWERKEN

Zoekwijzer bij vegetatiekaart



Si	Engels slijkgras (bedekking <5%)
Qi	Engels slijkgras
S/Q	Mozaïekvan Engels slijkgras en Zeekraal (bedekking <10%)
S	Langharig zeekraal (bedekking <5%)
Q	Zeekraal
P	Eerste stadium van Gewoon kweldergras
Pp/U	Gewoon kweldergras of Schorrekruid*
Ph	Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde
Pj	Gewoon kweldergras, Rood zwenkgras en Zeealsem
Hf	Gewone zoutmelde en Zeealsem
Jg/Bg	Rood zwenkgras en Fioringras, of Fioringras*
Fey	Strandkweek
Fex	Spiesmelde
Ft	Rood zwenkgras en Zeealsem
Pp	Gewoon kweldergras
F/Jg	Rood zwenkgras of - met Fioringras*
Jg	Rood zwenkgras en Fioringras



35/1216

777E69



BIBLIOTHEEK DE HAARF
Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

VAN LANDAANWINNING NAAR KWELDERWERKEN

Kees Dijkema, Aante Nicolai, Jaap de Vlas, Cor Smit,
Hessel Jongerius, en Henk Nauta

Texel, Leeuwarden, oktober 2001



1 0 DEC 2001

1633813



Inhoud



Samenvatting 4

Voorwoord 6

1. Vroegere landaanwinning 8

Historie
Landaanwinning door de kustboeren
Landaanwinning door de Staat
Kwelderwerken

2. Wat is een kwelder? 14

Hoogteligging en zonering van kwelders
Kliffvorming
Effecten van korte-termijn-verandering in de zeespiegel
Europese betekenis van kwelders
Indeling en areaal van kwelders en schorren

3. Waardoor slaan kwelders af? 18

Veranderingen van het kwelderareaal na 1600
Weinig kwelders in de westelijke Waddenzee
De situatie in de oostelijke Waddenzee
Waarom is het afnemende areaal van de vastelandkwelders te wijten?
Wat is de invloed van de huidige kwelderwerken?
Zeespiegelstijging

4. Maatschappelijke ontwikkelingen na 1960 24

Economie
Dijkverhoging en inpoldering
Natuurwaarden
Drie PKB's Waddenzee (1980-2001)
Gevolgen voor het beheer
Alternatieven voor de kwelderwerken?
Verkweldering van zomerpolders
Binnendijkse uitbreiding van het kwelderareaal

5. Van landaanwinning naar kwelderwerken: de cultuuromslag 30

Stuurgroep Kwelderwerken
Meetvakken
Wat hebben de meetvakken ons geleerd?
Experimenteel onderzoek
Wat maakte de overstap van landaanwinning naar kwelderwerken mogelijk?

6. Verbetering van de rijshoutdammen 36

De bezinkvelden veranderd
Erosieproblemen in de periode 1975-1985
Periode van herstel en stabilisatie
Samenvatting van de opslibbing

7. Ontwatering en grondwerk 42

De natuurlijkheid van het landschap
Proefvakken grondwerktechniek
Evaluatie van de proefvakken
Natuurlijker krekensysteem
Opzet en uitvoering van de krekoproef

8. Levende kwelderwerken 50

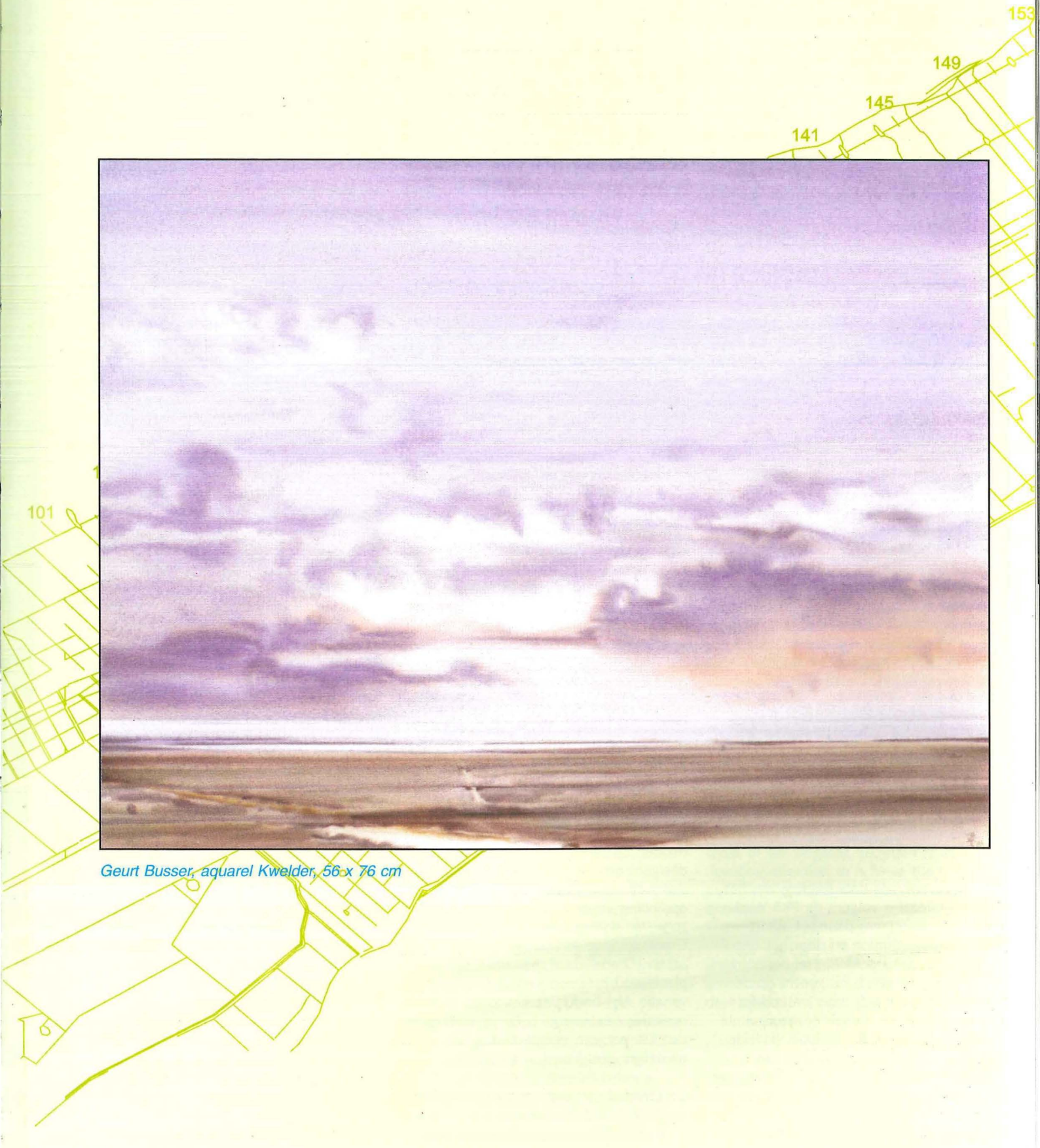
Vegetatie en beheer
De wereld van de ongewervelde diersoorten
Kwelders en vogels

9. Literatuurlijst 65

Handwritten text, possibly a signature or title, in the top right corner.



Geurt Busser, aquarel Kwelder, 56 x 76 cm



Samenvatting

Langs de randen van de Waddenzee vinden we kwelders: buitendijkse afzettingen van zand en slib met daarop een natuurlijk gevestigde vegetatie die bestand is tegen regelmatige overstroming door zout water. Natuurlijk gevormde vastelandwelders zijn vrijwel geheel verdwenen omdat inpolderingen in het verleden de natuurlijke aanwas verre overtroffen. De huidige kwelders langs de Friese en Groninger vastelandkust zijn het resultaat van het stimuleren van de sedimentatie. Voor 1935 door de oevereigenaren, daarna door het Rijk door middel van "landaanwinningswerken". Het natuurtechnisch beheer van wat we nu "kwelderwerken" noemen bestaat uit bezinkvelden omgeven door doorlatende dammetjes van rijnshout en - in steeds mindere mate - een ontwatering met greppels. Deze beheertechniek stuurt de sleutfactoren bij de vorming van kwelders: afname van de stroming en golven en toename van de ontwatering. Uiteindelijk is het resultaat een meerjarige kweldervegetatie die door natuurlijke opslibbing bestand is tegen zeespiegelstijging en bodemdaling.

Kwelders zijn als één van de weinige Nederlandse landschappen van zeer grote internationale betekenis. Als de oppervlakte vastelandkwelders in de Waddenzee wordt vergeleken met het Nederlandse areaal aan kleiige en brakke kwelders dan blijkt dat ongeveer de helft van dit type zoutplantenvegetaties binnen de kwelderwerken ligt. In de Waddenzee zouden de vegetatietypen die kenmerkend zijn voor kleiige kwelders nagenoeg ontbreken zonder de kwelderwerken. Meer dan 10% van de in Nederland broedende Bontbekplevieren, Tureluurs, Kokmeeuwen, Visdieven en Noordse Sterns broedt op kwelders en kwelderwerken. Voor de Kluut is dit zelfs 50%.

Ingrijpen voor de ontwikkeling van het kwelderareaal is volgens de PKB Waddenzee toegestaan: door het stimuleren van kweldervorming en door het uitpolderen van zomerpolders. Het beheer van de kwelderwerken is nu gericht op de benadering van een meer natuurlijke kwelderstructuur. Ook is er meer ruimte voor locale afslag en aangroei (kwelderdynamiek), onder voorwaarde van behoud van het totale areaal. De effecten van (veranderingen in) het beheer en van natuurlijke factoren worden gevolgd in een uniek systeem van ca. 30 meetvakken dat al meer dan 40 jaar bestaat.



Met behulp van deze meetvakken is gevonden dat erosieproblemen in de periode 1975-1985 het gevolg waren van meer wind en hogere hoogwaterstanden, in combinatie met een niet optimale lay-out en onderhoudstoestand van het dammensysteem. Ook is met behulp van de langjarige metingen in de meetvakken aangetoond dat een significant verband tussen de opslibbing en de hoeveelheid grondwerk voor ontwatering ontbreekt. Deze beide ontdekkingen hebben grote gevolgen voor het beheer van de kwelderwerken gehad.

De opslibbingbalans en vestiging van vegetatie in de pionierzone worden voor een belangrijk deel bepaald door de rijnshoutdammen. De randvoorwaarde dat het kwelderareaal niet mag afnemen is bereikt door een optimaler systeem van deze dammen in de pionierzone: "vakverkleining" door extra dammen waar dat noodzakelijk was. Tegelijk is het merendeel van de dammen aan de zeekant verlaten. Het vernieuwde dammensysteem is duurzamer, vraagt minder onderhoud en legt ca. 2.000 ha minder ruimtebeslag op het wad. Het lijkt er op dat het verlaten van de zeewaartse dammen gunstig is geweest voor de opslibbing in de pionierzone. De vakverkleining in de pionierzone van de midden Friese en de oostelijk Groninger deelgebieden heeft de eerdere erosie daar volledig tot staan gebracht. De opslibbing en de vegetatie in de pionierzone van de westelijke en midden Groninger kwelderwerken blijven wat achter. Omdat daar geen vakverkleining plaatsvond is er een grotere jaar-op-jaar variatie. Het beeld van het totale kwelderareaal is een geringe maar gestage groei van 1% per jaar, vooral dankzij het westelijke deelgebied in Friesland.

De kwaliteit van een natuurlijke kweldervegetatie wordt in sterke mate bepaald door de mate van ontwatering en door beweiding. Het grondwerk aan greppels

en sloten is tussen 1980 en 2000 teruggebracht van 560.000 m³ per jaar naar 7.000 m³ per jaar. Daarbij was geleidelijkheid en versmalling van de greppels noodzakelijk om enige ontwatering te behouden. Naast een beleidkeuze is vermindering van de ontwatering 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 slib steeds beter door de vegetatie vastgehouden. De ophoging van de kwelder gaat gepaard met een successie naar een minder diverse vegetatie, veroudering genoemd. Het in toenemende mate massaal optreden van strandkweek is een gevolg van deze ontwikkeling. De veroudering kan worden tegengegaan of vertraagd door beweiding in combinatie met (nog) minder ontwatering. Bij een volledige stagnatie van de waterafvoer kan de meerjarige vegetatie echter afsterven en ontstaan waterplassen en kale plekken in de kwelder. Aan de geëxponeerde noordkust leidt dat tot erosie van de kwelder. Daarom is een maximum aan de grootte van dergelijke plassen en plekken gesteld. Bij overschrijding daarvan zal lokaal onderhoud worden uitgevoerd om stagnatie van de waterafvoer te voorkomen. Momenteel is een praktijkproef in uitvoering om de capaciteit van het greppelsysteem in overeenstemming met een natuurlijk krekensysteem te brengen. De evaluatie vindt in 2002 plaats.

De algehele conclusies na 20 jaar veranderingen in de kwelderwerken zijn:

- Het dammensysteem is kwalitatief sterk verbeterd en geringer in omvang.
- De ontwatering wordt nagenoeg niet meer onderhouden. Lokaal onderhoud om erosie te voorkomen blijft mogelijk.
- De basis voor deze veranderingen was onderzoek aan reeds jarenlang bestaande meetseries, in combinatie met experimenten op praktijkschaal.
- Het kwelderareaal groeit nu gering en de pionierzone vertoont een natuurlijke jaar-op-jaar variatie.
- Veroudering van de kwelders als gevolg van de voortgaande opslibbing vraagt om aandacht voor een zo optimaal mogelijke combinatie van beweiding en ontwatering.

Het beheer van de kwelderwerken is sterk veranderd en past in het beleid van de overheid: het stimuleren van meer natuurlijke kwelders.

Summary

The edges of the Wadden Sea consist of salt marshes: foreland of sand and silt deposits with naturally established vegetation that withstands flooding by salt water at high tides. Naturally formed mainland salt marshes have almost entirely disappeared because embankments in the past far exceeded the rate of natural accretion. The existing salt marshes along the mainland coasts of Friesland and Groningen are the result of artificially stimulating sedimentation. Before 1935, this was done by the owners of shoreline property. Since that time, by the government by means of land reclamation projects. The technical management of these salt marsh development areas consists of sedimentation fields surrounded by low, permeable brushwood groins and drainage systems comprised of trenches. This management technique guides the most important factors in the formation of salt marshes: a reduction in water current and waves and an increase in drainage. Ultimately, the result is a perennial salt marsh vegetation that can withstand rises in sea level and subsidence due to natural silt accretion.

Salt marshes are one of the few Dutch landscapes of exceptionally great international importance. If the surface area of the mainland salt marshes in the Wadden Sea is compared to that of the clayey and brackish salt marshes in the Netherlands, it turns out that about half of the halophyte communities are located within the salt marsh development areas. Without them, the vegetation types typical of clayey salt marshes would almost have disappeared in the Wadden Sea area. More than 10% of the Ringed Plovers, Common Redshanks, Black-headed Gulls, Common Terns and Arctic Terns breed in the salt marsh areas. For the Avocet, this is even 50%.

Extending the surface area of salt marshes by stimulating the development of salt marshes and by the outbankment of summer polders is permitted under the Dutch government's Key Planning Decision for the Wadden Sea area. The management of the salt marsh development areas is now focused on a more natural salt marsh structure. There is also more room for local erosion and accretion (salt marsh dynamics), under the condition that the total surface area covered by salt marshes is preserved. The effects of management changes and changes due to natural factors are being followed in a unique system involving

approximately 30 monitoring sections that have existed for more than 40 years now. It has been discovered that erosion problems during the 1975-1985 period had been the result of more wind and higher high-water levels in combination with a not optimal groin system. This long-term monitoring has also shown that there is no significant correlation between accretion and the volume of earthwork done for drainage. Both of these discoveries have had a major impact on the management of the salt marsh development areas.

The accretion balance and the establishment of vegetation in the pioneer zone are largely determined by the brushwood groins. A reduction in the total surface area of the salt marshes is not allowed. This is complied with by a better system of groins in the pioneer zone: making the individual sedimentation fields smaller by building more groins where this was needed. At the same time, the majority of the groins on the water's edge have been abandoned. The new system of groins is more durable, requires less maintenance and takes up approximately 2000 ha less area on the mudflats. It also appears that the abandoning of the groins closest to the sea has been beneficial for accretion in the pioneer zone. Making the sedimentation fields smaller in the pioneer zone in the central Frisian and eastern Groningen sub-areas has completely halted the previous erosion there. Accretion and vegetation in the pioneer zone along the western and central coastline of Groningen, however, is not progressing quite as well. As there has been no reduction in the size of the sedimentation fields there, these areas show a greater variation from year to year. For the entire salt marsh area, there has been a small but steady growth of 1% per year, which is for the greater part accounted for by the western sub-area in Friesland.

The quality of the natural salt marsh vegetation is largely determined by the degree of drainage and by grazing. The volume of earthwork for trenches and ditches was reduced during the 1980-2000 period from 560,000 m³ per year to 7000 m³ per year. A gradual reduction and making the trenches narrower was necessary in order to maintain a certain amount of drainage. Besides being a result of a policy decision, the reduction in drainage is a logical result of the increase in the elevation of the salt marshes due to accretion. With reduced

flooding, the trenches are less quickly filled with sediment while the silt is increasingly being retained by the vegetation. The increase in the elevation of the salt marsh, however, will also lead to a succession to a less diverse vegetation, a process known as maturation. The increasing massive occurrence of sea coach is a result of this development. Maturation can be counteracted or slowed by means of grazing in combination with even less drainage. If drainage is completely halted, however, perennial vegetation can die back, thus resulting in ponds and barren spots in the salt marsh. On the exposed northern coastline, this leads to the erosion of the salt marsh. This is why a maximum size has been proposed for such ponds and barren spots. If the maximum is exceeded, local maintenance will be carried out to prevent the stagnation of water drainage. Currently, an experiment is being conducted under practical conditions to get the capacity of the trench system to agree with a natural creek system. The evaluation will take place in 2002.

After 20 years of changes in the salt marsh development area, the following general conclusions can be drawn:

- The groin system has been strongly improved as to quality and has been reduced in size.
- The drainage is scarcely maintained anymore. It is still possible to conduct local maintenance to prevent erosion.
- These changes were based on existing monitoring for many years in combination with experiments done on a practical scale.
- The surface area of the salt marshes is now increasing slightly and the pioneer zone is showing a natural variation from year to year.
- Maturation in salt marshes as the result of the ongoing accretion demands devoting attention to achieve the best possible combination of grazing and drainage.

The management of salt marsh development areas has undergone drastic changes and fits into the government's policy: stimulating the development of natural salt marshes.

Voorwoord

Dit boek gaat over de rand van noord Nederland, de waddenwereld langs de zeedijk. Over buitendijkse terreinen die door zware arbeid van mensen zijn ontstaan en die waren bedoeld om er voedsel te verbouwen. Buitendijkse terreinen die nu zoute natuur van internationale allure zijn: voor planten, voor vogels, maar ook voor de mensen die er de wilde natuur leren waarderen. Natuur die daarom niet meer wordt bedijkt maar bewaard voor de toekomst. De tekst vertelt over deze cultuuromslag in beheer. De weerslag van tientallen jaren onderzoek en praktijkervaring, waaruit blijkt dat zonder de vroegere "landaanwinningswerken" de vastelandkwelders er niet zouden zijn en dat zonder de huidige "kwelderwerken" deze kwelders weer zouden verdwijnen.

Aanleiding voor dit boek was het vertrek van vele betrokkenen uit de periode 1980-2000: de periode van de cultuuromslag. Hun kennis wilden we voor een breder publiek opschrijven. Vragen aan de kust zijn: Waarom werken er buitendijks bedrijven met machines, dat doe je toch niet in de natuur? Waarom zit er geen rijshout meer in de buitenste dammen, wordt het onderhoud verwaarloosd? Waarom zien we bijna geen graafmachines meer, zo raken we onze kwelder toch kwijt? En een laatste duwtje om met schrijven te beginnen kwam van een oevereigenaar: "Heb je wat informatie voor mij over de kwelders? Ik heb een rapport van Kamps liggen." Dat rapport was van 1956. Naast beleidmakers, bestuurders en oevereigenaren staan op het lijstje van lezers: onze opvolgers, Duitse collega's en andere geïnteresseerden in de waddenwereld zoals kustbewoners, wadgidsen en natuurorganisaties.

Tekst op standbeeld De Slikwerker

De slikwerkers út de jaren 1505-1754, die't kâns sâgen om met gyn ânder materiaal as de skop en de krowagen 't hele Bildt droog te lêgen ('t Oud-Bildt 1505-1508, 't Nij-Bildt 1600, de Westerse- en Oasterse Bildtpôlen respektlyflik in 1715 en 1754) hewwe wel 'n standbeeld ferdiend. Lykas ok de mannen, die't daaglyks na 't slik fytsen in de krisisjaren 1930-1938, en nag lang na de oorlog, om 'n stikke lând te winnen op 'e see benoorden de Pôldyk.

Leeswijzer

De uitgebreide inhoudopgave dient als leeswijzer. De hoofdstukken 1-4 beschrijven de vroegere landaanwinning, de natuurlijke processen in kwelders en de maatschappelijke ontwikkelingen. Hoofdstukken 5-7 gaan over de verandering naar de kwelderwerken en in hoofdstuk 8 staan de natuurwaarden centraal. Het boek is de weerslag van vele publicaties, rapporten en verslagen (hoofdstuk 9); terwille van de leesbaarheid zijn die in de tekst spaarzaam vermeld. We geven de lezer de raad mee om in het boek te "grasduinen"; de subhoofdstukjes en de tekstboxen zijn meestal op zichzelf te lezen. Het is geen noodzaak om van voor tot achter aan één stuk door te zetten.

Dank

De meeste informatie is gebaseerd op gegevens die in de kwelderwerken zelf zijn verzameld vanaf ca. 1960 tot heden: een wereldwijd unieke en lange meetserie, waarvoor we dr. L.F. Kamps, ir. R.J. de Glopper en P. Bouwsema veel dank zijn verschuldigd. Veel mensen zijn betrokken bij de meestal zware werkzaamheden en metingen in het terrein: onze waardering daarvoor gaat naar de altijd constructieve inzet van de mede-

werkers van de Rijkswaterstaat Dienstkring Waddengebied Groningen. We bedanken de (oud-) collega's in de Werkgroep Kwelderwerken voor hun grote rol in de verwerking van de vele gegevens: een mooie klus met zichtbaar resultaat. Verder noemen we de technische inzet door met name de aannemers Van der Stoel en Deltabouw: het moeilijk begaanbare terrein inspireerde vanaf midden jaren 50 tot vele innovaties. Tenslotte dr. W. Joenje: hij verrichtte pionierwerk door al begin jaren 70 studenten natuurbeheer bij de Dienstkring Baflo te plaatsen en hij heeft de laatste tekst van ons boek kritisch doorgelezen en waar nodig verbeterd.

De schrijvers

Standbeeld Slikwerker te Zwarte Haan





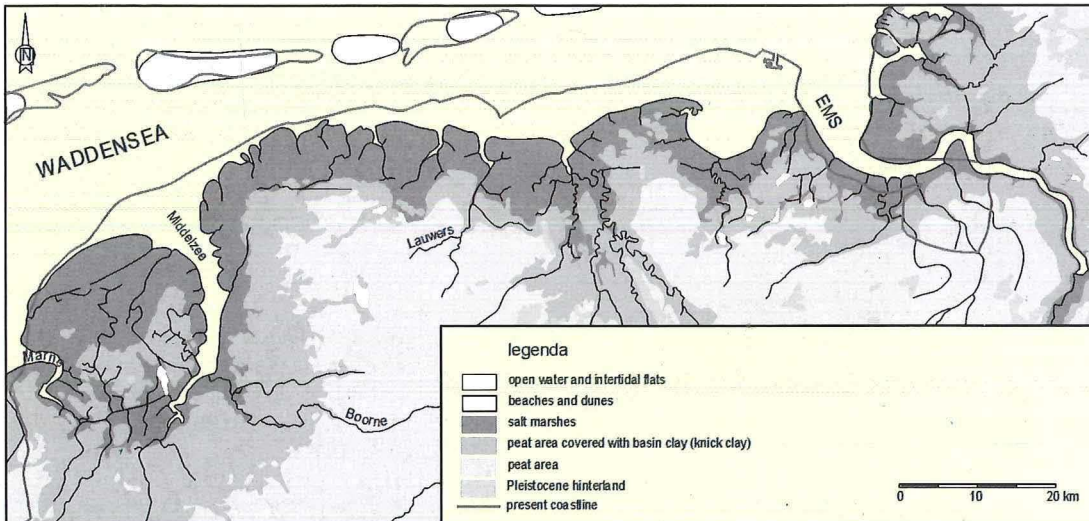
*Het ligt er groot en grauw,
nog ongeboren,
rauw onlaand, vol zolt woater van de zee,
doar niks op wazzen wil en niks op voaren,
n staarvensainzoam en verloaten stee,
n wereld zo vol wenst, vol stil verlangen,
noar wasdom en noar 't kiemen van n vrucht,
ien gries gediën mit loden en lichtsangen
de overgang van woater, laand en lucht.*

Jan Boer

1. Vroegere landaanwinning

Historie

Bewoning van kwelders begon op zogenaamde vlakke nederzettingen op oeverwallen langs de kreek. Dat was ongeveer zes eeuwen voor Christus de basis van de invloed van de mens op de kust in het noorden van Nederland. In die tijd daalde de zeespiegel. De aanleiding tot het opwerpen van terpen omstreeks drie eeuwen voor onze jaartelling was zeespiegelstijging. De woonplaatsen werden verhoogd voor een veilige en permanente bewoning, waarbij de randen van de terpen werden ingericht als bouwland. Deze situatie bleef bestaan totdat in de vroege Middeleeuwen de zee overal diep het land binnendrong. Deze overstromingen waren vooral een gevolg van inklink van het veen door ontwatering ten behoeve van beginnende landbouw. In de gevormde inhammen werd het veen door de zee opgeruimd: dat proces is tegenwoordig in de Duitse Jadebusen nog zichtbaar bij "Das Schwimmendes Moor". De overstromingen versterkten zichzelf doordat de getijamplitude in de grotere getijbekkens toenam. Dit verlies aan land ging in de Dollard het langst door, tot in het begin van de 16^e eeuw. Omstreeks de tiende eeuw al trachtte de mens de cultuurgronden op de kwelders rond de terpen te vrijwaren van getij-invloeden door het aanleggen van - aanvankelijk nog lage en primitieve - zeedijken. Op verschillende plaatsen vond zeewaarts van deze dijken op natuurlijke wijze aanslibbing plaats, vooral in inhammen zoals de Middelzee, de Lauwerszee, de Fivelboezem en later de Dollard. Daar waren de omstandigheden voor sedimentatie het gunstigst. De proefschriften van Oost (1995) en Esselink (2000) zijn een rijke bron van informatie over de vroege geschiedenis.



Reconstructie van de Waddenzee in het jaar 600. Let op de vele inhammen in de vastelandkust. Overgenomen van Esselink (2000), op basis van Knol (1993)

De kweldervorming vond aanvankelijk natuurlijk en zonder enig menselijk ingrijpen plaats. Buiten de dijken hoogde het voorland door sedimentatie op en daarna vestigde zich een begroeiing. Door de aanwezigheid van éénjarige pionierplanten wordt het water gedwongen bepaalde wegen in de kalere gedeelten te volgen. In de gebieden met vegetatie vindt verdere opslibbing plaats en tenslotte is vrijwel het gehele gebied begroeid met meerjarige kwelderplanten terwijl het water z'n weg door een stelsel van grote en kleinere kreek baant. De eerste landaanwinning concentreerde zich in de 14^e eeuw op deze natuurlijk aangewassen kwelders (Middelzee, Lauwerszee, Fivelboezem), dus op het herstel van de door de zee geslagen "wonden" in de kust. Deze activiteiten werden op grote schaal uitgevoerd door de kloosters in Friesland en Groningen. Na 1580 begonnen boeren (de oever-eigenaren) zelf met bedijkingen waarbij zij vanwege het recht op aanwas hun

eigendom konden uitbreiden. Meestal werden kwelders ingedijkt maar later soms ook kaal slik. De recente bedijkingsgeschiedenis langs de Waddenzee en de relatie met het kwelderareaal komt in hoofdstuk 3 aan de orde. De kustpolders in Groningen en in Het Bildt (noordwest Friesland) zijn vrijwel uitsluitend in gebruik voor akkerbouw en daarom waren zeeverende dijken noodzakelijk. Langs een groot deel van de Friese noordkust bestond meer behoefte aan grasland en legde men vaak een lagere zomerkade om de kwelder. Deze biedt alleen in het weide-seizoen voldoende bescherming. Overstromingen van zomerkades vinden bijna uitsluitend in de winter plaats, waarvan de grasmat nauwelijks schade ondervindt. Langs de noordkust van Friesland is door de aanwezigheid van een brede strook zomerpolders de overgang van wad naar zeedijk veel uitgestrekter dan in Groningen.



Overzicht met de zeedijk, jonge kwelders en bezinkvelden



Landaanwinning door de kustboeren

In het noorden van Nederland zijn de kustboeren vanaf de 17^e eeuw begonnen de kwelderaanwas te stimuleren door greppels te graven. Waarschijnlijk heeft men eerst ontdekt dat enkele goed gekozen greppels in begroeid terrein de kweldervegetatie enorm stimuleren en later dat greppels tot ongeveer 100 meter voorbij de grens van de begroeiing de aanwas van nieuwe kwelders bevorderen. Daardoor ontstonden buitendijkse gronden met een kunstmatig afwateringssysteem in plaats van een grillig natuurlijk krekenselsel. De kunstmatige afwatering bestond uit een stelsel van evenwijdig aan de kust gegraven greppels met een lengte van circa 100 meter, die uitmondden in loodrecht op de kust staande uitwateringen. De greppels (en eventueel sloten) moesten nadat ze vol waren geslibd (jaarlijks) worden opgeschoond. Dit werd in de winter gedaan als er voor de arbeiders op het boerenbedrijf weinig te doen viel. Deze landaanwinning wordt de "boerenmethode" genoemd.

Tot omstreeks 1925 werden met de boerenmethode nog behoorlijke resultaten bereikt. De laatste polders met een kweldergeschiedenis op deze wijze zijn de Julianapolder (1923) en de Linthorst Homanpolder (1939) in Groningen. Als gevolg van juridische geschillen over het eigendom van de aanwassen en van economische omstandigheden werd er door de oevereigenaren steeds minder aan de stimulering van de kwelder-aanwas gedaan waardoor de vorming van nieuwe kwelders steeds slechter verliep¹. In plaats van aanwas kwam zelfs afslag van kwelders voor, hetgeen tenslotte gevaar begon op te leveren voor de (volledig groene) zeedijken. Er moest dus iets gebeuren. De Nederlandse regering zag zich in de crisis van

¹ De fysische omstandigheden van de Waddenzee ter plaatse van de huidige kwelderwerken verschilden niet wezenlijk van de huidige situatie. Wel stegen de hoogwaters in de periode 1900-1930 zo'n 10 cm, maar in de periode van de kwelderwerken vond nagenoeg dezelfde stijging van hoogwater plaats.

Delimitatiecontracten

Voordat het Rijk met landaanwinningswerken kon starten moest er eerst overeenstemming zijn met de oevereigenaren over de **eigendomskwestie**. De oevereigenaren beriepen zich op het Ommelander Landrecht van 1601, op grond waarvan zij aanspraak maken op het eigendomrecht van de groene aanwassen. De Code Civiel (1811) van Napoleon verklaarde de toekomstige aanwassen tot staats eigendom. Het Burgerlijk Wetboek van 1838 nam deze bepaling van de bezetter gemakshalve over en de oevereigenaren werden nu gesommeerd de sinds 1811 gevormde kwelders over te dragen aan de Staat. Hierover werd langdurig geprocedeerd tot de Hoge Raad de vordering van de Staat in 1860 afwees. In 1870 verklaarde de Minister van Financien dat de Staat geen rechten meer zou doen gelden op de groene kwelders. Daarop kwamen verschillende bedijkingen tot stand: de Westpolder (1875), Negenboerenpolder (1872), Eemspolder (1876) en de Lauwerpolder (1892). Het volgende twistpunt was dat het Burgerlijk Wetboek onderscheid maakt tussen natuurlijke en kunstmatige aanwassen. Dit geschil is na 1932 geleidelijk beëindigd, wat heeft geresulteerd in het aangaan van een Acte van dading door het Rijk met de individuele oevereigenaren. Dit zijn de zogenaamde **delimitatiecontracten** die vandaag de dag nog steeds van kracht zijn!

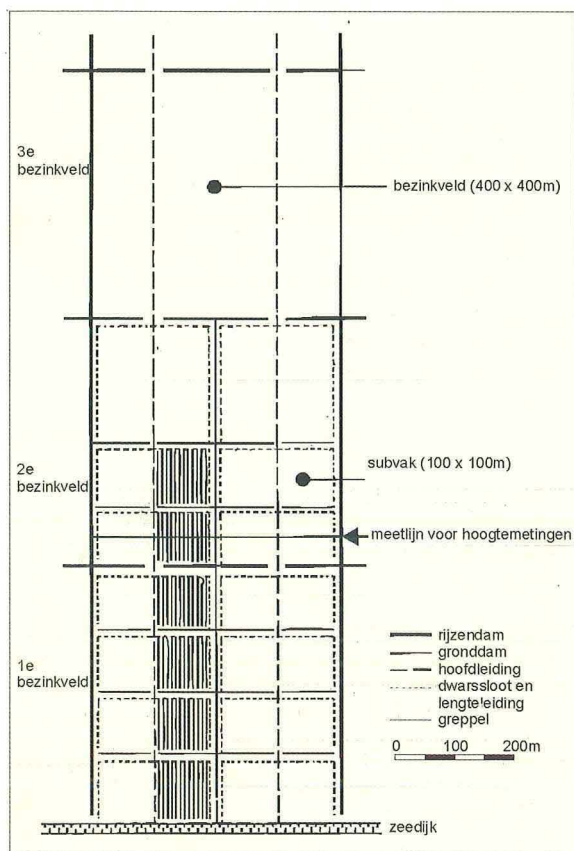
Het gebied waarin de oevereigenaren het recht van oeveraanwas behouden wordt begrensd door de delimitatielijn (= "blote eigendomsgrens") op 300 meter zeewaarts van de toen bestaande groene kwelder (= "oude kwelder-grens"). De Staat verplicht zich in deze strook (= "delimitatiezone") landaanwinningswerken aan te leggen en te onderhouden totdat deze strook beweidbare kwelder is geworden. Daarna kan de delimitatiezone worden overgedragen aan de oevereigenaar, na betaling van een deel van de geschatte waarde. Mocht ooit een strook van 500 meter zeewaarts van de eigendomsgrens beweikbaar worden dan hebben de oevereigenaren daarop het recht van eerste koop. Inpoldering was in de jaren 30 vanzelfsprekend en is in de delimitatiecontracten niet geregeld.

de dertiger jaren voor het probleem geplaatst om emplooi te vinden voor grote aantallen werkloze arbeiders. Het Rijk ging de landaanwinning nu zelf oppakken door deze twee omstandigheden te combineren.

Landaanwinning door de Staat

Omdat de boerenmethode van landaanwinning onvoldoende resultaten opleverde werd een Duits systeem - zij het gewijzigd - overgenomen. Het nieuwe element bij deze zogenaamde *Sleeswijk-Holstein-methode* is het gebruik van bezinkvelden omgeven door rijshoutdammen van lichte constructie. De bovenkant van de dammen ligt op 30 cm boven gemiddeld hoogwater, meestal op NAP + 1,30 meter. Tijdens normale tot iets verhoogde hoogwaterstanden gaat de rijshoutdam de golfslag en de stroming tegen. De lichte maar elastische constructie van de dammen biedt behoorlijk weerstand tegen het water, waarbij de doorlatendheid voorkomt dat er grote drukverschillen ontstaan ter weerszijden van de dam. Wel zijn de dammen erg gevoelig voor ijsgang. Met de rijshoutdammen zijn in Nederland vakken van 400 x 400 m aangelegd op het kale wad tegen de kwelder, vergelijkbaar met Duitsland, maar ook op veel lagere wadden tot zelfs onder NAP. De vakken in Duitsland waren echter kleiner, 200 x 400 m of 200 x 200 m. Bij zowel de Sleeswijk-Holstein-methode als bij de gewijzigde variant liggen er 2 of 3 vakken achter elkaar. In alle dammen evenwijdig aan de kust zijn om de 200 m uitwateringen uitgespaard voor de aan- en afvoer van zeewater met sediment.

Door het stelsel van dammen en watergangen worden gunstige omstandigheden voor de sedimentatie en de vestiging van kwelderplanten geschapen. In de bezinkvelden is minder golfslag en kan nauwelijks stroming evenwijdig aan de kust optreden. Bij de boerenmethode en de oorspronkelijke Sleeswijk-Holstein-methode is de greppel een hulpmiddel voor de ontwatering, die een positieve invloed heeft op de vestiging en de groei van kwelderplanten. De sedimentatie vindt hoofdzakelijk in de vegetatie plaats, die het (door het water) aangevoerde slib deels vasthoudt. Als de greppels zijn gevuld met slik worden ze weer uitgegraven en wordt de uitkomende grond op de tussenliggende akkers verspreid. Bij de in noord Nederland gebruikte methode werden ook de laag gelegen, onbegroeide bezinkvelden begreppeld. Dat was een wezenlijk



Noordpolderzijl omstreeks 1958. Aannemer Van de Stoel rukt uit met een sleep hydraulische kranen op pontons, goed voor ruim 1 miljoen m³ grondwerk

De basiseenheid van de huidige kwelderwerken in Groningen en Friesland is een **bezinkveld** van oorspronkelijk 400 bij 400 m. De begrenzing wordt gevormd door rijshoutdammen loodrecht op de kust (**hoofddammen** en soms **tussendammen**) en rijshoutdammen evenwijdig aan de kust (**langsdammen**). Een rijshoutdam bestaat uit twee rijen palen op een afstand van 30 cm met daartussen rijshout. Het rijshout wordt op zijn plaats gehouden door een metalen draad die de paalkoppen ter weerszijden verbindt. Op de meeste plaatsen liggen oorspronkelijk drie bezinkvelden van de dijk naar het wad. De aan- en afvoer van het water wordt per bezinkveld verzorgd door twee **hoofdleidingen** loodrecht op de kust. De begreppelde bezinkvelden zijn meestal door gronddammen onderverdeeld in eenheden van 100 x 200 m. Midden door zo'n eenheid loopt de hoofdleiding waardoor een begreppeld bezinkveld uiteindelijk in 16 subvakken (**pandjes**) van 100 x 100 m is onderverdeeld. In de begroeide subvakken sluit op de hoofdleidingen een systeem van **dwarsloten, lengtleidingen** en **greppels** aan. Tussen de greppels liggen **akkers** van ca. 10 x 100 m.

verschil met het Duitse systeem, waar in het zeewaartse vak niet werd gegraven (dat vaak werd als zandvang beschouwd). De greppel vervulde in de onbegroeide delen van bezinkvelden niet alleen een functie voor de ontwatering, maar ook als slibvang. Om resultaat te bereiken was het nodig de greppels na opvulling weer zo snel mogelijk op te schonen (in de praktijk 1 x per jaar). Het doel was

niet zozeer het streven naar een kwelder, maar naar opslibbing van een laag sliedie die later na indijking voldoende dik en geschikt zou zijn voor landbouwkundig gebruik. Greppelonderhoud in de zeewaartse reeks bezinkvelden is in 1968 om economische redenen gestopt (zie hoofdstuk 4). Na 1982 is ook het greppelonderhoud in de schaars begroeide delen van de bezinkvelden

Ponton met kraan



Tijdgeest in een krantenartikel uit 1938

"Op de Groninger Wadden vocht men met de spade tegen de zee - en met de pen tegen Den Haag. Niettegenstaande de krachtige pogingen van de kustboeren om nieuw land te winnen, vond er in den Westpolder en in den Negenboerenpolder regelmatig afslag plaats: groote stukken gewonnen land verdwenen voorgoed in de zee. De Staat zag met leede oogen aan, dat de boeren op het maagdelijk land, pas boven gehaald, de vlag van het particuliere bezit lieten waaien. En toen is er van lieverlede een strijd ingezet over het aanslibbingsrecht, die tientallen jaren heeft geduurd en die eerst in 1935 tot een einde kon worden gebracht. In dat jaar heeft de Staat met de Vereniging van Groninger Kustwaterschappen een model contract opge maakt, een dading, waarbij als eerste punt de delimitatie(grens)-lijn werd vastgesteld. Als tweede punt werd bepaald, dat de Staat op het Wadden terrein, dat aan de boeren is toegewezen, landaanwinning zal uitvoeren. Wanneer in dit terrein een kwelder is ontstaan, hebben de boeren de verplichting aan den Staat een zekere vergoeding te betalen".



gestopt. In de landwaartse en in de begroeiende delen van de middelste bezinkvelden is van 1968 tot midden jaren 90 nog eens per 2 tot 6 jaar begreppeld.

Het graven van de greppels werd eerst alleen in handkracht uitgevoerd. Het aantal werknemers heeft in de crisistijd van de jaren dertig ruim 1000 bedragen, voornamelijk werklozen. In de oorlog stond de landaanwinning vrijwel stil, waarbij de vóór 1940 bereikte resultaten bijna geheel verloren gingen. Omstreeks 1946 werd opnieuw begonnen met het

zware graaf- en spitwerk in handkracht. Door de oplopende conjunctuur nam het aanbod van werklozen na 1950 sterk af en is men geleidelijk overgegaan tot mechanisering van het graafwerk. Na veel experimenteren door de aannemers Van der Stoel en Deltabouw werd aanvankelijk gewerkt met een hydraulische grijperkraan op een ponton en jaren later met een rupskraan en een rupsfrees in de hogere begroeiende delen.

Kwelderwerken

Zoals hiervoor is beschreven werd zowel voor de bezinkvelden en de jonge kwelders aan de noordkust als voor de daarin uitgevoerde werkzaamheden de term "**landaanwinningswerken**" gebruikt. Aanvankelijk was deze term juist aangezien het uiteindelijke doel inpoldering van de aangewonnen kwelders en slikvelden was. In de periode 1969-1980 is er echter een nieuw en driedelig doel voor de landaanwinningswerken gekomen:

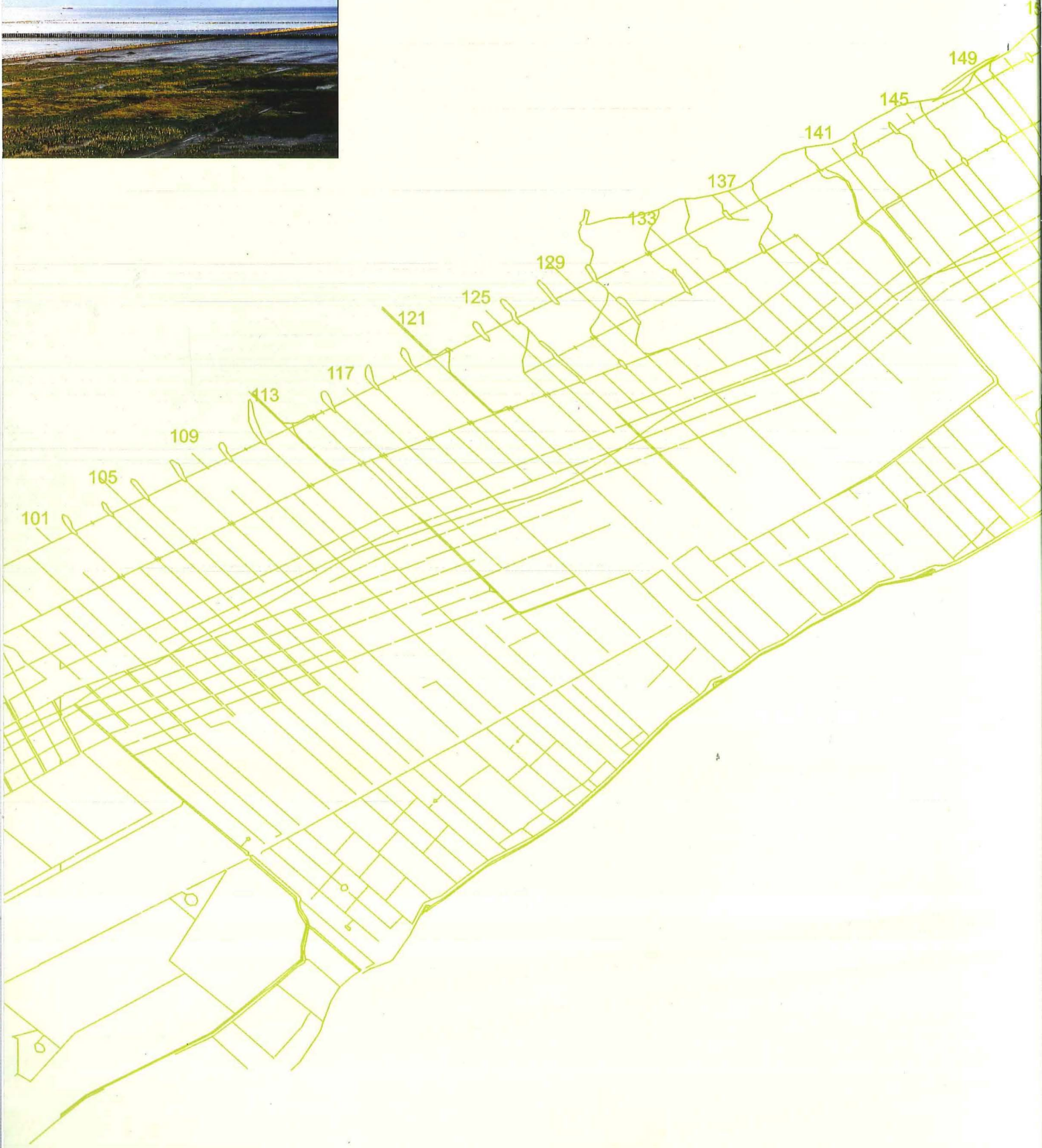
1. Voldoen aan de verplichtingen in de contracten met de oevereigenaren (in hoofdzaak streven naar 300 m

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 nieuwe doel te verwoorden is naar een nieuwe naam gezocht. Deze naam is gevonden op de tentoonstelling "Landbouw De Marne 1939" die in 1991 werd gehouden op de boerderij Oud Bokum te Kloosterburen. Daar werd de term "**kwelderwerken**" gebruikt die het driedelig doel uitstekend dekt. De volgende hoofdstukken zijn de weerslag van tientallen jaren onderzoek en praktijkervaring waaruit blijkt dat *zonder de vroegere "werken" deze kwelders er nu niet zouden zijn en zonder "werken" nu de kwelders weer zouden verdwijnen.*







101

Pionierplant Engels slijkgras

2 Wat is een kwelder?

Kwelders, schorren en gorzen zijn regionale woorden voor hetzelfde begrip: in Groningen, Friesland en vroeger ook in Noord-Holland spreekt men van kwelders, in Zeeland, Vlaanderen en tot in Frankrijk van schorren. Dit laatste woord is in de 19^e eeuw meegenomen naar Texel en naar de noordkop van Noord-Holland door immigranten in de nieuwe polders. Gorzen vinden we in Zuid-Holland en Noord-Brabant rond de mondingen van Rijn en Maas. Kwelders zijn buitendijkse afzettingen van sediment (zand en slijk) met daarop een spontaan gevestigde vegetatie.

De planten zijn bestand tegen de regelmatige overstroming door zout of brak getijwater. De flora omvat een beperkt aantal soorten planten van ongeveer 25 verschillende kruiden, grassen, russen, zeggen, dwergstruiken en éénjarige planten. Samen met honderden insectensoorten die op de kwelderplanten leven hebben we te maken met uiterst gespecialiseerde planten en dieren die bij het verdwijnen van kwelders geen uitwijkmogelijkheden hebben. De Tureluur, Kluut en Rotgans zijn ook erg van kwelders afhankelijk, maar voor de meeste andere vogelsoorten geldt de bovengenoemde superspecialisatie niet. Kwelders zijn over de hele wereld vergelijkbaar in uiterlijk, in aanpassingen van de planten aan het zoute milieu en in de groepen planten, insecten en vogels die er voorkomen. Wat de plantensoorten betreft komen de Nederlandse kwelders het meest overeen met die van zuid Scandinavië, Duitsland, Ierland, Groot-Britannië, België en noord Frankrijk. Naar het noorden verdwijnen o.a. Lamsoor, Gewone zoutmelde, Zeealsem, Kwelderzegge en Strandkweek. Naar het zuiden komen er een aantal zouttolerante struiken bij, Zeegrasvelden op het wad en planten die op de bodem van zoute of brakke wateren groeien noemen we geen kwelder.

Hoogteligging en zonering van kwelders

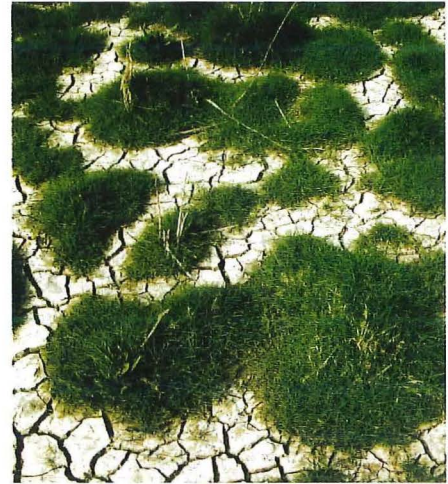
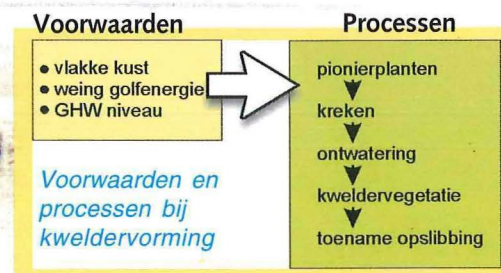
Kwelders liggen in het bereik van het getij. Er vindt sedimentatie en erosie plaats. Als de hoogte van het wad door sedimentatie voldoende toeneemt, verschijnen spontaan de pionierplanten Engels slijkgras en Zeekraal. De pionierzone begint op natuurlijke kwelders vanaf een hoogte van 20 tot 0 cm onder gemiddeld hoogwater (GHW), in de bezinkvelden van de vastelandkwelders vanaf een hoogte van 40 tot 20 cm onder GHW. Naast de hoogteligging bepalen de energie van stroming en golven, de bodemvruchtbaarheid en de stevigheid van het sediment de mogelijk-

Zonering van de kwelders in relatie tot overloedingsduur en -frequentie

heden voor pionierplanten om zich te vestigen. Kwelderplanten spelen een essentiële rol in de kweldervorming. Rond het niveau van GHW bereikt het meerjarige Gewoon kweldergras voldoende bedekking om:

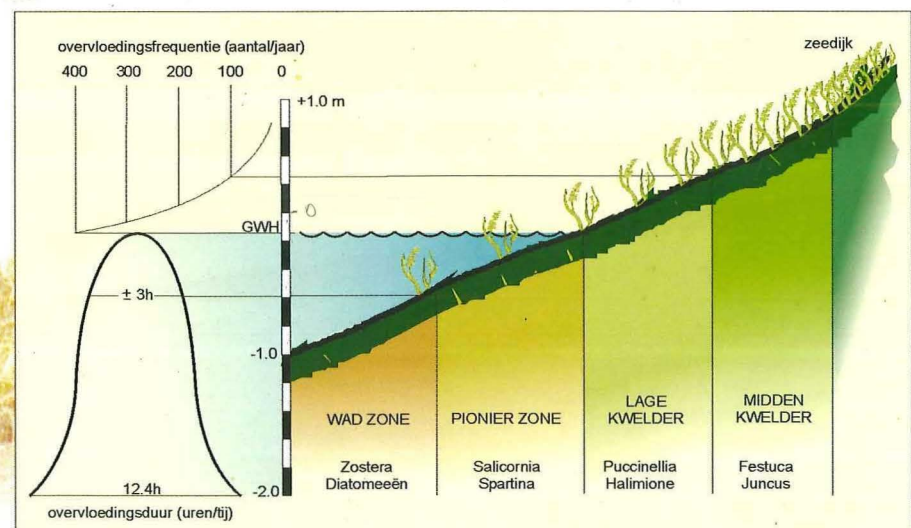
1. De opslibbing op te voeren tot de hoogste waarden in de gehele kwelderontwikkeling.
2. De ontwikkeling van een natuurlijk krekensysteem in gang te zetten.
3. Erosie van de gevormde jonge kwelder tegen te gaan. Het ontstaan van het krekensysteem is een belangrijke stimulans voor de groei van de meeste kwelderplanten (betere ontwatering) en bevordert de successie naar de opvolgende vegetatietypen in de kwelderontwikkeling.

Kweldergras markeert de ondergrens van de kwelder die op natuurlijke kwelders



Kweldergras speelt een belangrijke rol in de opslibbing en kweldervorming. Oude landaanwinners zeiden dat je bij elke kweldergrasplant een dubbeltje moest leggen

vanaf een hoogte van 10 tot 20 cm boven GHW begint en in de bezinkvelden van de vastelandkwelders al vanaf een hoogte van GHW. De belangrijkste milieuvoorwaarde is bodemdoorluchting (vandaar de toepassing van greppeltjes in de kwelderwerken). Het belangrijkste gevolg van de vestiging van de meerjarige kweldervegetatie is een enorme toename van de opslibbing naar één of zelfs enkele centimeters per jaar. Die opslibbing en de vastlegging van dat slib zijn echt aan de kweldervegetatie te danken want eigenlijk zou er door het afnemend aantal overstromingen op deze hoogte minder slib moeten worden



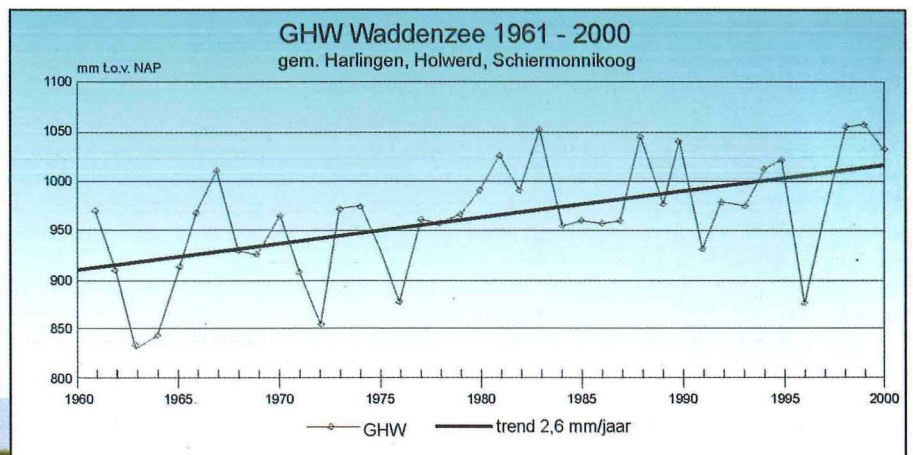
afgezet. In elk handboek over kwelders is daarom beschreven dat bij toenemende hoogte de opslibbingsnelheid afneemt door het geringe aantal overvloedingen. De afstand tot het wad of tot de krekken (de bronnen van het sediment) blijkt echter minstens zo belangrijk te zijn voor de snelheid van opslibbing als de hoogteligging.



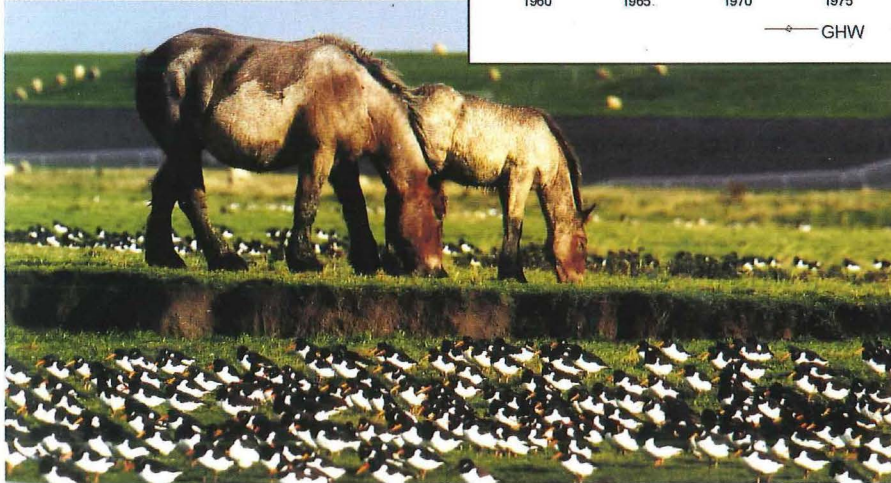
Klifvorming

Zolang kwelders horizontaal groeien is er een geleidelijke overgang in hoogte van kwelder naar pionierzone. Stagneert de aanwas, dan ontstaat op natuurlijke wijze een kwelderklif. De oorzaak van klifvorming is de genoemde hoge opslibbing in de meerjarige kweldervegetatie, terwijl de opslibbing in de aangrenzende pionierzone alleen in de groeifase van de kwelder hoog genoeg is om een geleidelijke overgang in stand te houden. Een eroderende of zelfs een stabiele pionierzone leidt altijd tot een kwelderklif met terugschrijdende erosie van de kwelder. Stabiele kwelders bestaan niet, tenzij beheermaatregelen (bezinkvelden of oeververdediging) klifvorming tot staan brengen. Zeewaarts van het klif ontstaat in een opslibbende pionierzone soms nieuwe kwelderaanwas.

dit voor bodemstijging daar aangetoond, echter alleen op de lange termijn. Binnen een termijn van tien jaar blijken de jaar-op-jaar veranderingen van meer belang te zijn. Eén jaar met een verandering in GHW van 5-10 cm leidde in Zeeland al tot een verschuiving van sommige planten. Deze veranderingen vinden in hetzelfde jaar plaats bij een lager GHW



opslibbing in de jaren met een hogere relatieve waterstand want de sediment-aanvoer is dan hoger en de beschermende werking van de vegetatie blijft. Uit gedetailleerde meetseries in de Peazemerlannen (noordoost Friesland) aan slibtransporten, opslibbing en vegetatie is gebleken dat hoge waterstanden daarnaast een positief effect hebben: incidentele hoogwaters (stormvloed) zorgen voor extra sedimentatie. In dit geval geeft hoger water dus de aanzet voor meer kwelders. Dat incidentele gebeurtenissen van belang zijn voor de opslibbing van kwelders blijkt uit de vele zand- en schelpenlaagjes die gedurende stormvloed worden afgezet. Bij een kwelderklif zijn de verschillende laagjes goed zichtbaar.



Kwelderklif

Verloop van de gemiddelde hoogwaterstanden in de periode 1961-2000

Europese betekenis van Nederlandse kwelders

De Nederlandse kwelders (en schorren) zijn volgens Wolff (1988) als één van de weinige Nederlandse landschappen van zeer grote internationale betekenis. Het criterium is dat in Nederland meer dan 10% van een bepaald landschap van geheel Europa aanwezig is (Nederland maakt 0,3% uit van de oppervlakte van Europa). Die norm wordt naast de kwelders alleen gehaald door oermoerassen in polders, laagvenen en moerasvenen, zoute en brakke getijdegebieden, duinen en stuifzanden. Voor deze gebieden wordt natuurbescherming een eerste vereiste genoemd en Wolff noemt ook de mogelijkheden voor natuurontwikkeling binnen een kort tijdsbestek (behalve voor de venen). De Nederlands-Duits-Deense Waddenzee is met 900.000 ha verreweg het

Effecten van korte-termijnveranderingen in zeespiegel

Jaar-op-jaar-veranderingen in GHW blijken gevolgen te hebben voor de plantensamenstelling van de kwelderzones. De vegetatiezones zullen uiteindelijk parallel aan de trend in de waterstand opschuiven (afgezien dus van eventuele opslibbing). In de Oostzee is

en worden één of meer jaren vertraagd bij een hoger GHW. Op Ameland is er zelfs na 10 jaar geleidelijke bodemdaling door aardgaswinning geen reactie van de vegetatie, terwijl het blokkeren van een kreek daar direct tot negatieve effecten leidde. De vertraging in de reactie van de vegetatie op hogere waterstanden biedt de mogelijkheid van een verhoogde

grootste aaneengesloten getijdenkustgebied in Europa. Daarvan is 35.100 ha kwelder, waarvan 6.400 ha in de Nederlandse Waddenzee. Wat de kwelders betreft heeft alleen Groot-Brittannië een vergelijkbare oppervlakte (37.100 ha). Deze belangrijke positie van de Waddenzee-kwelders wordt nog versterkt indien we naar de aanwezigheid van grote kwelders (> 500 ha) kijken, een gegeven dat voor een optimale bescherming en beheer van belang is. In de internationale Waddenzee ligt veruit het grootste areaal aaneengesloten kwelders van Europa, en - uiterst zeldzaam en belangrijk - meestal in oorspronkelijke samenhang met de aangrenzende wadden en duinen (Dijkema et al. 1984 in een studie voor de Raad van Europa). In zuidwest Nederland vinden we 3.350 ha schorren, waaronder één van de grootste brakwaterschorren van Europa: het Verdrongen land van Saeftinge.

Verder is uit de genoemde studie gebleken dat 75 % van de kwelders in noordwest Europa nog in een natuurlijke staat verkeert. Als er al sprake is van een aantasting gaat het vaak om relatief bescheiden ingrepen zoals greppelen. De kwelders van de waddeneilanden

(Sleeswijk-Holstein uitgezonderd) en Groot-Brittannië worden in de meest natuurlijke staat aangetroffen. In zuid Europa, inclusief Frankrijk, is minder dan de helft van de kwelders nog in een gave staat. De aantastingen in zuid Europa zijn bovendien vaak ernstiger en omvatten het dumpen van afval, vergraven, ophogen, omploegen (om de ploegijzers te scherpen!), vervuiling, oogsten van alles wat eetbaar is, aquacultuur, zoutwinning, jacht, enz.

Indeling en areaal van kwelders en schorren

De regionale verschillen van de Nederlandse kwelders zijn aanzienlijk en worden naast de mate van natuurlijkheid voornamelijk door het bodemtype bepaald. Uit de tabel blijkt het grote belang van de kwelderwerken en de zomerpolders voor het kwelderareaal in Nederland. Het kleiige kweldertype zou zonder de kwelderwerken nagenoeg niet meer in de Waddenzee voorkomen. Dit kweldertype is ook in Zeeland erg afgenomen door de Deltawerken.

	Kweldertype		
	zandig	kleiig	brak
Waddeneilanden	3.360	60	-
Kwelderwerken	-	2.190	-
Zomerpolders	-	1.200	-
Dollard	-	50	730
Zuidwest Nederland	310	574	2.462

Kwelderareaal in Nederland in ha verdeeld over de verschillende kweldertypen. Waddeneilanden inclusief De Slufter op Texel. Kwelderwerken inclusief 700 ha oude boerenkwelders landwaarts van de kwelderwerken en 160 ha kwelders in noordoost Friesland en langs het Balgzand en exclusief 940 ha pioniervegetatie > 5% bedekking. Schatting uit Van Duin et al., Quality Status Report 1999; zuidwest Nederland situatie 1995 uit Storm 1999.



101

"De zee neemt, de zee geeft..."



3. Waarom slaan kwelders af?

De natuurlijke reactie van de Waddenzee op zeespiegelstijging is landwaartse terugtrekking van de eilanden, wadden en vastelandkwelders. Door die reactie komt genoeg zand vrij om het gehele waddensysteem duurzaam in stand te houden¹. Het grootste deel van de eilanden wordt sinds 1990 op zijn plaats gehouden door zandsuppleties en dat suppletiezand zorgt er via de zeegaten mede voor dat de hoogte van de wadden gelijke tred kan houden met de huidige zeespiegelstijging. Stuifdijken verhinderen op de oostzijden van de meeste eilanden een rechtstreeks zandtransport via "washovers" naar de eilandkwelders. De dijken van de vastelandkust zijn heden ten dage een onneembare barriere die niet meer toelaten dat de randen van het waddensysteem zich terugtrekken.

In hoofdstuk 1 hebben we gezien dat dat in de vroege middeleeuwen anders was. Na ca. 1600 speelt dijkbouw zo'n dominante rol langs de randen van de Waddenzee dat de vraag waarom kwelders afslaan vanuit dit historisch gegeven zal worden benaderd. Ook Esselink toont in zijn proefschrift (2000) aan dat een historische referentie voor vastelandkwelders die gebaseerd is op de periode voor menselijk ingrijpen een utopie is.

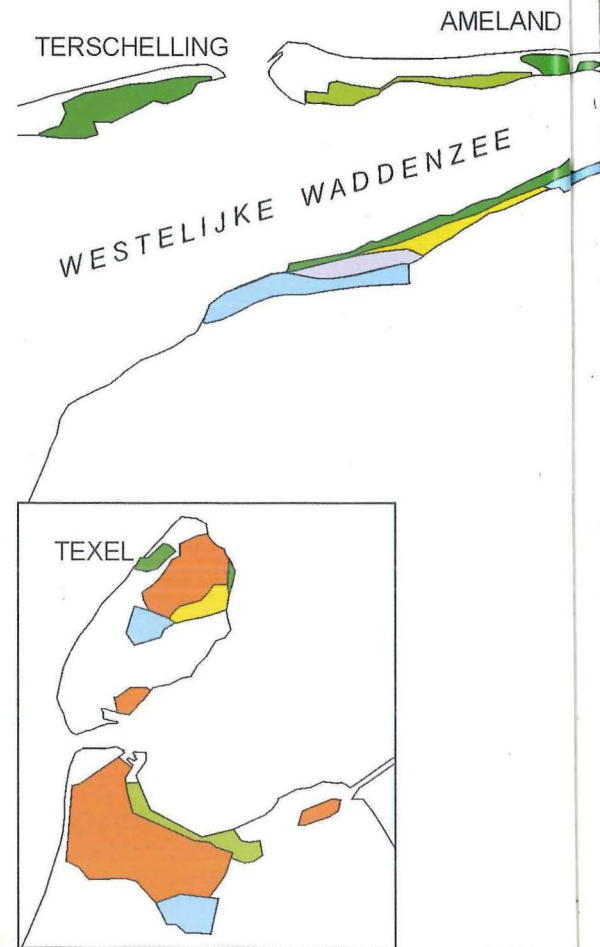
Veranderingen van het kwelderareaal na 1600

In de Waddenzee komen internationaal gezien nog aanzienlijke oppervlakten kwelder voor. Deze kwelders zijn echter een bescheiden overblijfsel van een uitgestrekt landschap van zoute en brakke kwelders, veengebieden en meren dat tot zo'n duizend jaar geleden in het grensgebied tussen het pleistocene landoppervlak en de zee lag. Hoewel vanaf die tijd onze voorouders met bedijkingen van bewoonde gebieden zijn begonnen wisselen grote inbraken van de zee en kwelderaanwas elkaar nog voortdurend af. Pas na ca. 1600 bleven er in de wisselwerking tussen bedijking en kwelderaanwas steeds minder kwelders over. Voor de Waddenzee zijn reconstructies van het kwelderareaal sinds 1600 gemaakt en ingetekend op de huidige topografische kaart (Dijkema 1987). Dat is mogelijk omdat de bedijkingsgeschiedenis goed bekend is. Verder zijn zoveel mogelijk herkenbare details over de ligging van kwelders van historische kaarten op dezelfde topografische kaart overgebracht. De oppervlakten kwelder zijn daarna gemeten en grafisch weergegeven. Er is gekozen voor de peiljaren 1600, 1700, 1800 en 1860

omdat die voor series bedijkingen liggen. Tevens zijn rond 1860 de eerste topografische kaarten beschikbaar. Het jaar 1925 is representatief voor de probleemperiode in de kwelderaanwas, waarna de grootschalige kwelderwerken door de Staat zijn gestart. De genoemde analyse is de basis voor de areaalbenadering in het Nederlandse beleid voor de Waddenzee geweest.

Weinig kwelders in de westelijke Waddenzee

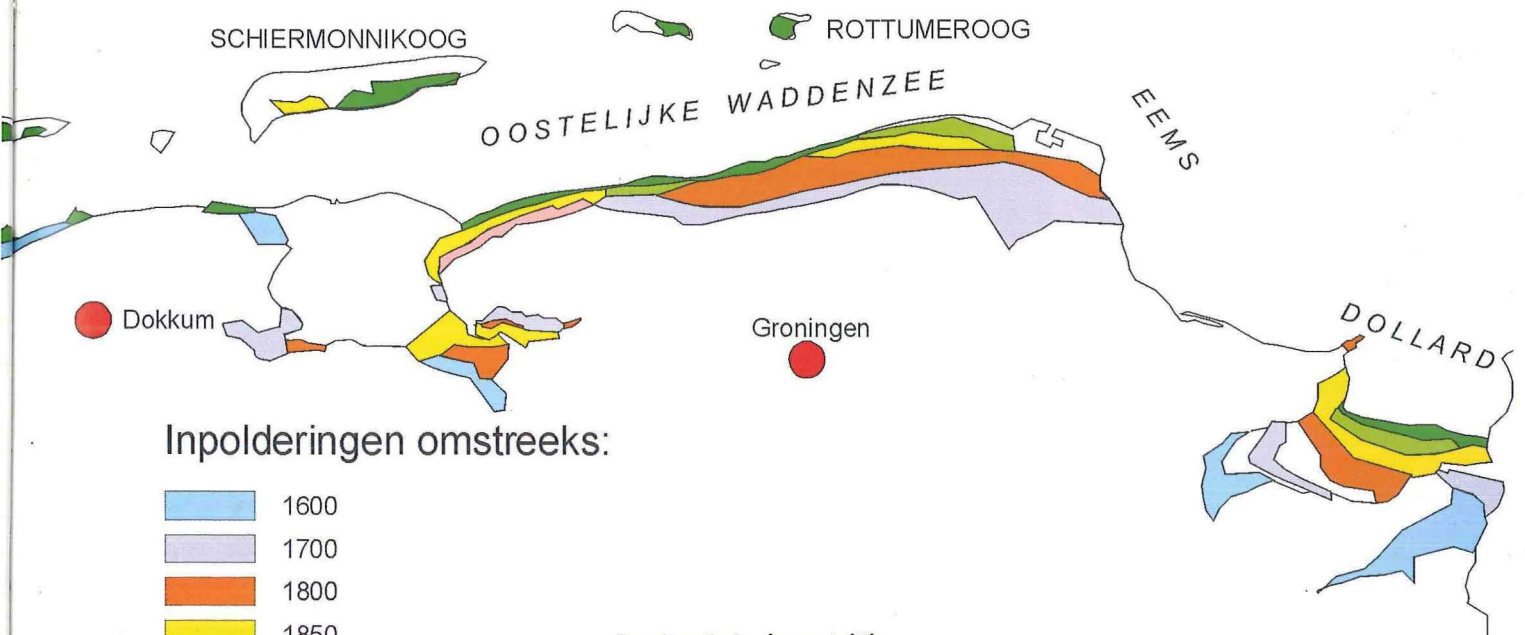
In de Waddenzee westelijk van het wantij van Terschelling (de Zuiderzee uitgezonderd) zijn vastelandkwelders na 1600 nauwelijks van belang geweest. De eilandkwelders daarentegen groeiden in de 18e eeuw tot de aanzienlijke oppervlakte van 88,5 km². Dat was mogelijk in de beschutting van de door mensen



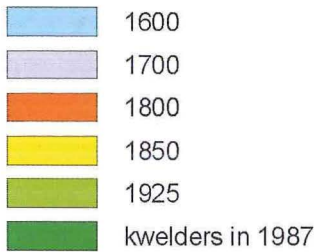
aangelegde stuifdijken van het Koëgras (1610) en Eierland (1629). De volledige bedijkingen van het Koëgras in 1817 (als neveneffect van de aanleg van het Noordhollands kanaal!) en van Eierland in 1835 zorgden voor een minimalisering van het kwelderbestand in de westelijke Waddenzee.

Er zijn twee omstandigheden die (nieuwe) aanwas van kwelders in de westelijke Waddenzee tot nu toe hebben bemoeilijkt. Allereerst zijn hier in voorgaande eeuwen niet alleen kwelders maar ook grote oppervlakten aangrenzend wad en permanente watervlaktes bedijkt (66 km² in de 19e eeuw: Anna Paulownapolder, polder Waard-Nieuw-

¹ Het mechanisme waarmee dat gebeurt heet "zanddelend systeem": de vooroevers van de eilanden, de stranden, de buitendelta's, de zeegaten, de binnendelta's, de wadplaten en de wadgeulen en prielen zijn allemaal onderdeel van één grote zandbak. Een eventueel tekort aan zand wordt door natuurlijke krachten over die hele zandbak verdeeld. Vanuit deze visie zijn zandsuppleties vanuit de diepere Noordzee in het zanddelend systeem, maar buiten de Waddenzee, een beheermaatregel die het hele waddensysteem ten goede komen.



Inpolderingen omstreeks:



Overzichtkaart met inpolderingen in de Waddenzee na 1600 en de kwelders in 1987

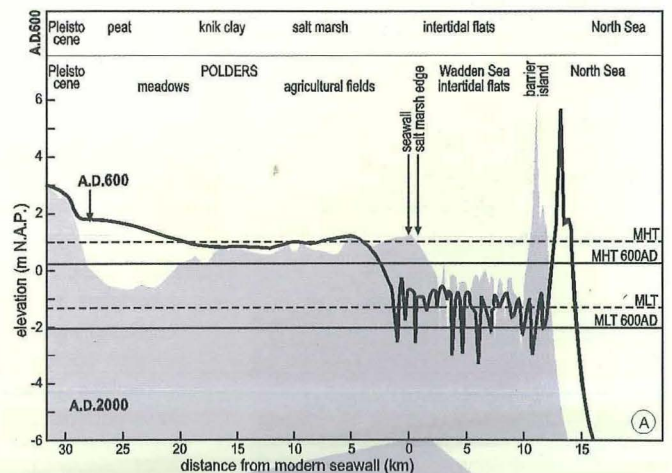
De situatie in de oostelijke Waddenzee

De omstandigheden voor kwelder-aanwas langs de vastelandkust zijn in de oostelijke Waddenzee van nature veel gunstiger dan in de westelijke Waddenzee. Dat blijkt duidelijk uit het grotere areaal kwelder in Friesland en Groningen en te meer als de relatief geringe omvang van de oostelijke Waddenzee in aanmerking wordt genomen. Groningen scoorde tot in 1800 aanzienlijk hoger

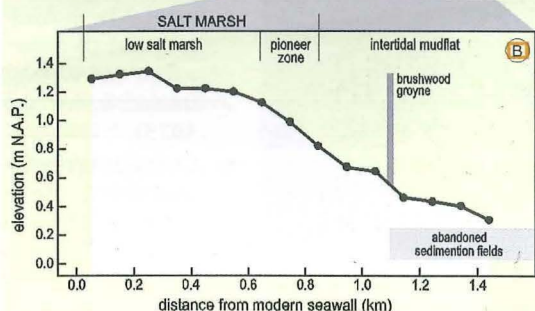
dan Friesland (in 1600 nog 108 km² kwelder in Groningen tegenover 27 km² in Friesland). Na een serie grote indijkingen aan het begin van de 19^e eeuw langs de noordkust van Groningen (o.a. de grote Noordpolder in 1811) is het areaal nu in beide provincies laag (18 km² in Groningen en 12 km² in Friesland). Het areaal eilandkwelders is in de oostelijke Waddenzee op grond van historische kaarten stabiel tot aan de bedijkingen (Schiermonnikoog 1860,

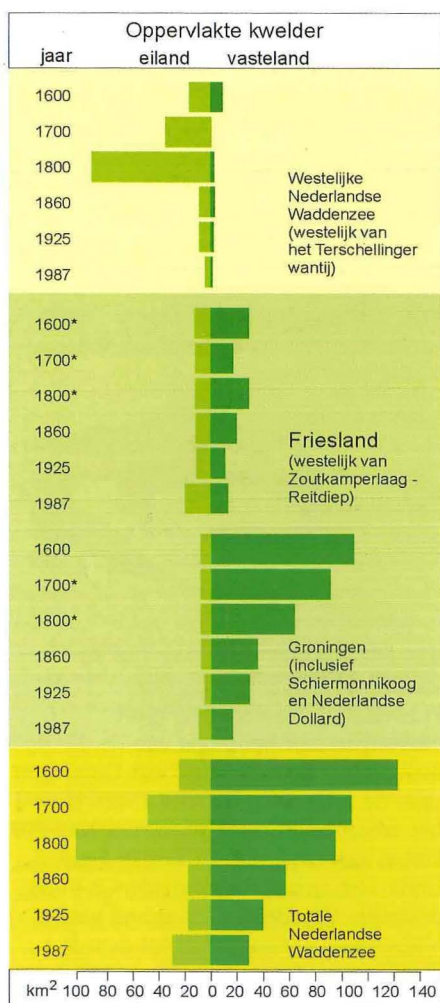
land, Prins Hendrikpolder en Het Noorden). Een methode die in schril contrast staat tot de rest van de Nederlands-Duits-Deense Waddenzee waar tot voor enige decennia alleen "rijpe" kwelders werden bedijkt (de Johannes Kerkhovenpolder van 1878 in de Dollard is de enige historische uitzondering). Daardoor is langs de randen van de kop van Noord-Holland en Texel weinig hooggelegen wad overgebleven waarop nieuwe aanwas zou kunnen plaatsvinden. In de tweede plaats heeft de westelijke Waddenzee door de geringe getijamplitude, de grote invloed van windgolven, het geringe aandeel droogvallende platen en de aanleg van de Afsluitdijk (gevolgen: verhoging van GHW en een langdurig tekort in het zanddelend systeem!) een ander karakter dan de oostelijke Waddenzee. Dat geldt met name voor de vastelandkust, wat goed zichtbaar is aan de grote permanente watervlakte die voor de Afsluitdijk en tot voorbij Harlingen ligt.

Schematische doorsnede door het Waddengebied vanaf het Pleistoceen naar de Noordzee. Vergelijking van de huidige situatie met die in het jaar 600. Overgenomen van Esselink (2000)(A).



(B) Schematische doorsnede van de kwelderwerken. Overgenomen van Esselink (2000).





Oppervlakte kwelder in de Nederlandse Waddenzee na 1600 in km²; inclusief Huisduinen. Kwelders in 1987 inclusief de Slufter op Texel maar zonder zomerpolders en pioniervegetaties langs het vasteland.
* = Ameland, Schiermonnikoog en Rottumeroog gelijkgesteld aan de situatie in 1860.

Ameland 1915-1930). Na deze bedijkingen zijn de oude eilandkwelders uiteraard verdwenen maar vond er al snel een sterke groei plaats in de beschutting van nieuwe stuifdijken (b.v. de Bosplaat 16 km² na 1931). In Friesland is het huidige areaal van de eilandkwelders daardoor zelfs veel groter geworden dan dat van de vastelandkwelders.

Waarom is het afnemende areaal van de vastelandkwelders te wijten?

Het natuurlijke mechanisme van het terugwijken van het waddensysteem door zeespiegelstijging zou in combinatie met een starre vastelandkust tot de

opvatting kunnen leiden dat daaraan het kweldertekort is te wijten. Deze opvatting wordt ondersteund door Flemming & Nyandwi (1994) die in Ostfriesland (Duitsland) tot de conclusie komen dat de Waddenzee te klein is geworden voor een normale gradiënt in energie met de bijbehorende toename van de fijne (slib-) fracties van het sediment naar de vastelandkust. Hoewel het idee voor de hand ligt is deze studie niet overtuigend doordat maar twee transecten zijn onderzocht. Bovendien heeft het studiegebied Ostfriesland de smalste Waddenzee, met relatief erg veel kwelders en ook in Nederland worden de grootste vastelandkwelders aangetroffen in de smalle Waddenzee onder Ameland.

Een meer voor de hand liggende verklaring voor het ontbreken van natuurlijke aanwas langs het vasteland is dat de kustlijn door de bedijkingen is rechtgetrokken. Een grillige kustlijn met veel inhammen biedt meer beschutting voor natuurlijke aanwas. Gebieden met lage energie van golven en stroming worden nu nog in de beschutting van kwelderwerken (en van enige Nederlandse en Duitse veerdammen en Duitse dammen naar eilanden) gevonden. De kwelderaanwas in de resterende natuurlijke bochten Dollard en Jadebusen is echter afgenomen (mogelijk spelen verhoging van GHW en de grootschalige baggerwerken in de vaarwaters een rol), maar in de veel kleinere Leybucht (Ostfriesland) gaat de kwelderaanwas naar verwachting nog enige decennia verder totdat ca. 1/3 deel van de Leybucht resteert (Reineck 1980).

Uit het voorgaande is aannemelijk dat het areaal van de vastelandkwelders geleidelijk is afgenomen door een combinatie van factoren:

- Natuurlijke kwelders langs het vasteland kwamen vooral in beschut gelegen bochten van de kustlijn voor en die zijn grotendeels verdwenen. De kwelderaanwas langs de geëxponeerd gelegen noordkust heeft vooral plaatsgevonden door menselijke invloed. Als het slecht ging met de aanwas dan was dat te wijten aan weinig inspanning in de kwelderwerken (bv. de situatie rond 1925).
- Overall langs het vasteland is de snelheid van de bedijkingen groter geweest dan de aanwas van nieuwe kwelders. Dat is ook de reden waarom men genoeg moest nemen met steeds kleinere polders.

- Door de kleinere polders en door betere technieken werden de nieuwe dijken steeds dichter bij of zelfs voorbij de kwelderrand gelegd. Dat vond vooral in Groningen plaats. De dijken b.v. 200 m dichter naar zee leggen betekent voor de Groninger kust nog eens een extra kwelder-verlies van rond 1.000 ha.
- Op plaatsen waar de dijken vooruitgeschoven op het wad zijn aangelegd (Noord-Holland, Lauwerszee, Eemshaven) zullen kwelders voor langere tijd afwezig blijven vanwege het verdwijnen van hooggelegen wadden en/of de geëxponeerde ligging.

Wat is de invloed van de huidige kwelderwerken?

Op een drielanden conferentie over kwelderbeheer op Rømø (Ovesen 1990) is vastgesteld dat het toepassen van beheertechnieken op kwelders verantwoord is indien het globale evenwicht tussen aanwas en erosie langdurig is verstoord. Dat is langs het vasteland het geval. Een eerste grondbeginsel voor een doeltreffend natuurbeheer is dat voortgebouwd wordt op traditioneel beheer dat het gebied heeft ontwikkeld. Een thans gepensioneerde kantonnier had dat goed door: "Wie doun dit al 500 jaar zo en denkst doe nou dat dat aans kin?" Daarin voorziet grondregel twee: veranderingen in beheer dienen zorgvuldig en geleidelijk ingevoerd (= uitgetoet) te worden. Uiteraard begeleid door metingen. Deze regels stellen grenzen aan de mogelijkheden om de methoden van de kwelderwerken drastisch om te gooien zonder daarbij het kwelderareaal aan te tasten, maar dat betekent niet dat er aan de beheertechnieken niets zou kunnen veranderen.

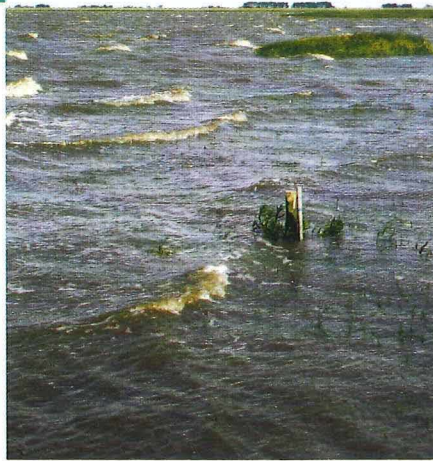
De traditionele methode van bezinkvelden omgeven door dammen van rijshout vervangt de oorspronkelijke beschut gelegen gebieden in bochten van de kustlijn en levert in de pionierzone een directe hoogtewinst van 10-30 cm op (bij een gemiddelde terreinhelling van 10 cm op 100 m betekent dat 100-300 m meer kwelder) en een blijvende bescherming tegen erosie door stroming en golfwerking. Voor vastelandkwelders ligt de hoogste prioriteit voor het beheer nu bij deze dammen. De dammen zijn in de huidige situatie geconcentreerd in de pionierzone en waar nodig dichter bij elkaar gezet. De oorspronkelijke boerenmethode met greppels is tot ver in de

jaren 90 in de begroeide bezinkvelden toegepast en bevordert een erosiebestendige bodem en een gesloten vegetatiedek. Daarmee wordt de opslibbing indirect bevorderd en bovendien ligt door de ontwatering de ondergrens van de vegetatie 10-20 cm lager op het wad (dat is 100-200 m meer kwelder). Mocht alle onderhoud van de vastelandkwelders stoppen dan zou het positieve effect van de kwelderwerken op het kwelderareaal snel zichtbaar worden. De aanwas door menselijk ingrijpen in het verleden zou verdwijnen, dat is een strook van 200-500 m. Dat er daadwerkelijk grote erosie zal optreden wordt in de praktijk bewezen in noordoost Friesland, waar de kwelderwerken in de 60-er jaren door het waterschap zijn verlaten en het kale wad nu tot tegen de zeedijk ligt.

Zeespiegelstijging

Kwelders vertonen zelfregulatie van de hoogteligging. Een hoger zee-niveau zorgt weliswaar voor meer overspoelingen (negatief voor de kwelderplanten), maar voert ook meer sediment aan (positief voor de kwelderontwikkeling). De hoeveelheid slib in het water is voldoende voor veel meer opslibbing. De slibafzetting wordt gereguleerd door de rust in het water. De kweldervegetatie zorgt voor die rust en legt het pas afgezette slib bovendien afdoende vast (zie hoofdstuk 2). In geval van zeespiegelstijging blijft de kwelder dus bestaan: zowel vanuit de natuurbescherming als de kustbescherming een unieke en ondergewaardeerde eigenschap.

De verwachting is dat de zeespiegelstijging door klimaatverandering deze eeuw gaat toenemen van de huidige 0,2 cm per jaar naar een waarde ergens tussen



de 0,2 en 1,1 cm per jaar. Als de zeespiegelstijging 0,5 cm per jaar te boven zou gaan dan liggen de wadplaten en de pionierzone van de meeste vastelandkwelders in de gevarezone (Oost et al. 1998). De vastelandkwelders kunnen 1-2 cm zeespiegelstijging per

prognoses slechts zeer locale en oplosbare problemen op. Monitoring van de bodemdaling op Ameland tussen 1987 en 2000 heeft deze verwachting bevestigd. Het eventueel achterwege laten van alle onderhoud van de vastelandkwelders zou op korte termijn evenwel een grotere bedreiging voor het kwelderareaal kunnen vormen dan zeespiegelstijging of bodemdaling.



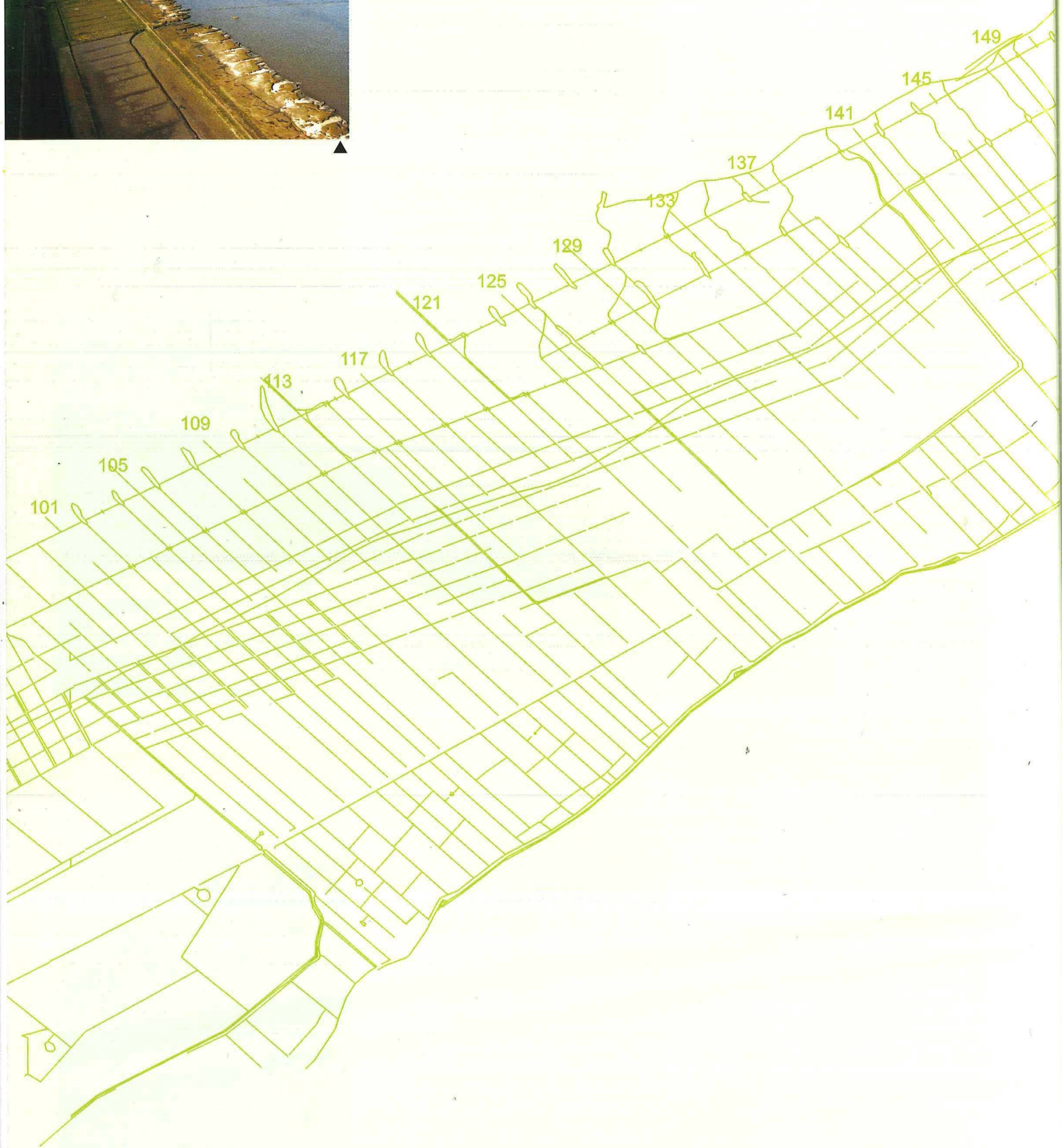
Kwelderklif tussen Wierum en Nes, noordoost Friesland. Daarvoor zijn paalresten van de voormalige kwelderwerken van het waterschap te zien. De bezinkvelden zijn na 1962 verlaten.

jaar aan, maar de voorliggende pionierzone niet. Om te voorkomen dat deze geleidelijke overgangszone naar de wadplaten in de toekomst tot een afslagklif of tot een starre constructie wordt gereduceerd blijft een flexibele verdediging d.m.v. de kwelderwerken gewenst².

De natuurbescherming en de kustbescherming zijn gebaat bij een serieuze aanpak op wereldschaal van de oorzaken en de gevolgen van de klimaatverandering. De bodemdaling door gaswinning levert met de huidige



² De gemiddelde opslibbing voor de eilandkwelders is 0,5 cm per jaar. Om de veerkracht van de eilandkwelders in geval van zeespiegelstijging te vergroten moet aan het sturen van de grootschalige morfologische processen worden gedacht: strand- of vooroeversuppleties en het toestaan van meer dynamiek in de vorm van wash-overs van duinen en stuifdijken.





101

Noordpolderzijl eind jaren 50
Op de zeedijk de vissers Anjewierden,
Nijnhuis, Feldman en Wieringa.
Daarachter de oude boerenkwelder en
-met greppels- de nog jonge
landaanwinningswerken.

4. Maatschappelijke ontwikkelingen na 1960

De kwelderwerken zijn regelmatig uitgebouwd met nieuwe bezinkvelden, zowel langs een groter deel van de kust, als zeewaarts. Begin jaren 60 was het maximum bereikt.

Economie

Er lagen kwelderwerken langs de gehele kust van Zwarte Haan in noordwest Friesland tot de Eems in noordoost Groningen over een kustlengte van in totaal 92 km. Hiervan was zo'n 10 km in noordoost Friesland in beheer bij het waterschap, de rest bij Rijkswaterstaat. Inmiddels waren er een aantal ontwikkelingen gaande die vroegen om een herbezinning op de uitvoering van de kwelderwerken. In 1965 bracht het Nederlands Economisch Instituut in opdracht van Rijkswaterstaat een studie uit over de economische en sociale betekenis van de kwelderwerken. Op grond van nationaal-economische argumenten was het advies om de kwelderwerken stop te zetten en de verplichtingen van de delimitatiecontracten af te kopen. In die periode werd de omvang van de werkzaamheden teruggebracht door geen greppels meer te graven in de zeewaartse bezinkvelden. Door een zware noordwester storm in februari 1962 ontstond veel schade aan de rijshoutdammen, waarna het waterschap stopte met het onderhoud in noordoost Friesland.

Dijkverhoging en inpoldering

De kwelderwerken in de Lauwerszee zijn in 1966 gestaakt, vooruitlopend op de afsluiting van de Lauwerszee in 1969. Het Provinciaal Bestuur van Groningen besloot in 1969 op basis van technische, economische en financiële motieven af te zien van een bedijking van de kwelderwerken (plan voor de aanleg van een nieuwe dijk evenwijdig aan de kust) en kozen voor verhoging van de bestaande zeedijk tot deltahoogte. In Friesland is in die tijd eenzelfde besluit genomen, behalve voor het gedeelte Zwarte Haan-Holwerd (het gebied met veel zomerpolders en oude kwelders). Daarna werden de kwelderwerken onderhouden met als doelen: (1) handhaving van de functie als voorland voor de zeedijk (kustbescherming) en (2) voldoen aan de verplichtingen in de delimitatiecontracten met de oevereigenaren. Door de aanleg in 1973 van de Eemshaven met bijbehorend industrieterrein op het wad in noordoost Groningen vervielen de daar gelegen kwelderwerken. In 1980 zijn de kwelderwerken voor de Emmapolder in Groningen gestopt na verhoging van de zeedijk tot deltahoogte. De teen van deze dijk is verdiept

in de wadbodem aangelegd, dus rekening houdend met erosie van het voorland. Door deze ontwikkelingen liggen er in de huidige situatie nog kwelderwerken over een kustlengte van 50 km.

Natuurwaarden

In 1968 stelde de Koninklijke Nederlandse Academie voor Wetenschappen op grond van de grote natuurwetenschappelijke waarde en culturele betekenis van het wadengebied een breed onderzoek in naar de gevolgen van een inpoldering van de Waddenzee. Als reactie hierop werd een Waddenzee-commissie onder leiding van prof. Mazure ingesteld. De commissie Mazure had als taak het regeringsbeleid voor het inpolderingsvraagstuk van de Waddenzee voor te bereiden. Het rapport van de commissie werd uitgebracht in 1974 en betekende de eerste daadwerkelijke aanzet voor een nieuw beleid. De grote natuurlijke waarden van de Waddenzee werden duidelijk onderkend. Het behoud van de natuur kreeg een hogere prioriteit

eerst vastgelegd. De afwijzing door de regering van de concessie-aanvraag voor indijking van het gedeelte Zwarte Haan-Holwerd past ook in deze ontwikkeling.

Drie PKB's Waddenzee (1980-2001)

In de eerste PKB-Waddenzee (1980) heeft de Nederlandse regering het beleid voor de Waddenzee in hoofdlijnen vastgelegd. De hoofddoelstelling is:

- "De bescherming, het behoud en waar nodig het herstel van de Waddenzee als natuurgebied".

In de Algemene Beheersvisie (1985) en in de verschillende daarop gebaseerde beheerplannen is dit nieuwe beleid nader uitgewerkt; voor de Friese en Groninger vastelandkwelders en kwelderwerken in het Beheersplan Buitendijkse Gronden (1987) van Rijkswaterstaat. Het belangrijkste doel is:

- Streven naar het behoud van het kwelderareaal en waar dit gewenst wordt voor enige uitbreiding te zorgen. Daarbij dienen de onderhoudstechnieken zo goed mogelijk gebruik te maken van de natuurlijke processen.

Vooruitlopend op een herziening van de PKB-Waddenzee zijn rond 1991 het



dan de uitbreiding van het landbouwareaal. Aanbevolen werd de Waddenzee als waardevol natuurgebied te handhaven. In de eerste Planologische Kernbeslissing Waddenzee (PKB) in 1980 is het beleid om de kwelderwerken als natuurgebied te handhaven voor het

"Waddenactieplan" van Rijkswaterstaat en "De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken" van ALTERRA verschenen. Daarin zijn aanbevelingen gedaan om het kwelderareaal ook in een tijd van zeespiegelstijging in stand te houden en eventueel

zelfs uit te breiden. In de tweede PKB-Waddenzee (1993) wordt nadrukkelijker gestreefd naar een meer natuurlijke ontwikkeling van de Waddenzee:

- "Dit laat onverlet dat het kwelderareaal wordt gehandhaafd en in het gebied ten westen van Holwerd een uitbreiding van het vastelandkwelderareaal wordt nagestreefd. Deze uitbreiding heeft op zo natuurlijk mogelijke wijze plaats, voor zover mogelijk door ontpoldering."
- In de toelichting staat: "Het kabinet [...] acht het onderhouden van de kwelderwerken door het rijk van groot belang [...]. Wel zal meer dan voorheen bezien worden hoe de kwelderwerken en het onderhoud daarvan op een zo natuurlijk mogelijke wijze kan geschieden. Verder zal worden gezocht naar alternatieve methoden van kwelderbehoud en ontwikkeling om tot een zo natuurlijk mogelijke kwelderopbouw te komen."

In de ontwerp tekst van de inmiddels derde PKB-Waddenzee (februari 2001, zie www.interwad.nl) is over de vastelandkwelders opgenomen:

- Ontwikkelingsperspectief: "Het areaal meer natuurlijke kwelders is vergroot."
- "Daar waar nodig voor behoud en ontwikkeling van de biodiversiteit van de Waddenzee is selectief ingrijpen mogelijk. 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 [...] onderzoeken op welke wijze vorm gegeven kan worden aan het zoveel mogelijk ruimte geven aan natuurlijke processen."

Gevolgen voor het beheer

De goede voornemens voor het beheer van de kwelders, inclusief de pionierzones, zijn o.a. vastgelegd door "Trilaterale Regeringsconferenties over de bescherming van de Waddenzee" en door de drie Nederlandse bestuurslagen gezamenlijk in een Beheersplan Waddenzee en in Maatregelenprogramma's Waddenzee (zie www.interwad.nl).



Samengevat gaat het om kwantitatieve en kwalitatieve doelen:

1. Een groter areaal aan natuurlijker kwelders.
2. Een meer natuurlijke morfologie en dynamiek, waaronder natuurlijke afwateringpatronen van kunstmatige kwelders, op voorwaarde dat de huidige oppervlakte niet wordt verkleind.
3. Een verbeterde natuurlijke vegetatiestructuur van kunstmatige kwelders, inclusief de pionierzone.

Alternatieven voor de kwelderwerken?

Als gevolg van vroegere inpolderingen is het huidige kwelderareaal in de Waddenzee bepaald door de balans tussen aanwas door opslibbing en verlies door inpolderingen (zie hoofdstuk 3). Voor het Nederlandse vasteland is het areaal kwelder voor Friesland resp. Groningen afgenomen van 4-10% van het getijdengebied in de periode 1600-1800 tot 1,5-4% nu. Die afname van het kwelderareaal is de motivatie geweest om de landaanwinningswerken niet af te stoten, maar om te vormen naar kwelderwerken.

Bij de huidige kwelderwerken wordt uitsluitend sturend opgetreden in de sleutelfactoren bij natuurlijke kweldervorming: stroming, golfenergie en (in steeds mindere mate) ontwatering. Binnen de kwelderwerken wordt ruimte gegeven aan sedimentatie- en erosieprocessen. De technieken voor het beheer van de kwelderwerken zijn veel natuurlijker dan alternatieven zoals een oeververdediging langs de kwelderrand of suppletie met sediment, b.v. baggerslib of zand. Alleen in de van nature beschut gelegen Dollard en in de Peazemerlannen (beschermd door oude constructies) is het tot nu toe mogelijk gebleken de genoemde beheertechnieken geheel achterwege te laten. Voor de meest geëxponereerd gelegen kwelders (de Halligen in Sleeswijk-Holstein en de vergelijkbare Punt van Reide) zijn alleen de meest vergaande

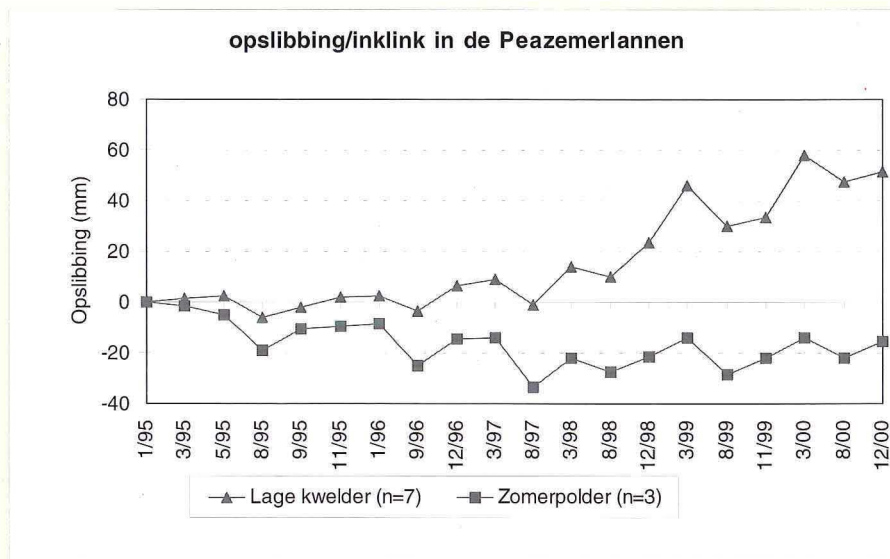
oplossingen zoals een steenglooiing doeltreffend gebleken, indien het voortbestaan gewenst is.

Het volledig kunstmatig aanleggen van kwelders door het storten van sediment, zoals in het nabije verleden is gedaan bij de Schorren op Texel, langs het Balgzand en indirect op Griend, past niet in het geformuleerde nationale en internationale beleid voor de Waddenzee. De reden daarvoor is dat een kwelder het resultaat is van de interacties tussen fysische en biologische processen en niet slechts een hoop grond. Het bewaren van ongeschonden geomorfologische processen wordt algemeen gezien als de basisvoorwaarde voor de grote natuurwaarden van de Waddenzee.

Verkweldering van zomerpolders

Langs de kust van noordoost Friesland liggen de Peazemerlannen, twee zomerpolders van in totaal ca. 200 ha, in eigendom van het Waterschap Fryslân en in beheer bij It Fryske Gea. In 1973 en 1979 hebben in de zeevaartroute zomerpolder verschillende dijkdoorbraken plaatsgevonden. Deze doorbraken zijn niet hersteld. Daardoor heeft een spontane "verkweldering" plaatsgevonden, waarbij de helft van de oude zomerdijk de kwelder afdoende tegen erosie beschermt en via het weggeslagen deel van de zomerdijk een goede getijdenwerking, inclusief de uitwisseling van water, sediment en voedingsstoffen, is verzekerd. De ontwikkeling na de dijkdoorbraken was toevallig, het was geen beleid, maar heeft ons wel veel geleerd over de eventuele verkweldering van andere zomerpolders. De gevolgen voor de natuurwaarden en voor de natuurlijke processen zijn duidelijk geworden door een onderzoeksopdracht van de NAM aan ALTERRA (Van Duin et al. 1997). De conclusies over de spontane verkweldering zijn:

1. Er heeft een vergroting van de natuurlijkheid plaatsgevonden door een spontane ontwikkeling naar een kweldervegetatie met natuurlijke opslibbing, inclusief een begin van de vorming van krekens, oeverwallen en kommen. Zonder de zomerkadens blijkt de kwelder zich vrij snel te herstellen.
2. Binnen de zomerdijk van de landwaartse zomerpolder zakt de bodem door inklink, maar op de zeevaartroute gevormde kwelder vindt opslibbing plaats. Uit de figuur blijkt dat zomerpolders moeilijk te handha-



ven zijn indien zeespiegelstijging en bodemdaling een grotere rol zouden gaan spelen. De hernieuwde opslibbing na uitdijking maakt het gebied duurzaam en natuurlijker en is een argument pro verkwalderen.

Nu is besloten de grote Friese zomerpolders tussen Zwarte Haan en Holwerd te verkwalderen, zal het kwelderareaal met zo'n 1.000 ha worden uitgebreid en ontstaat op den duur een aaneengesloten kweldergebied van 2.500 ha. Daarmee krijgt It Fryske Gea één van de meest uitgestrekte kweldergebieden van Europa: "Noard Fryslân Bûtendyks". Dergelijke grote gebieden zijn door de Raad van Europa een essentiële voorwaarde voor het voortbestaan van dit hoogst gespecialiseerde milieutype genoemd. In een studie door ALTERRA over "Cumulatie van ecologische effecten" was een toendertijd (1985) nog gewaagde conclusie over de Friese zomerpolders: "Tot het herstel van een evenwichtige verdeling van milieutypen is ingetreden, wordt elke inpoldering afgewezen. In het concrete geval van [...] zomerpolders in Friesland had [...] herstel van de kwelder door afgraven van

de zomerpolders meer voor de hand gelegen dan indijking." Minder gewaagd dan toen gedacht want de voorbereidingen van wat nu verkwaldering heet zijn in volle gang:

- Het merendeel van de zomerpolders is door It Fryske Gea aangekocht, waaronder de Bildtpollen, het Noorderleegsbuitenveld¹ en de Keegen.
- Verder zijn 2.360 ha kwelders en slikvelden van de Dienst der Domeinen (alle voormalige landaanwinningswerken tussen Zwarte Haan en Holwerd) aan It Fryske Gea in beheer overgedragen. Rijkswaterstaat houdt het waterstaatkundig beheer.
- Eind 2001 vindt een proefverkwaldering van 135 ha in het Noorderleeg plaats. Vooruitlopend daarop is in 2000 een vijfjarig monitoringprogramma gestart met het vastleggen van de uitgangssituatie.

Binnendijkse uitbreiding van het kwelderareaal

Naast een afname van het kwelderareaal zijn door de inpolderingen ook de ecologisch waardevolle zoet-zout-

overgangen van de kwelders naar het achterland volledig verloren gegaan. Esselink heeft in zijn proefschrift (2000) aangetoond dat de huidige Waddenzee op dit punt onomkeerbaar verschilt van de vroegere. Toch leveren nieuwe ideeën van o.a. Het Groninger Landschap over de waterhuishouding in noord Drenthe en in midden- en oost Groningen een basis voor een bescheiden herstel van de brakke achterkant van de Waddenzee (Dijkema et al. 1997, Vegter 1997). In deze ideeën worden zoetwaterboezems, brakwatermoerassen en meer open verbindingen met de Waddenzee en het Eems-Dollard-estuarium genoemd, tot zelfs uitdijkingen van enkele laaggelegen Dollard-polders. Het aantrekkelijke van deze plannen is dat meerdere doelen worden gediend, niet alleen natuur, maar ook waterhuishouding en compensatie van de effecten van binnendijkse bodemdaling. Misschien kan op een vergelijkbare wijze de waterhuishouding van het noorden van Friesland in verband worden gebracht met de verkwaldering van de zomerpolders.

Op basis van de voorspelde versnelling van de zeespiegelstijging is het uitdijken van polders achter Delta-dijken voorgesteld, b.v. in de Slotverlaring van de 6e Waddenzeeconferentie, in de studie van Rijkswaterstaat "Herstel Westerschelde", in de WWF-visie "Meegroeiën met de zee" en in de ontwerp derde PKB-Waddenzee². Het is echter maar de vraag of uitdijking van echte polders langs de Friese en Groninger noordkust een aantrekkelijke gedachte is:

- Langs de Friese en Groninger noordkust liggen hooggelegen kustpolders. Landinwaarts liggen veel lagere polders. Daarom zijn direct langs de vastelandkust niet snel problemen bij een versnelde zeespiegelstijging te verwachten. De afvoer van overtollig water vindt zo zuidelijk mogelijk plaats (naar Harlingen, het Lauwersmeer, Delfzijl en Nieuw Statenzijl) en niet "over"

¹ Daardoor is It Fryske Gea tevens "blote eigenaar" van de delimitatiezone van 300 m voor het Noorderleeg geworden; deze zone zal worden overgedragen volgens de voorwaarden van het delimitatiecontract.

² In de Ruimtelijke visie waddengebied 2030 in de toelichting bij de ontwerp derde PKB-Waddenzee staat: "Hierop kan worden ingespeeld door het systeem meer ruimte te geven zich met de stijgende zeespiegel mee te verplaatsen. In deze visie krijgen de eilanden en de vastelandskust enigszins de ruimte om zich met de natuurlijke ontwikkeling mee te verplaatsen. Hiertoe dienen de wash-over vlakten aan de oostzijde van de eilanden weer hersteld te worden en kan worden bezien of waterkeringen van het vasteland op bepaalde plaatsen landwaarts kunnen worden verplaatst. Gecontroleerd delen van de voormalige Fries-Groningse kwelders terugbrengen in het systeem kan een oplossing bieden. Hiertoe zal bezien worden of polders die begrensd worden door wakerdijken terug gegeven kunnen worden aan de Waddenzee."



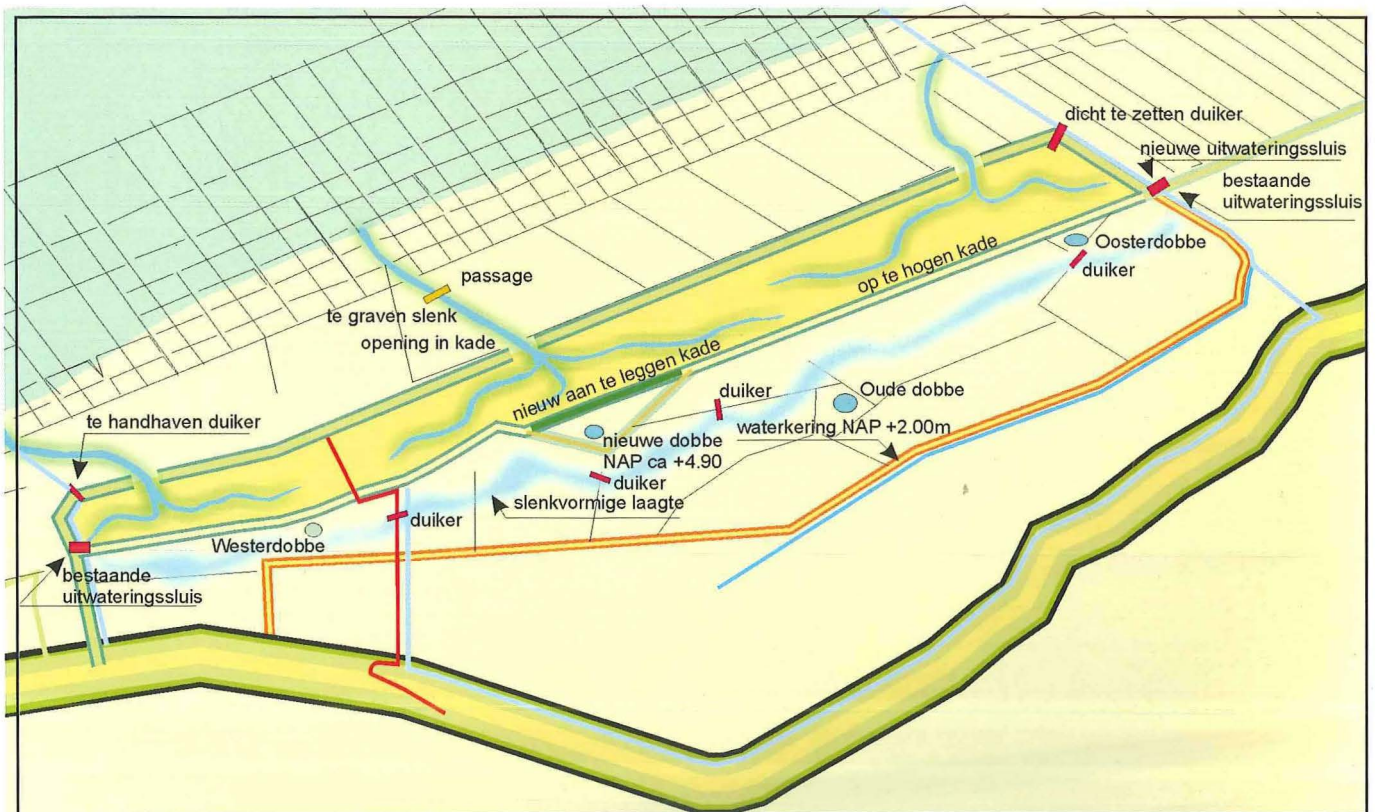
de hoge kustpolders. Door de hoge ligging boven GHW kunnen de kustpolders niet zonder zeer grote technische inspanningen een bijdrage aan de binnendijkse waterhuishouding of aan het herstel van een brakwatergetijdenareaal leveren.

- Uitdijken zal daarom tegen hoge kosten (aankopen en verplaatsen van Delta-dijken) slechts één doel kunnen dienen, namelijk kweldergebieden toevoegen van een type dat ter plekke nog aanwezig is. De verkwelderde polders zouden evengoed een bescherming van de kwelderwerken nodig hebben. Terugkeer naar een volledig natuurlijke toestand is een misvatting (zie hoofdstuk 3, natuurlijke vastelandkwelders zijn zonder een grillige kustlijn met beschut gelegen bochten niet mogelijk).

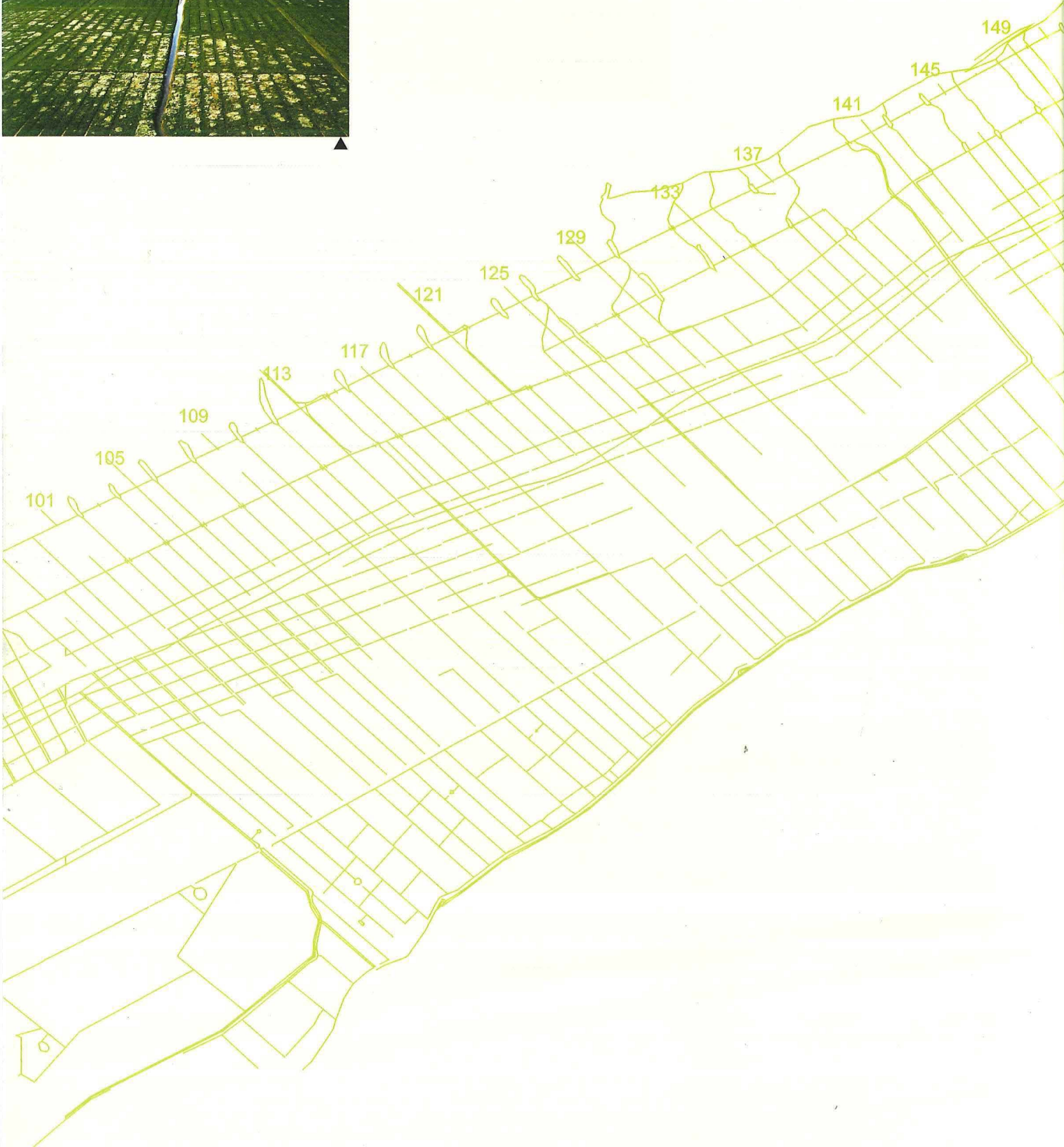


Vliegerfoto van de slenkvormige laagte die voor de inrichting van de proefverkweldering is gegraven. (2000)

Plan Noard Fryslân Bûtendyks van It Fryske Gea



Het inrichtingplan van de proefverkweldering. (Naar een tekening van Oranjewoud 1999).





101

Vernieuwing van de rijshoutdammen in beeld



5 . Van landaanwinning naar kwelderwerken: de cultuuromslag

Rijkswaterstaat en ALTERRA hebben vanaf 1982 verschillende studies naar de ontwikkeling van natuurlijker vastelandkwelders uitgevoerd. Eerst analyses van lange meetseries en daarna experimenten op praktijkschaal.

Stuurgroep Kwelderwerken

In de 6.000 ha voormalige landaanwinningswerken langs de vastelandkust van Friesland en Groningen zijn de natuurwaarden mede door traditioneel beheer gemaakt: rijshoutdammen, greppels en beweiding. Hoe is de wens voor een natuurlijker beheer vertaald in praktische maatregelen in deze kwelderwerken? Om alle belanghebbenden bij de vernieuwing van het beheer en het onderhoud van de kwelderwerken te betrekken is in 1982 de "Stuurgroep Kwelderwerken" ontstaan. Inderdaad, niet ingesteld, maar in een werkoverleg tussen de Rijkswaterstaat, de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders en het Rijks Instituut voor Natuurbeheer geboren onder voorzitterschap van prof. dr. W.J. Wolff. Deze stuurgroep bestaat thans uit vertegenwoordigers van de Rijkswaterstaat, het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, de Vereniging van Oevereigenaren en Gebruikers, It Fryske Gea en ALTERRA. De stuurgroep wordt jaarlijks op de hoogte gehouden van de toestand van de kwelderwerken door de "Werkgroep Kwelderwerken". Rijkswaterstaat verzamelt gegevens over de hoogte, de vegetatie en het beheer en voegt die toe aan een monitoringbestand dat meer dan 40 jaar omvat. De verwerking en interpretatie van de gegevens gebeurt in de werkgroep, waarin ALTERRA de coördinatie verzorgt en die daarvoor door het ministerie van LNV wordt betaald. De onderzoekresultaten hebben geleid tot aanbevelingen voor het beheer van de gehele kwelderwerken. De Stuurgroep Kwelderwerken

oordeelt of uitvoering van de bevindingen van de werkgroep noodzakelijk is om aan de doelstellingen van het beleid te voldoen. Rijkswaterstaat neemt de adviezen in de regel over, draagt de financiering en voert de maatregelen in de kwelderwerken uit.

Meetvakken

In de kwelderwerken liggen op regelmatige afstanden van elkaar meetvakken: oorspronkelijk 33, nu nog 24 omdat delen van de kwelderwerken zijn verlaten. Elk meetvak bestaat uit één reeks bezinkvelden van de dijk naar het wad (grootte per meetvak ca. 50 ha) en is representatief voor een kustgedeelte van ongeveer twee kilometer. Bekende namen die aan de basis van deze meetvakken stonden zijn P. Bouwsema, ir. R.J. de Gloppe en dr. L.F. Kamps. In de loop der jaren hebben verschillende meetploegen van Rijkswaterstaat zeer nauwgezet hun eindeloze waterpassingen in het zware terrein verricht. De bodemgesteldheid in de meetvakken werd tot en met 1987 o.l.v. ir. R.J. de Gloppe van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders opgenomen en is tevens vlakdekkend gekarteerd (Hoekstra et al. 1998). De vegetatie werd door Rijkswaterstaat in de gehele kwelderwerken per pandje (= 100 x 100 m) gekarteerd. De door Bouwsema ontwikkelde methode maakt gebruik van veldopnamen van de bedekking van alle plantensoorten in elk pandje. Vanwege het geringe aantal plantensoorten in die jaren kon hij de opnamen in code op een kaart met de bezinkvelden noteren. Van

dat werk is een serie gekleurde vegetatiekaarten van 1960 tot en met 1981/1983 uitgegeven (Bouwsema 1987). Daarna zijn deze vegetatieopnamen beperkt tot de meetvakken en overgedragen aan de kantonniers van Rijkswaterstaat. Die overdracht was mede bedoeld om de betrokkenheid van deze kenners van de kwelderwerken bij het nieuwe doel natuur te vergroten. Vegetatiekaarten worden nu met behulp van luchtfoto's gemaakt door de Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat (zie hoofdstuk 8.1 en de kaartbijlage "Vegetatiekaart 1992"). Zo is een algemeen gebruikelijk systeem van monitoring ontstaan waarbij frequente en gedetailleerde metingen in de meetvakken worden aangevuld door een vlakdekkende kartering om de 5 jaar.

In de meetvakken is de ontwikkeling vanaf 1950 (en soms zelfs vanaf 1937) door middel van een groot aantal gegevens over de hoogteligging, de bodemsamenstelling, de vegetatie, het onderhoudswerk, etc. vastgelegd. Deze gegevens zijn ondergebracht in een computerbestand en worden gebruikt voor het verrichten van beheerondersteunend onderzoek door de werkgroep, voor het rapporteren van de toestand van de kwelderwerken aan de stuurgroep en voor verschillende nationale en internationale rapportages over de toestand van de natuur. Met deze langjarige gegevens kunnen verder trendanalyses over de effecten van bestaand beheer, van praktijkproeven en van nieuw beheer worden uitgevoerd. Studies naar de effecten van zeespiegelstijging en bodemdaling is een andere toepassing. De hoogtecijfers zijn uiterst betrouwbaar: in de eerste plaats omdat het landmetingen betreft, in de tweede

FRIESE WADDENZEE



plaats door het grote aantal metingen op vaste meetlijnen (100 per pandje per meting). De foutenmarge is + of - 1 mm.

Wat hebben de meetvakken ons geleerd?

Een meerjarige kweldervegetatie (met kweldergras, etc., maar niet de pionierzone met zeekraal en Engels slijkgras) heeft het grootste en meest blijvende effect op de opslibbing, wat blijkt uit de hoogteontwikkeling boven GHW die vrijwel altijd gestaag toeneemt (Bouwsema et al. 1986). Veranderingen zijn hier in de afgelopen jaren niet waargenomen.¹ Maximale waarden voor de opslibbing worden gevonden in de beginnende kwelder tussen GHW en 20

cm daarboven. Bij een verdere hoogte-toename neemt de opslibbing weer af door minder overvloedingen. De gemiddelde opslibbing (inclusief inklink) in de lage en de middenkwelders is 18 mm per jaar voor Friesland en 13 mm per jaar voor Groningen. Netto gaat er 2 tot 3 mm per jaar vanaf voor de stijging van GHW.

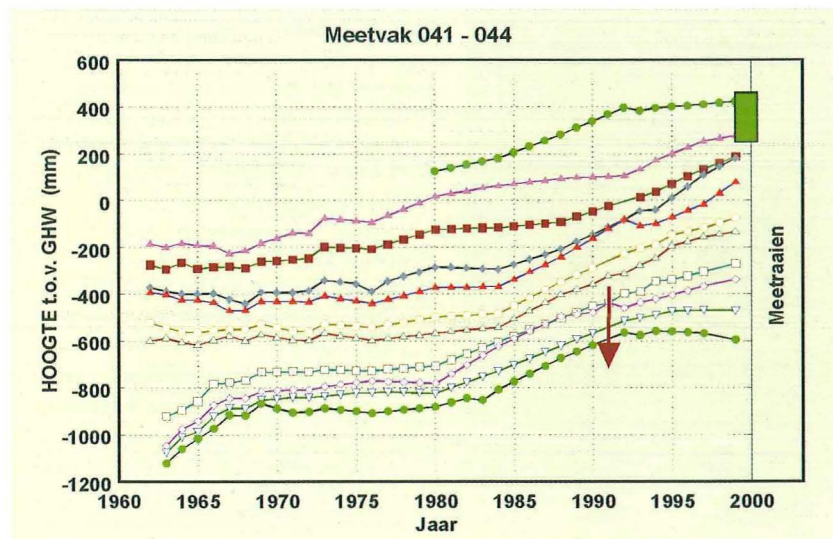
In de pionierzone tussen de kweldervegetatie en de buitenste bezinkvelden (globaal tussen GHW en 60 cm onder GHW) werden problemen met onvolgende opslibbing en soms erosie aangetroffen, wat op de lange termijn tot kliferosie zou leiden. Het ging in 1991 om 25% van de Friese meetvakken (van Ferwerd tot Holwerd) en om 50% van de



Buitenste bezinkveld bij Noordpolderzijl, 1992. Op de achtergrond het Duitse eiland Borkum.

Groninger meetvakken (Westpolder, Noordpolder, Lauwerpolder en Emmapolder). In de dammenstudie (zie hoofdstuk 6) is een relatie tussen het opslibbingtekort en een te grote strijklengte van de golven in uitsluitend deze zone aangetoond. Onderzoekers van de Amerikaanse oostkust hebben berekend dat op een hoogte vergelijkbaar met onze buitenste bezinkvelden 40% reductie in golfenergie voldoende is om sedimentatie te initiëren, maar op de hoogte van de pionierzone is de noodzakelijke reductie echter al 73% en op de grens tegen de kwelder zelfs 99,7% (Pethick & Reed 1987).^{2 3}

In de buitenste bezinkvelden neemt de hoogte in de meeste gevallen steeds toe: in 1991 ging het om 85% van de Friese meetvakken en om 65% van de Groninger meetvakken.⁴ De gemiddelde opslibbing in de buitenste bezinkvelden in de Friese kwelderwerken blijkt even groot te zijn als een 1 km brede strook



Meetvak 41 in Friesland (Bildtpollen) met het hoogteverloop 1960-2000

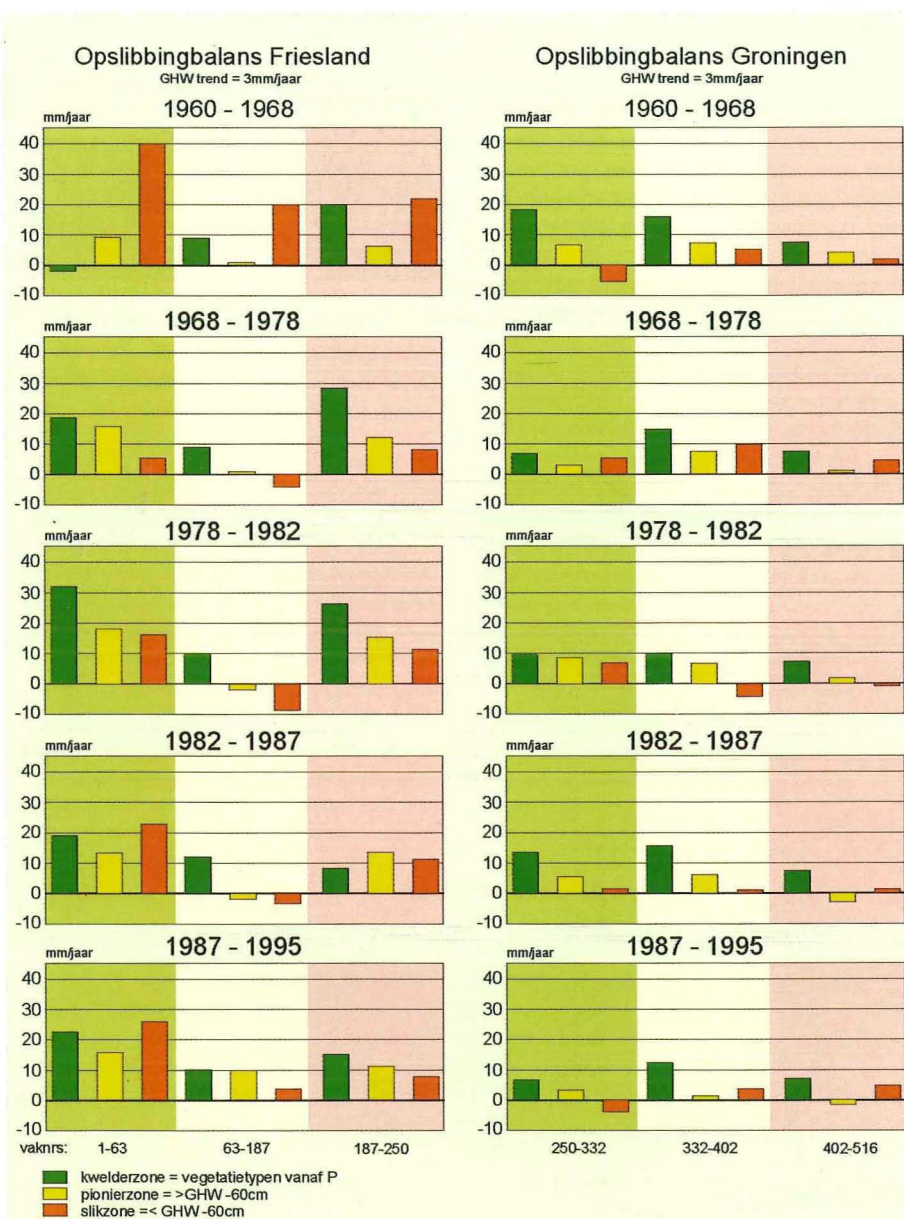
GRONINGER WADDENZEE



Kwelderwerken met de bezinkvelden en de nummers van de huidige meetvakken. De subvakken in de bezinkvelden zijn van west naar oost doorlopend genummerd. De afstand tussen opeenvolgende nummers is ongeveer 100 m. Overgenomen van Hoekstra et al. 1998.

¹ In de grondwerkstudie (Dijkema et al. 1991; zie hoofdstuk 7) is aangetoond dat (a) ontwatering d.m.v. begreppeling een belangrijke rol speelt bij de vestiging en handhaving van de kweldervegetatie in deze zone en (b) een te intensieve beweiding de vegetatie en daarmee de opslibbing schaadt.

² Rijshoutdammen zijn op basis van de dammenstudie (Dijkema et al. 1988; zie hoofdstuk 6) zeer effectief gebleken in het verminderen van de stroming en de golfenergie in de pionierzone, mits de strijklengte niet meer is dan 200 m. Op grond daarvan heeft Rijkswaterstaat overal in de pionierzone waar de opslibbing laag of negatief is extra rijshoutdammen (tussendammen) geplaatst. Daardoor is de strijklengte in W-O richting afgenomen tot 200 m, maar de N-Z strijklengte blijft ongewijzigd. Al in 1992 was een eerste positief effect zichtbaar in de vakken 85 en 101, momenteel behoren in alle pioniergebieden met tussendammen de opslibbingproblemen tot het verleden.



Links:

Opslibbingbalans in de Friese kwelderwerken, voor verschillende zones en voor verschillende tijdvakken. Vakken 001-063 = Het Bildt, 063-187 = Noorderleeg tot Holwerd, 187-250 = oost van Holwerd.

Rechts:

Opslibbingbalans in de Groninger kwelderwerken, voor verschillende zones en voor verschillende tijdvakken. Vakken 250-332 = Westpolder tot en met Negenboerenpolder, 332-402 = Linthorst Homanpolder, 402-516 = Noordpolder tot Emmapolder.

van het aangrenzende wad (de Boer & Koomen 1983). De hoogteveranderingen in deze vakken zijn vaak toe te schrijven aan effecten van buitenaf:

- de verhoogde natuurlijke opslibbing in de westelijke Friese meetvakken (21-85), een gevolg van de aanleg van de Afsluitdijk (!);
- slechte opslibbingcondities achter het Amelander zeegat (Ferwerd tot Holwerd, 101-167), een gevolg van veel golfenergie en veel stroming;
- gunstige opslibbingcondities oost van de Holwerder veerdam (tevens wantij Ameland), een gevolg van weinig golfenergie en weinig stroming;
- de verplaatsing van het wantij Schiermonnikoog - Julianapolder na 1969 als gevolg van de afsluiting van de Lauwerszee (4 km naar het oosten, van meetvak 260 naar 324);
- de altijd al slechte opslibbingcondities oost van Noordpolderzijl, waardoor het opgeven van de buitenste langsdammen daar een negatief effect had (meetvakken 488 en 508).

Experimenteel onderzoek

Vanaf 1982 zijn door de werkgroep diverse veldexperimenten uitgevoerd met als doel het kwelderareaal binnen de kwelderwerken in stand te houden, de hoeveelheid werkzaamheden te verminderen en de natuurwaarden zo mogelijk te verhogen. In 1982 zijn zes proefvakken ingericht. Daarin is geëxperimenteerd met verschillende

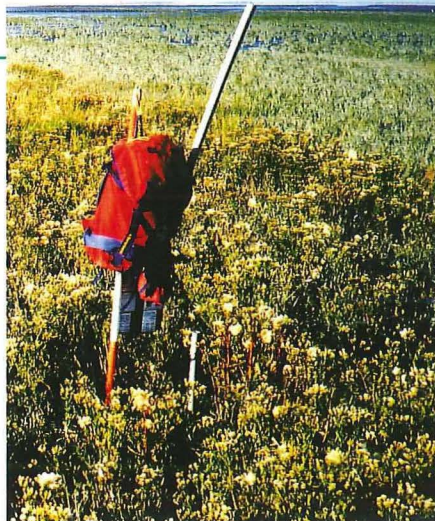
Dichtgeslibde greppel met ingeklonken sediment



greppelafmetingen in traditioneel werk (1982-1990), daarna met speciaal voor dit doel door aannemer Van der Stoel ontwikkelde smalle greppelfrezen (vanaf 1985), met gedeeltelijk dubbele greppelafstanden (1987-1994), het stoppen van het grondwerk in de onbegroeide delen (vanaf 1990) en uiteindelijk met het beperken van het grondwerk tot de meest essentiële watergangen (vanaf 1994). De resultaten van deze proeven zijn uitgewerkt en inmiddels al op praktijkschaal ingevoerd. Het belang van deze proefvakken was een geleidelijke ontwikkeling van kleinere greppels. Als gevolg daarvan gingen natuurlijke krachten een grotere rol in het open houden van de ontwatering spelen en uiteindelijk kon daardoor de hoeveelheid grondwerk drastisch worden vermindert. In hoofdstuk 7 gaan we dieper op de veranderingen in het grondwerk in.

In de periode 1994-1999 is door ALTERRA in opdracht van Rijkswaterstaat onderzoek uitgevoerd naar een houtvulling van de rijshoutdammen die duurzaam is en die op termijn leverbaar blijft. Op basis van vooronderzoek zijn in een proefdijk van 1200 m acht verschillende houtsoorten aangebracht. De resultaten van deze proef worden momenteel volop op praktijkschaal ingevoerd (zie hoofdstuk 6). Een tweede doel van de proefdijk is om te bekijken of een systeem van één langsdijk de kwelder tegen erosie kan beschermen. De bezinkvelden zeewaarts ontbreken. Dit deel van de proef is nog niet afgerond.

In 1994 en 1995 is onder leiding van de werkgroep door Sabine Reents een studie uitgevoerd waarbij het huidige greppelsysteem is vergeleken met natuurlijke kreeksystemen in een aantal referentiekwelders. Op basis van deze kreekstudie zijn in 1997 twee proefgebieden met een natuurlijker ontwatering ingericht: 200 ha met een onderhoudsarme ontwatering (oost van Holwerd) en 200 ha zonder ontwatering (Het Bildt). De resultaten van de proef worden onderzocht door ALTERRA en Rijkswaterstaat (zie hoofdstuk 7).



Het Bildt, proefvak 13. 2 jaar geen grondwerk en forse opslibbing. Zeeaster met op de achtergrond een optimale pionierzone. (sept. 1988)

Wat maakte de overstap van landaanwinning naar kwelderwerken mogelijk?

1. Cultuuromslag in kennis

Hoewel er een duidelijk verband bestaat tussen hoogte en vegetatietype, en dus ook tussen maatregelen die de opslibbing bevorderen en de ontwikkeling van de vegetatie, is dit verband niet altijd eenduidig. Dat komt omdat andere factoren zoals GHW-veranderingen en het weer in het voorjaar eveneens invloed uitoefenen op de vegetatie. Deze natuurlijke ontwikkelingen kunnen op de korte termijn voor belangrijke verschuivingen in het kwelderareaal zorgen. GHW en weer waren tussen 1976 en 1983 uitermate ongunstig, na 1983 tamelijk stabiel en in de periode 1991-1997 zeer gunstig. Voor de vegetatieontwikkeling op de lange termijn blijft de opslibbingbalans echter van doorslaggevend belang. Structurele maatregelen om de pionierzone te beschermen tegen stroming en golven (aansluiting van de rijshoutdammen op de kwelder, strijklengtes niet groter dan 200 m en het verhogen van oude rijshoutdammen) blijken op grond van onderzoek van primair belang voor de instandhouding van het kwelderareaal.

2. Cultuuromslag in denken

Het geformuleerde beleid is daadwerkelijk in het gewenste beheer omgezet, waarbij de essentiële randvoorwaarden waren:

- Bereidheid van de uitvoerende mensen van Rijkswaterstaat ("de werkvloer") en de werkgroep ("de theoretici") om van elkaar te leren.
- Bereidheid om gebruik te maken van de unieke kennis in de langjarige monitoringbestanden. Er was vasthoudendheid, kennis en optimisme van velen nodig om deze bestanden toegankelijk te maken.

- Een goede samenwerking van beleid, beheer, onderzoek en gespecialiseerde aannemingbedrijven.
- Een goede samenwerking van V&W, LNV en de Vereniging van oever-eigenaren en gebruikers. De steeds constructieve opstelling van de vertegenwoordigers van de oever-eigenaren was een belangrijke stimulans.

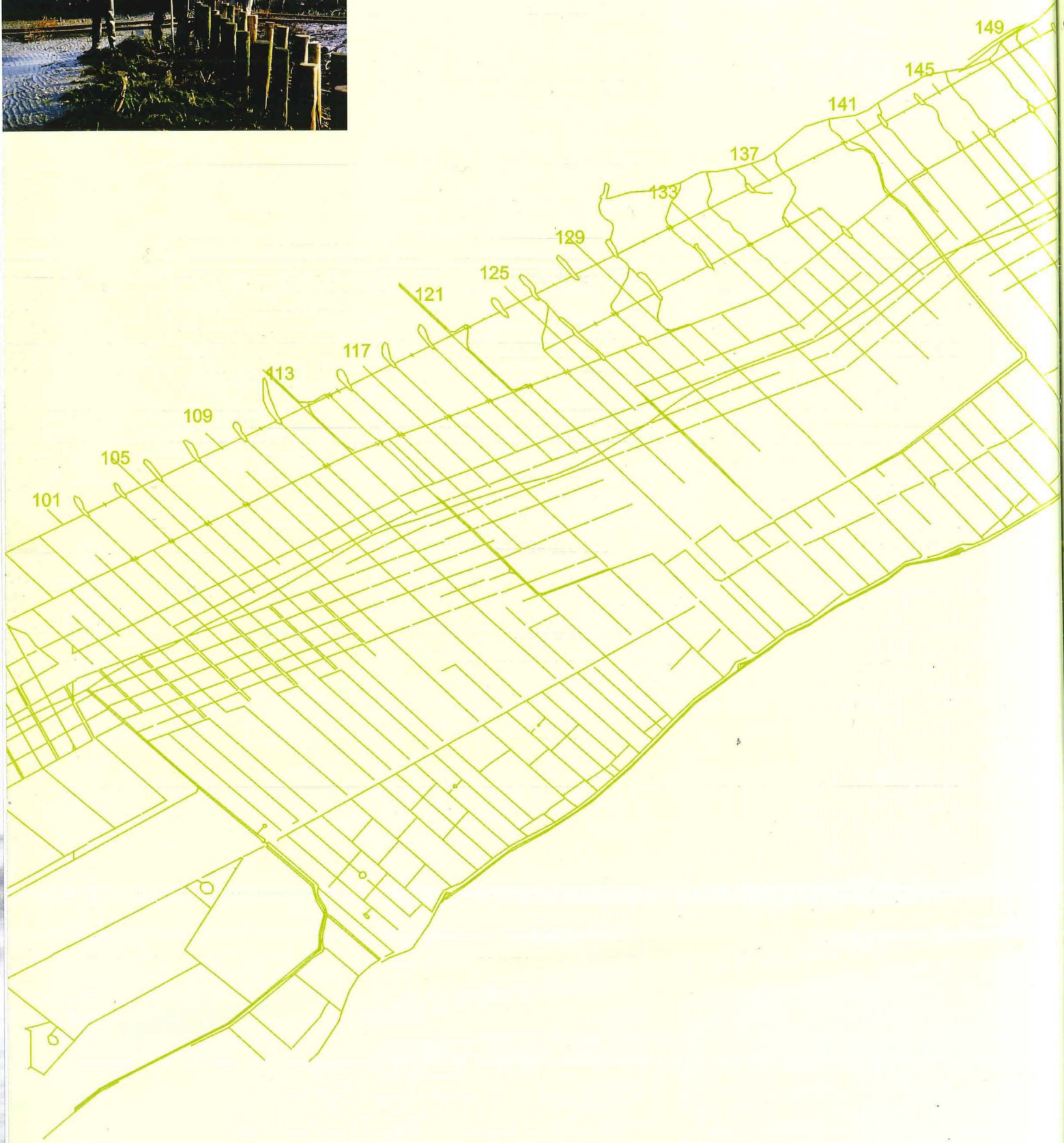
3. Cultuuromslag in beheer

De belangrijkste veranderingen die door 1 en 2 zijn teweeggebracht worden in de hoofdstukken 6 (rijshoutdammen) en 7 (grondwerk) in detail besproken. Samengevat zijn die veranderingen:

- Verschuiving van de nadruk van grondwerk naar rijshoutdammen.
- Optimalisatie van het patroon en de onderhoudstoestand van de rijshoutdammen. Daardoor minder ruimtebeslag op het wad omdat de zeewaartse reeks bezinkvelden overbodig is geworden.
- Geleidelijke ontwikkeling van kleinere greppels en sloten. Daardoor veel minder grondwerk.
- Onderhoud van greppels en sloten in de begroeide gebieden uitsluitend nog op basis van duidelijk omschreven functie-eisen en met aangepaste machines.
- Nagenoeg stoppen van het grondwerk in de onbegroeide gebieden.

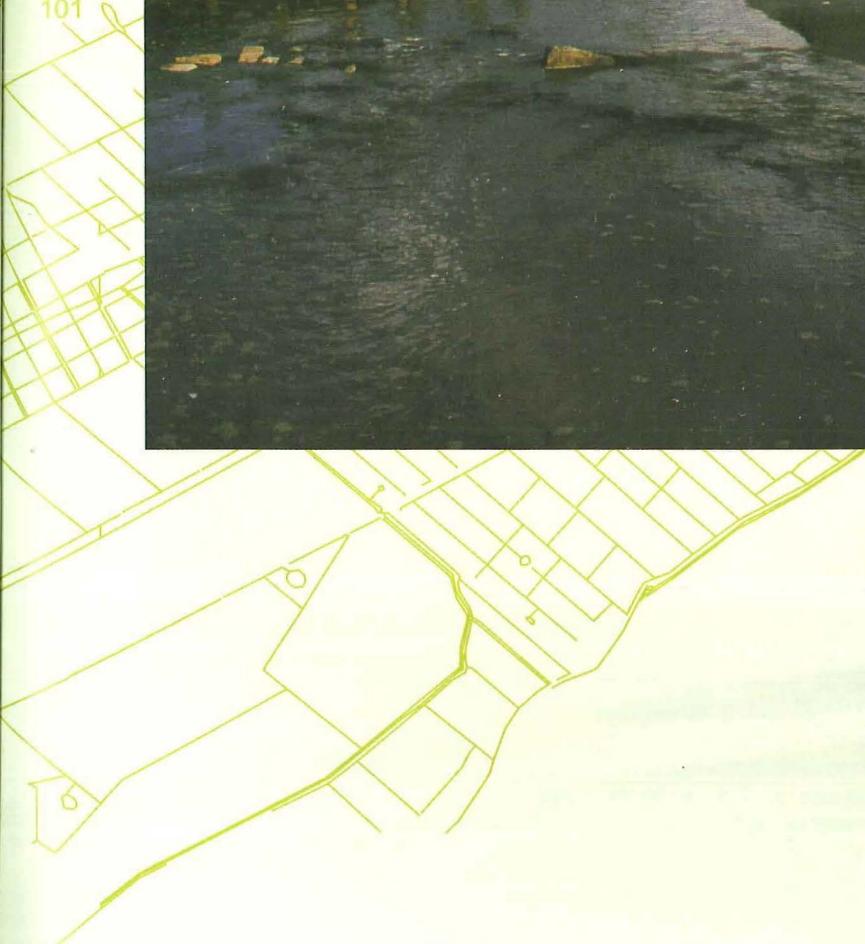
³ Een significante rol van de begreppeling voor de opslibbing in de overgangszone kon in de grondwerkstudie (zie hoofdstuk 7) niet worden aangetoond. Wel is bekend dat een eenmalige zware begreppeling op de grens tegen de kwelder voldoende kan zijn om de kwelder boven de kritieke zone 'uit te tillen'; dat heeft enerzijds met het effect van ontwatering te maken; anderzijds wordt de genoemde 99,7% van de Amerikaanse onderzoekers op die wijze kunstmatig overbrugd. Een praktijkproef met een "bufferzone" van zwaar grondwerk aan de rand van de kwelder heeft uitgewezen dat dit effect niet blijvend is. Zwaar grondwerk op deze wijze kan rijshoutdammen niet vervangen.

⁴ Grondwerk in de vorm van greppels, dwarssloten en lengteleidingen wordt in de buitenste bezinkvelden vanaf 1968 niet meer uitgevoerd. Aanleg van nieuwe bezinkvelden in de beginperiode van de kwelderwerken gaf in een viertal jaren een extra opslibbing van ca. 10 tot 30 cm. De afsluiting van de buitenste bezinkvelden in de 60er jaren in Groningen met een langsdijk heeft daar weinig aan toegevoegd.





101



Tussen wad en kwelder



6. Verbetering van de rijshoutdammen

In de huidige kwelderwerken spelen bezinkvelden omgeven door rijshoutdammen een grote rol bij het verminderen van stroming en golven. Zie de methode als een verlagings van de hydrodynamische energie tot een niveau waarbij vroeger natuurlijke kwelderaanwas optrad in beschut gelegen bochten van de kustlijn. De rijshoutdammen bevorderen de sedimentatie en de vestiging van planten en ze gaan erosie tegen.

De bezinkvelden veranderd

De afgelopen 20 jaar is veel aandacht besteed aan een optimale lay-out en onderhoudstoestand van de rijshoutdammen. Eerst door middel van onderzoek door de Rijkswaterstaat-ALTERRA-werkgroep, en na 1989 door een vrijwel complete aanpassing en renovatie van het dammensysteem door Rijkswaterstaat. Ook zijn vele alternatieven voor de damconstructie en het rijshout de revue gepasseerd. In de oorspronkelijk 220 km rijshoutdammen zijn de volgende wijzigingen aangebracht:

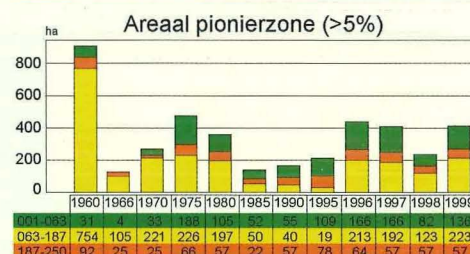
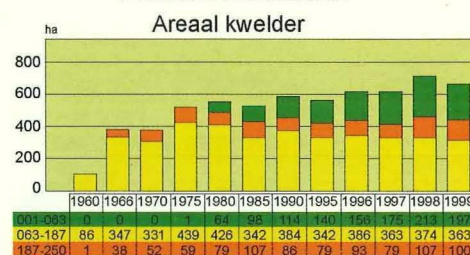
- De constructiehoogte van de rijshoutdammen is verhoogd tot de oorspronkelijke maat van 30 cm boven GHW. Door de stijging van gemiddeld hoogwater (2-3 mm per jaar) en plaatselijk door bodemdaling als gevolg van gaswinning uit het grote Groningen-veld was het aantal overstromingen over de oude dammen verdubbeld.
- In de kwelderzone zitten de dammen door de opslibbing al lang onder het maaiveld en spelen dus geen rol meer. De opslibbing wordt daar nu door de vegetatie bepaald. Waar de aansluiting tussen de kwelder en de rijshoutdammen verloren is gegaan versterkt erosie zichzelf door "achterloopsheid". Daar is/wordt de aansluiting hersteld door de dammen landwaarts te verlengen. Waar als gevolg van erosie de eerste langsdam boven het maaiveld is gekomen is/wordt deze herbouwd.
- In de pionierzone, meestal de tweede of middenste bezinkvelden, is de "strijklengte" voor windgolven verkleind indien de opslibbingbalans of kweldererosie daartoe aanleiding gaf. In eerste instantie met een grootschalig herstelprogramma van de rijshoutdammen (in het midden-deel van de Friese kwelderwerken door aanleg van tussendammen die de W-O strijklengte tot ca. 200 m verminderen; in het oostelijk deel van de Groninger kwelderwerken door aanleg van tussendammen en een langsdam die de strijklengte in zowel W-O als N-Z richtingen tot ca. 200 m verminderen). Recent is/wordt plaatselijk maatwerk aan de rijshoutdammen in het westelijk deel van de Groninger kwelderwerken verricht, met hetzelfde doel.

- De buitenste bezinkvelden, de wadzone genoemd, zijn grotendeels afgestoten door de dammen niet langer met rijshout te vullen. In eerste instantie rond 1990 alleen de zeewaartse langsdam, vanaf midden jaren 90 ook de hoofdammen. De draad over het rijshout is nog een aantal jaren gespannen ("neergezet") om het proces geleidelijk te laten verlopen.
- De traditionele constructie van de rijshoutdammen is als beste uit de bus gekomen, maar de vulling vindt na een praktijkproef nu door meer duurzame houtsoorten plaats.

De totale damlengte was in 2000 afgenomen tot 185 km en in 2004 wordt 160 km verwacht. Ondanks dat de verlaten buitenste bezinkvelden bij kustbewoners en bezoekers vragen oproepen blijkt uit de metingen aan de hoogte en de vegetatie dat het vernieuwde systeem van rijshoutdammen een uitermate effectieve bescherming van de pionierzone en de kwelder is. Bovendien legt het nieuwe systeem

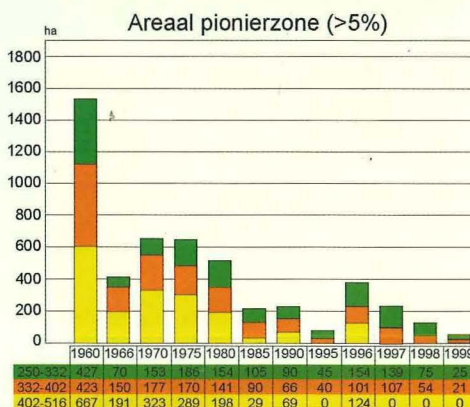
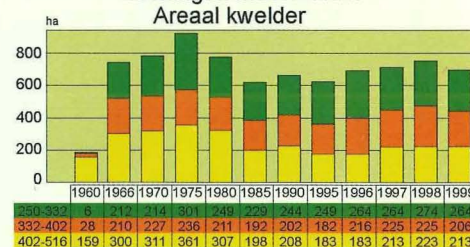
Kwelderareaal langs het vasteland van de Waddenzee. Op basis van vegetatieopnamen van de Rijkswaterstaat: periode 1960-1980 op basis van vegetatiekaarten van de gehele kwelderwerken; periode 1985-1999 op basis van extrapolatie vanuit 27 meetvakken. Vakken 001-063 = Het Bildt, 063-187 = Noorderleeg tot Holwerd, 187-250 = oost van Holwerd, 250-332 = Westpolder tot en met Negenboerenpolder, 332-402 = Linthorst Homanpolder, 402-516 = Noordpolder tot Emmapolder. De afname van het areaal van de pionierzones in de beginjaren van de kwelderwerken komt door de groei van het kwelderareaal direct na 1960.

Friesland meetvakken



vaknummers: 001-063 063-187 187-250

Groningen meetvakken



vaknummers: 250-332 332-402 402-516

ca. 2.000 ha minder ruimtebeslag op de wadplaten en is het na de aanloopkosten veel goedkoper in onderhoud.

Erosieproblemen in de periode 1975-1985

Het merendeel van de aanwas van kwelders in de kwelderwerken heeft in de jaren 60 plaatsgevonden. In de tweede helft van de jaren 70 en begin jaren 80 vond op grote schaal kweldererosie plaats. Het verlies aan kwelderareaal in de periode 1975-1985 was in Groningen maar liefst 273 ha. In de loop van de jaren 80 zette een herstel van het kwelderareaal in. Op de west- en oostflank van de Friese kwelderwerken is de kwelderaanwas later begonnen en langer doorgegaan. Langs de oostelijke helft van de Groninger kwelderwerken bleef tot 1996 een geringe afname zichtbaar. De omslag van aanwas in erosie gedurende de tweede helft van de jaren 70 is ten dele bepaald door verhoogde windsnelheden uit westelijke richting tussen 1976 en 1983 en de daaruit volgende extreme verhoging van GHW (17 cm in 7 jaar; Bossinade et al. 1983). Met name in de pionierzone, de overgangszone van onbegroeide naar begroeide bezinkvelden, is op veel plaatsen de opslibbing onvoldoende geweest om de GHW-stijging bij te houden (zie de figuren

"Opslibbingbalans" in hoofdstuk 5). Omdat de opslibbing in de kwelderzone doorging leidde het opslibbingtekort in de pionierzone tot een toenemend hoogteverschil op de kweldergrens (zie de figuren met het hoogteverloop in de meetvakken 85 en 145). Dat levert de aanzet tot klifvorming op de grens van de pionierzone en de kwelder en daarna tot horizontale erosie van de achterliggende kwelder.

Een analyse van de langjarige monitoringbestanden door de werkgroep in de dammenstudie van 1988 heeft aan het licht gebracht dat tijdens een periode met cumulatie van:

- meer wind, dus slechtere hydrodynamische randvoorwaarden,
- hogere hoogwaterstanden,
- een niet optimale lay-out en een slechte onderhoudstoestand van de rijnshoutdammen¹,
- en minder grondwerk,

het patroon van de rijnshoutdammen niet toereikend was om voor de gewenste rust in het water te zorgen. Dit bleek voornamelijk in de pionierzone (de zone tussen de 5% kweldergrasgrens

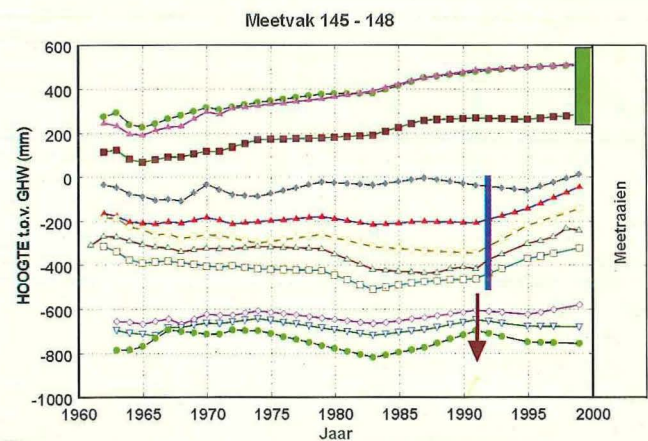
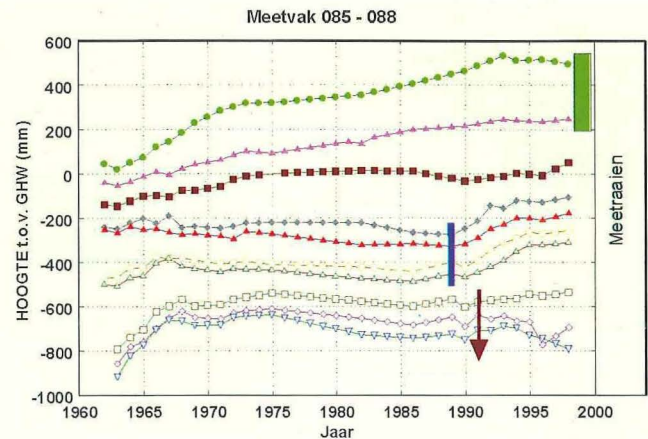
en GHW - 60 cm) een negatieve opslibbingbalans op te leveren: In bijna alle gevallen waar de strijklengte binnen de bezinkvelden was toegenomen! Voor de buitenste bezinkvelden (gedefinieerd als zone beneden GHW - 60 cm) bleek dit negatieve verband tussen opslibbing en strijklengte binnen de bezinkvelden niet te bestaan, maar bepaald de ligging van de geulen en de hoogte van de wadplaten in de aangrenzende Waddenzee de opslibbingbalans (Dijkema et al. 1988; Janssen-Stelder 2000).

Periode van herstel en stabilisatie

De verbetering van de lay-out van de rijnshoutdammen in de pionierzone heeft tot gevolg gehad dat:

- de opslibbing in de pionierzone snel en volledig is hersteld in nagenoeg alle meetvakken waar vakverkleining heeft plaatsgevonden;

¹ De bescherming door de rijnshoutdammen was in de looptijd van de kwelderwerken steeds slechter geworden door: (a) de palen waren aan het einde van hun levensduur, (b) grotere bezinkvelden in de pionierzone door terugschrijdende erosie van de kwelderzone en door achterloopseheid van de dammen en (c) verdubbeling van het aantal overvloedingen van de rijnshoutdammen door de GHW-stijging en plaatselijk door bodemdaling als gevolg van het Groninger gasveld.



Hoogte t.o.v. GHW (opslibbing)

- = kwelderzone
- ↓ = jaar en locatie buitenste lengtedam verlaten
- ↓ = jaar en locatie tussendam (nieuwbouw loodrecht op de kust)

Effect van de verkleining van de strijklengte van de golven in de pionierzone van de kwelderwerken van 400 m naar 200 m. Voorbeelden van het hoogteverloop in de Friese meetvakken 85 (Noorderleeg) en 145 (Blija).

- de afname van het kwelderareaal tot staan is gebracht en dat zelfs weer enige groei van het kwelderareaal heeft plaatsgevonden.

Op basis van de ervaring met de oor-

spronkelijke aanleg van de bezinkvelden was een snelle opslibbing in de pionierzone gedurende 5 jaar verwacht en daarna een afvlakking. Het positief effect van de nieuwe tussendammen en de langsdammen gaat nog steeds door en blijft

vaak langer hoog dan de voorspelde 5 jaar. De huidige stabilisatie van de kwelderwerken is mede bevorderd door een stabiel GHW-niveau van 1983 tot 1997. De verbeteringen van het damonderhoud en de nieuwe tussendammen

Areaal pionierzones

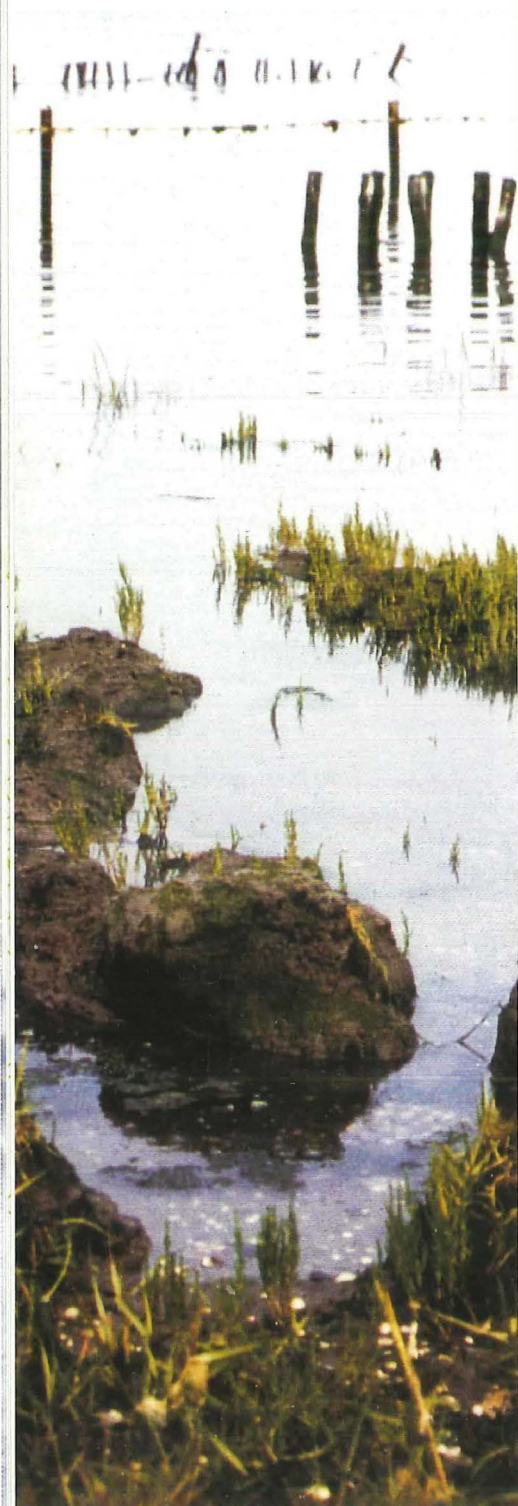
Bij het areaal van de éénjarige pionierzone moet rekening worden gehouden met grote jaar-op-jaar schommelingen als gevolg van verschillende weeromstandigheden: winterstormen (wegspoelen van het zaad), kiemingomstandigheden in het voorjaar (op het juiste moment regen en warmte) en voorjaarsstormen (uitspoeling van de planten). De vermindering van het grondwerk zal de jaarlijkse schommelingen versterkt hebben omdat er geen stabiele akkers meer worden opgebouwd. Er ontstaat een dynamischer en natuurlijker systeem, wat past in het gewenste beheer. Zo was 1994 een goed jaar, 1995 was slecht en in 1996 en 1997 vond een spectaculaire groei van het areaal pionierzones in de gehele kwelderwerken plaats. Dat hing samen met uitermate gunstige weeromstandigheden, waaronder lage hoogwaters. In 1998 is het areaal van de pionierzones in beide provincies weer enorm achteruitgegaan. Waarschijnlijk heeft dit te maken met het GHW van 1998, dat de hoogste waarde van de afgelopen eeuw heeft na een reeks van lage hoogwaterjaren. Het negatieve verband met de pionierzones hoeft niet rechtstreeks via GHW zelf te lopen, eerder via perioden met ruw weer, die de zaden en/of kiemplanten wegspoelen. De enorme achteruitgang van de Groninger pionierzone in 1999 (tot eenzelfde minimum als in 1995) is te verklaren omdat 1999 weer een hoog GHW had, met 1998 behorend tot de 5 hoogste van de afgelopen eeuw. Het wekt daarom verbazing dat tegelijkertijd het areaal van de Friese pionierzones toeneemt naar dezelfde hoge waarden als in 1996 en 1997.

Mogelijke verklaringen voor het verschil in ontwikkeling tussen de Friese en Groninger pionierzones zijn:

- Stormen hebben meer effect in de Groninger Waddenzee, omdat de getijbekkens daar grotere zeegaten en kleinere barriere-eilanden hebben (metingen in het proefschrift van Janssen-Stelder, 2000).

- In de westelijke en midden Groninger kwelderwerken heeft geen verkleining van de bezinkvelden plaatsgevonden. De grootste toename van het areaal pionierzone vond in het Friese middengebied plaats (vak 65-187), waar het dammenbestand het afgelopen decennium grondig is gerenoveerd en herverkaveld.
- Mogelijk moet dat laatste verschil in samenhang met de afname van het grondwerk worden gezien. Intensief grondwerk in het verleden zorgde voor een verkleining van de strijklengte en een vergroting van de bodemruwheid als gevolg van de vele grondruggen. De bescherming door deze grondruggen is weggevalen. Dat is "de prijs" voor een natuurlijker onderhoud van de kwelderwerken. In de gebieden die voor 1990 een negatieve opslibbingbalans hadden is deze bescherming overgenomen door de bouw van extra rijshoutdammen.
- Vermindering van het grondwerk heeft als neveneffect dat de aansluiting van de hoofddammen en tussendammen op de kwelder verloren kan gaan. Door "achterloopsheid" ontstaat dan extra erosie door stroming. Dat punt heeft hoge prioriteit in het onderhoud van de rijshoutdammen en wordt momenteel geleidelijk opgelost door deze dammen kwelderwaarts te verlengen.
- De bodemsamenstelling in de Friese kwelderwerken is zwaarder. De bodem en de planten van de pionierzone zijn bij een bodem met een slibgehalte boven 20% beter bestand tegen erosie (metingen in het proefschrift van Houwing, 2000).

De ontwikkelingen in de westelijke en midden Groninger kwelderwerken is een aandachtspunt voor de monitoring in de komende jaren, maar geen reden voor een koersverandering. In het dammensysteem van genoemd gebied is/wordt al een op maat gesneden verkleining van de strijklengtes in de pionierzone doorgevoerd.



zorgen echter ook voor afdoende bescherming tegen stroming en golven nu de GHW-niveaus in de recente periode 1998-2000 uitzonderlijk hoog zijn. In de Friese kwelderwerken is de opslibbingbalans in de pionierzone op de westflank en de oostflank in de gehele periode 1960-1999 steeds positief (de vakken 1-65 en oost van dam 187). Dat was in 1988 voor de werkgroep de reden om daar geen vakverkleining te adviseren. Opvallend is dat in de westelijke en midden Groninger kwelderwerken de opslibbing recent moeizaam verloopt of soms negatief is



Gevarieerde begroeiing van zoutplanten bij een extensieve beweiding. Linthorst Homanpolder 1993

Opslibbingbalans in de meetvakken (kwalitatief als +, =, of -; t.o.v. 2,5 mm/jaar hoogwaterstijging)

Meetvakken	Kwelderzone			Pionierzone			beheer	Wadzone			beheer
	68-80	80-90	90-99	68-80	80-90	90-99		68-80	80-90	90-99	
Friesland											
005-008	+	+	=	+	=	+		+	=	=	
021-024	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
041-044	+	+	+	+	+	+		+	+	+	4
053-056	+	+	=	+	+	+		+	+	+	4
069-072	+	+	+	-	+	+	1	+	+	+	4
085-088	+	+	=	-	-	+	1	+	+	+	4
101-104	+	+	+	-	-	+	1	+	+	+	4
121-124	+	+	+	-	-	+	1	+	+	+	4
145-148	+	+	=	-	-	+	1	+	+	+	4
167-170	+	+	+	+	-	+	1	+	+	+	4
205-208	+	+	+	+	+	+		+	+	+	3
Groningen											
260-263	=	+	=	-	+	=		+	+	=	
286-289	+	+	+	+	+	+		+	+	+	4
308-311	+	+	+	+	+	+		+	+	+	4
324-327	+	+	+	+	+	+		+	+	+	4
336-338	+	+	+	+	+	+		+	+	+	4
356-359	+	+	+	+	+	-		+	+	+	4
372-375	+	+	=	+	+	+		+	+	+	
392-395	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	
412-415	+	+	+	=	-	+	1,2	+	+	+	4
428-431	+	+	+	+	-	+	1,2	+	+	+	4
448-451	+	+	+	+	+	+	2	+	+	+	4
468-471	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	3
488-491	+	+	+	-	-	+	1	+	+	+	3

□ groep van meetvakken die er negatief uitspringt

Oppervlakte bezinkveld in de betreffende zone:

- < 10 ha (b.v. 200x400 m = oorspronkelijke Sleeswijk-Holstein methode)
- 10-20 ha (b.v. 400x400 m = gewijzigde Sleeswijk-Holstein methode)
- > 20 ha (>500x400 m; in de pionierzone gevolg van terugschrijdende kweldererosie)
- meerjarige kweldervegetatie

1= bouw tussendam 1989-1996

2= bouw langsdam 1994-1996

3= bezinkveld verlaten voor 1990

4= bezinkveld verlaten 1990-2000

Conclusies uit de tabel:

- Een meerjarige kweldervegetatie zorgt vrijwel altijd voor opslibbing.
- De wadzone vertoont een wisselende opslibbingbalans. De strijklengtes waren daar altijd al groot (Friesland) of zijn in het afgelopen decennium sterk vergroot (Groningen), zonder dat dit éénduidige effecten op de opslibbingbalans heeft.
- De opslibbingbalans in de pionierzone is uitermate gevoelig voor de strijklengtes binnen de bezinkvelden. Vergroting van de strijklengtes leidt tot een negatieve opslibbingbalans (periode 1980-1990 Friesland midden en Groningen oost; periode 1990-1999 Groningen west).

Verkleining van de strijklengtes leidt tot een positieve opslibbingbalans (periode 1990-1999 Friesland midden en Groningen oost).

- Het belang van voldoende en goede rijshoutdammen in de pionierzone is overtuigend aangetoond. De voormalige probleemgebieden hebben na de verbeteringen aan het dammenbestand allemaal een positieve opslibbingbalans! Opvallend is dat in de westelijke Groninger kwelderwerken, waar geen vakverkleining heeft plaatsgevonden, als enige deelgebied de opslibbing in de pionierzone is afgenomen! In "Areaal pionierzones" wordt daar dieper op ingegaan.

(de vakken 250-392). Tien jaar geleden was dit deel van de pionierzone in de Groninger kwelderwerken nog een goed opslibbinggebied en de werkgroep adviseerde op grond daarvan geen vakverkleining. In de "Samenvatting van de opslibbing" hieronder wordt dieper op de details ingegaan.

In samenhang met de vakverkleining in de pionierzone is in het merendeel van de buitenste bezinkvelden het damonderhoud geleidelijk gestopt. Als gevolg daarvan is het beeld van het hoogterloop nauwelijks gewijzigd:

- in de buitenste bezinkvelden zelf een ruimtelijke afwisseling van erosie, stabilisering of verdere opslibbing;
- effecten in de tweede bezinkvelden zijn als gevolg van het hoogterloop in de buitenste bezinkvelden niet waargenomen.

Samenvatting van de opslibbing

De informatie van de waterpassing van de hoogte wordt jaarlijks bijgewerkt in grafieken met alle meetlijnen per meetvak. Deze grafieken geven een gedetailleerd inzicht in de lange termijn

- De informatie van de waterpassing van de hoogte wordt jaarlijks bijgewerkt in grafieken met alle meetlijnen per meetvak. Deze grafieken geven een gedetailleerd inzicht in de lange termijn

ontwikkeling (1960-2000) van de kwelderwerken. Voorbeelden van het hoogteverloop in de meetvakken staan in hoofdstuk 5 en in dit hoofdstuk. De meetlijnen vertonen binnen de kwelderzone, de pionierzone en de wadzone veel overeenkomsten, maar tussen die zones kunnen de verschillen groot zijn. In navolging en als update van de dammenstudie uit 1988 zijn de trends per zone, per meetvak en per tijdvak als opslibbingbalans (+, = of —) in één samenvattende tabel opgenomen. Groepen van meetvakken die er negatief uitspringen zijn door een box omgeven. De factoren die veel invloed op de



Rijshoutdammen zorgen voor rust in het water, zoals is te zien in het verschil in golven links en rechts van de dam.

opslibbingbalans hebben zijn in kleur in dezelfde tabel aangegeven:

- de oppervlakte van de meetvakken als een maat voor de strijklengte en
- de aanwezigheid van een meerjarige kweldervegetatie.

Vergroting van de strijklengtes komt meestal door terugschrijdende erosie van de kwelderzone. Verkleining van de strijklengte door de bouw van tussendammen en/of langsdammen. In de kolom "beheer" zijn eventuele veranderingen aan de rijshoutdammen opgesomd.

Proefdam bij Noordpolderzijk

De afname van de pionierzone in Groningen was het sterkst in de oostelijke deelgebieden (inclusief de Linthorst Homanpolder). De ontwikkeling van het GHW-niveau is na 1983 gunstig geweest maar dat is hier ten dele tenietgedaan door de plaatselijke bodemdaling (1-3 mm per jaar) door gaswinning uit het grote Groningen-veld. De verklaring van de afname van de pioniervegetatie in het oosten ligt in een cumulatie van de afname van het grondwerk in de pionierzone, onvoldoende bescherming tegen stroming en golven door te grote bezinkvelden en bodemdaling (die o.a. de dammen verlaagt). Op advies van de Commissie Bodemdaling Aardgaswinning heeft de NAM daarom een deel van de maatregelen betaald die zijn genomen om de rijshoutdammen in de pionierzone van de kwelderwerken langs de Noordpolder en de Lauwerpolder te herstellen en te verbeteren.

De reguliere optimalisatie van het dammenbestand is langs de Lauwerpolder al in 1989 begonnen met 3 tussendammen. In 1992 en 1993 zijn 10 tussendammen west van Noordpolderzijk gebouwd en in 1994 1.200 m proefdam oost van Noordpolderzijk op ca. 250 m van en parallel aan de kwelderrand. De proefdam is een traditionele langsdam, echter gevuld met 8 verschillende soorten duurzaam hout en met een grotere aanleghoogte (60 cm boven GHW, normaal is 30 cm boven GHW). Deze constructie moet de kwelders beter beschermen en tevens de zeewaarts gelegen bezinkvelden vervangen. De erosie west en oost van Noordpolderzijk liet verder uitstel van maatregelen niet toe. Daarom volgde al in 1995/1996 4.000 m soortgelijke

langsdam west van Noordpolderzijk en in 1998 5.500 m langsdam oost van Noordpolderzijk (100 m noordelijker dan de verdwenen eerste langsdam). Vanwege de onzekerheid die nog bestaat over eventuele erosie op het voorliggende wad worden in tegenstelling tot de proefdam west van Noordpolderzijk de gehele tweede bezinkvelden gehandhaafd en oost van Noordpolderzijk de hoofddammen en tussendammen over een afstand van ca. 250 m loodrecht op de kust. Deze maatregelen tesamen hebben een zodanige structurele oplossing gebracht dat dit vroegere "rampgebied" (zo genoemd door de kantoniers) nu tot de betere kwelderwerken behoort.

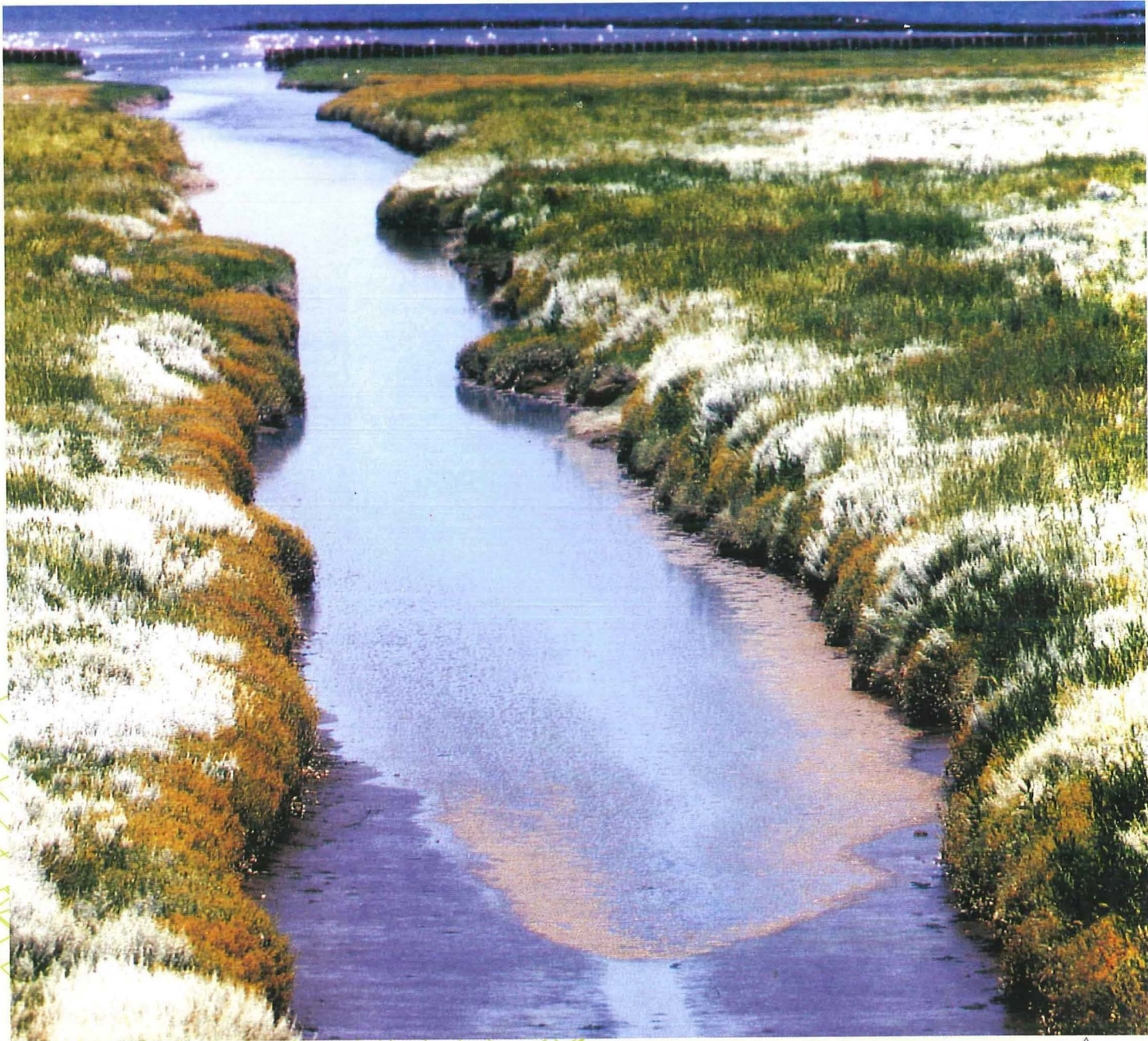
Het doel van de proef ten oosten van Noordpolderzijk is dus tweeledig:

- nagaan welke soorten vulhout het meest duurzaam zijn;
- nagaan of een systeem met één langsdam (die iets hoger en zwaarder is geconstrueerd), in combinatie met hoofddammen en tussendammen alleen landwaarts van de langsdam, de kwelder tegen erosie kan beschermen.

Het onderzoek door ALTERRA Wageningen naar de duurzaamheid van verschillende soorten vulhout (tussen de twee palenrijen) in de proefdam is afgerond (de Vries & de Jong 2000). Het resultaat is dat vier houtsoorten een grotere duurzaamheid hebben dan de thans meest gebruikte soorten boshout. Het gaat om Amerikaanse eik (werd al toegepast), Douglas (uit verjonging van bos), Fijnspar (takken van oude bomen) en eventueel Amerikaanse vogelkers. Naast de houtsoort is tevens de dikte van de takken van groot belang voor de duurzaamheid. Mede op basis van dit

onderzoek is een verdere extensivering van het onderhoud aan de dammen mogelijk. Uiteraard is de toe te passen houtsoort ook afhankelijk van wat beschikbaar is en van de kostprijs. Mede door het gebruik van duurzamere houtsoorten is Rijkswaterstaat vanaf 2000 overgegaan tot het elk jaar bijvullen van eenderde deel van de rijshoutdammen in plaats van de helft.

Het tweede deel van de proef bestaat uit het volgen van de ontwikkeling van de vegetatie en de bodemhoogte. De nieuwe langsdam is iets hoger en zwaarder geconstrueerd en traditioneel met de kwelder verbonden door hoofddammen en tussendammen. Uit de vegetatie-opnamen in 1994, 1995 en 1996 blijkt dat de totale begroeiing flink is toegenomen. De proefdam heeft een positief effect op de ontwikkeling van de kwelder landwaarts van de proefdam. Hoogtemetingen worden uitgevoerd zowel aan de landzijde als de zeezijde van de langsdam. Verlaging van de bodem direct aan de zeezijde van de proefdam is een punt van aandacht. Bij een voortgaande verlaging van de wadbodem kunnen problemen ontstaan bij het instandhouden van de langsdam. Een te groot hoogteverschil ter weerszijden van de langsdam leidt tot meer schade aan de dam door golf- en stroomaanval. De proefdam lijkt op een vooroever-verdediging en heeft als neveneffect dat een "hardere" grens ontstaat tussen kwelder en wad: de pionierzone zeewaarts van de dam gaat daardoor achteruit. De bedoeling is om in 2002 op basis van vervolgonnamen een evaluatie van dit onderdeel van de proef op te stellen.



101



7. Ontwatering en grondwerk

Omdat de kwelderwerken in de Waddenzee door middel van rijshout-dammen en begreppeling zijn gecreëerd en anderzijds de kweldervegetatie zich natuurlijk heeft gevestigd spreken we in navolging van prof. dr. V. Westhoff van een half-natuurlijk landschap. Het is onjuist om in navolging van sommige publicaties (b.v. in Kempf et al. 1987) de voormalige landaanwinningswerken te beschouwen als kwelders waar een bestaand krekensysteem is vervangen door greppels. Greppels hebben juist de ontwikkeling van de kwelder in gang gezet. Krekens kunnen pas worden gevormd in een later stadium van een eventuele natuurlijke kwelderontwikkeling.

Natuurlijkheid van het landschap

Uit de praktijk van het natuurbeheer is gebleken dat half-natuurlijke landschappen het beste in stand worden gehouden door een beheer dat aansluit bij de traditionele methoden waardoor deze zijn ontstaan. Dat wil niet zeggen dat de huidige beheermethoden altijd het meest effectief zijn. De begreppeling in de kwelderwerken doet afbreuk aan het natuurlijk beeld dat in het huidige beleid wordt gewenst. Doel van de uitgevoerde studies is het ontwikkelen van methoden die beter aansluiten bij deze door de samenleving gewenste natuurlijkheid, zonder daarbij kwelderareaal te verliezen. Dat doel noemen we een begeleid-natuurlijk landschap.

	NATUURLIJK		KWELDERWERKEN	
	Hilgenriedersiel	Leybucht	Noordpolder/ Lauwerpolder	
Pioniervegetatie bedekking > 5%	-18	-55	-38	
Initiële kwelder kweldergras > 5%	-12	-15	-16	
Lage kwelderzone	+12	-15	-7	

Ondergrenzen van de vegetatiezones in cm t.o.v. GHW in een natuurlijke vastelandkwelder (Hilgenriedersiel, Duitsland, 1968 en 1969, getijamplitude 252 cm, gegevens Heykena 1970), vergeleken met die van twee begreppelde kwelders (Leybucht, Duitsland, 1975, getijamplitude 263 cm, gegevens Scherfose 1989; meetvakken 412-508, Noordpolder en Lauwerpolder, 1960-1977, getijamplitude 248 cm). Overgenomen uit de grondwerkstudie.

In de kwelderwerken zijn de huidige natuurwaarden dus mede door menselijk ingrijpen ontstaan. Gebleken is dat de methode om kwelderaanwas te bevorderen met greppels effectief is in het begroeide gebied en in een zone van ca. 100 m daarbuiten, omdat een steviger bodem en een gesloten vegetatiedek wordt bevorderd. De vegetatie op zijn

beurt bevordert de opslibbing. Met in hoofdzaak deze methode is 500 jaar landaanwinning door de boeren bedreven. De methode moet dus effectief geweest zijn. We schatten nu in dat de ondergrens van de vegetatie als gevolg van begreppeling zo'n 10-20 cm lager op het wad ligt dan bij een natuurlijke kwelder. Er is maar één goed gedocumenteerd voorbeeld van een natuurlijke vastelandkwelder om deze schatting te onderbouwen (zie de tabel). De begreppeling zou op grond daarvan een even groot aandeel aan de uitbreiding van de kwelder hebben gehad als de aanleg van de rijshoutdammen. De instandhouding van de kwelderwerken nu komt voornamelijk voor rekening van de rijshoutdammen.

In de gewijzigde Sleeswijk-Holsteinmethode werden de greppels vergroot en bovendien veel lager op het wad gegraven om de opslibbing rechtstreeks te bevorderen. Men spreekt daarom van grondwerk. Uit onderzoek van de langjarige databestanden van de meetvakken (in de grondwerkstudie) is echter gebleken dat er geen enkel verband bestaat tussen de hoeveelheid grondwerk en de opslibbing. Daarom zijn de greppels in de Nederlandse kwelderwerken de afgelopen 10 jaar weer verkleind en nu tot een minimum beperkt: een stap op weg naar een natuurlijker beeld. In het Trilaterale Wadden Sea Plan (Ministersconferentie Stade 1997) is het ontwikkelen van een natuurlijk drainagepatroon één van de belangrijkste actiepunten voor kwelders. In een "krekensproef" van 400 ha bekijken Rijkswaterstaat en ALTERRA of de ontwikkeling van een natuurlijk drainagepatroon in al volgegroeide kwelderwerken mogelijk is (zie hierna in dit hoofdstuk).



Verband opslibbing-grondwerk

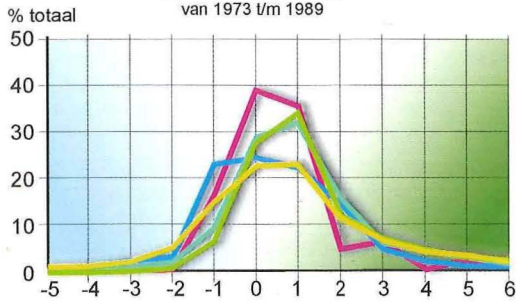
Bron: Grondwerkstudie 1991

In Friesland (meetvakken 5-240) en in Groningen (meetvakken 260-511) is in vier zones (de kale zone, de pionierzone, de initiële kwelderzone en de kwelderzone) in de periode 1973-1989 geen significant verband gevonden tussen de hoeveelheid greppelonderhoud en de opslibbing. In de enkele gevallen waarin een grafische methode de mogelijkheid van een verband aangeeft wordt dit niet bevestigd door een multiple regressie-analyse. Zowel in Groningen als in Friesland is de opslibbing in de kale zone significant lager dan in de overige zones. Uit deze resultaten is geconcludeerd dat greppelonderhoud geen directe invloed heeft op de opslibbingsnelheid. Greppelonderhoud kan dus niet als primair doel het ophogen van het maaiveld hebben want dat werkt niet. Dit betekent niet dat grondwerk op basis van deze analyse ineens overbodig is voor het beheer van de kwelderwerken. In de eerste plaats is alleen naar het effect van greppelonderhoud gekeken terwijl een ander deel van het grondwerk uit het onderhoud van gronddammen, dwarsloten en hoofdleidingen bestaat. In de tweede plaats is al eerder aangetoond dat greppelonderhoud een positieve invloed op de vegetatieontwikkeling heeft. Daardoor levert greppelonderhoud indirect een positieve bijdrage aan de opslibbing in de begroeide zone.

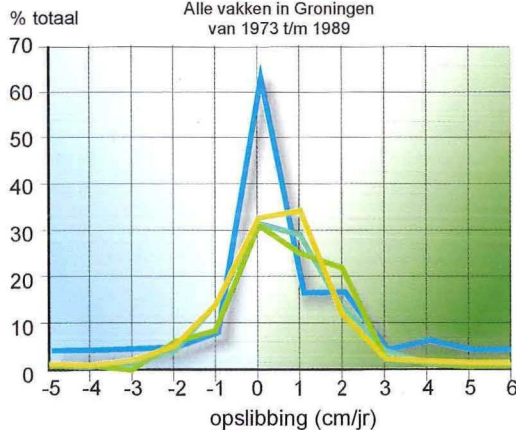
Zie grafieken hiernaast >

Relatie Opslibbing - Grondwerk

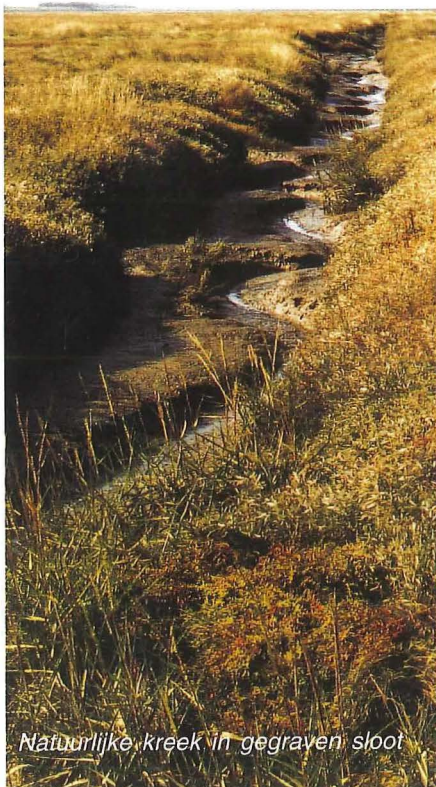
Alle vakken in Friesland
van 1973 t/m 1989



Alle vakken in Groningen
van 1973 t/m 1989



Grondwerk
 0,0 m³/m
 <0,0-0,2 m³/m
 <0,2-0,4 m³/m
 <0,4-0,6 m³/m
 <0,6-0,8 m³/m



Natuurlijke kreek in gegraven sloot

Verband ontwatering-vegetatie

Bron: Grondwerkstudie 1991

Het ontstaan van een krekensysteem is door de betere ontwatering een belangrijke stimulans voor de groei van de meeste kwelderplanten. De ontwatering bevordert de successie naar de opvolgende vegetatietypen in de kwelderontwikkeling. Tijdens de beginstadia zijn bodemaëratie en bodemstabiliteit de sleutelfactoren voor de kwelderplanten terwijl met het toenemen van de hoogte de bodemsaliniteit en concurrentie tussen de planten belangrijker worden. De praktijk van de kwelderwerken in Nederland, Duitsland en Denemarken heeft geleerd dat een begreppeling de groeiomstandigheden van kwelderplanten verbetert. Door een begreppeling in b.v. de pionierzone beneden de kweldergrasgrens kan de bodemdorluchting kunstmatig van de pionierzone naar de lage kwelderzone worden verbeterd. Op die wijze gaat kweldergras op een lager niveau groeien dan van nature het geval zou zijn met als gevolg dat de kwelder zich uitbreidt. Bovendien is in de praktijk gebleken dat de bedekking met een meerjarige kweldervegetatie door de begreppeling toeneemt. Tenslotte is er nog het effect dat een beter ontwaterde bodem stabiel is, waardoor de vestiging en overleving van de pionierplanten optimaler verloopt.

Vastelandkwelders zonder begreppeling zijn er vrijwel niet, zodat er weinig vergelijkingsmateriaal is om het effect van de begreppeling op de vegetatie te bewijzen. Een proef waarbij de begreppeling wordt stopgezet zal meer dan tien jaar moeten duren omdat de bestaande greppels zeer lang een effect blijven behouden. De onbewerkte delen van de meetvakken 356 en 372 geven wel enige aanwijzingen in de vorm van het lang achterblijven van de kwelderontwikkeling en een hogere bedekking met Engels slijkgras. Maar door de beschermende werking van de zeewaarts liggende kwelderwerken is hier eerder sprake van dijkputten die opgevuld raken met sediment dan van een natuurlijke kwelder. Verder zijn er enige voorbeelden van oudere boerenkwelders waar de begreppeling al langere tijd niet meer onderhouden wordt. Dat leidt langs de delen van de Noordpolder en in de Dollard tot het verdwijnen van de meerjarige vegetatie

op soms aanzienlijke oppervlakten. In de Dollard is dat gedocumenteerd met luchtfoto's en vegetatiekaarten van Rijkswaterstaat, waaruit blijkt dat de onbegroeide plekken afmetingen tot ca. 100 x 200 m hebben aangenomen.

Andersom zijn er voorbeelden door P. Bouwsema van Rijkswaterstaat genoemd waarbij ontwatering leidt tot een versnelling van de vegetatieontwikkeling. In het gebied met extreem snelle opslibbing langs Het Bildt is de begroeiing zich pas is gaan uitbreiden nadat de eerste begreppeling had plaatsgevonden. Voor de Oostpolder ter plaatse van de huidige Eemshaven lag een gebied met drie meter brede dichtgeslibde greppels die weinig in hoogte verschillen met de akkers. De akkers hadden een kweldergrasbegroeiing, de oude greppels waren nat en onbegroeid. In de oude brede greppels werd vroeg in het seizoen met het allereerste freeswerk geëxperimenteerd. De oude greppel buiten de veel kleinere freesgreppel raakte zo snel met kweldergras begroeid dat men van een "kweldergrasmachine" sprak. Verder is er nog het verhaal van de Rottumer-plaat. De natuurlijke kwelder bezuiden de stuifdijk kwam daar pas tot ontwikkeling nadat er kreekvorming begon op te treden in oude tractorsporen. Van Skallingen in Denemarken heeft B. Jakobsen (1953) beschreven dat de kweldervegetatie gelijke tred hield met de ontwikkeling van krekensystemen nadat er al zeekraal aanwezig was. In niet begreppelde bezinkvelden ten zuiden van Cuxhaven gebeurde hetzelfde, eerst de vestiging van een zeekraalbegroeiing en daarna kweldergras langs natuurlijk gevormde krekensystemen (Grotjahn et al. 1983).

De meest overtuigende voorbeelden worden beschreven van de kwelderwerken in het zuiden van de Deense Waddenzee over de periode 1954-1972 (Jespersen & Rasmussen 1989). Er werden daar bezinkvelden toegepast met een begreppeling volgens de boerenmethode, dus net onder GHW in een zone met zeekraal en/of *Spartina*. Op verschillende plaatsen bleek dat kweldergras het terrein zeer snel begroeide nadat voor de eerste maal was begreppeld. Vervolgens nam de opslibbing in alle gevallen sterk toe. De vele voorbeelden zijn gedocumenteerd met hoogtekaarten, hoogteprofielen en vegetatiekaarten¹.

Proef ontwatering - vegetatie



Greppels, net uitgegraven met 0,4 m³ per strekkende meter. Proefvak 174 bij Holwerd, september 1988



Het zware grondwerk ziet er na een winter zo uit.



Als de zeekraal aanslaat ontstaat op de grondrug een pionierzone. Proefvak bij Holwerd, oktober 1990

Proefvakken grondwerktechniek

In 1982 zijn vier proefvakken met verschillende greppelinhouden opgezet. De uitvoering vond plaats met de toen gebruikelijke rupskranen en zware greppelfrezen. De uitgangssituatie bestond toen nog uit ca. 1 m brede greppels van de gewijzigde Sleeswijk-Holstein-methode, die na stoppen van onderhoud snel hun functie voor de ontwatering verloren. Op verzoek van de

pels. De dagelijkse praktijk van het onderhoud heeft de proefvakken in zoverre ingehaald dat op basis van functie-eisen aan de watergangen voorlopig nauwelijks grondwerk wordt uitgevoerd.

De twee typen greppelfrezen die brede greppels kunnen versmallen.



werkgroep ontwikkelde aannemer Van der Stoel twee verschillende greppelfrezen die deze brede greppels konden versmallen. Deze machines zijn zo licht geconstrueerd dat de gronddruk minder is dan van een mens. Daarop volgden in 1987 vijf proefvakken met freesgreppels in de pionierzone (met de lichte machines werd dat mogelijk), bakgoten in de begroeide kwelder en één proefvak zonder onderhoud (vak 13-17). Als gevolg van het smalle freeswerk begroeiden de randen in de oude en brede greppels. Er ontstonden smallere en stabielere greppels, de doorbraak naar een lagere onderhoudsfrequentie. De resultaten van deze praktijkproeven zijn verwerkt in de grondwerkstudie (1991) van de Rijkswaterstaat-ALTERRA-werkgroep. In 1990 is het grondwerk in de onbegroeide delen van de proefvakken gestopt en zijn de diverse experimenten samengevoegd in zes proefvakken met als doel de ruimte voor het verder verminderen van het grondwerk in de praktijk uit te testen. Vanaf 1994 bestaan de proefvakken uit een pionierzone met freesgreppels of "niets doen" (wel onderhoud hoofdleiding) en een kwelderzone met incidenteel onderhoud aan de hoofdleidingen en sloten, maar niet meer aan de grep-

Functie-eisen voor de kwelderwerken

Bron: Instandhoudingsplan van RWS: "Onderhoud kwelderwerken. Planperiode 1999-2004."

1. Instandhouding van minimaal 1250 ha kweldervegetatie binnen de totale kwelderwerken (excl. pionierzone en oude boerenkwelder), waarvan minimaal 1/3 deel (420 ha) per provincie.
2. De actuele kweldergrens mag nergens verder teruggaan dan tot de grens van volledig particulier eigendom (de "oude-kwelder").
3. a) Instandhouding van 400 ha pionierzone met een bedekking > 5 % binnen de kwelderwerken, voor beide provincies tesamen; of b) De som van de kwelder- en pioniervegetatie (bedekking > 5 %) binnen de kwelderwerken bedraagt minimaal 1650 ha.
4. Waterplassen en kale plekken op de kwelder, die ontstaan zijn als gevolg van stagnatie van waterafvoer, mogen per geval niet groter zijn dan ca. 1000 m² en gezamenlijk niet groter dan 5 % van de totale kwelderoppervlakte.

Evaluatie van de proefvakken

De werkgroep heeft recent onderzocht of er verschillen zijn ontstaan in de bovengenoemde proefvakken en de aangrenzende meetvakken. Daarbij 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 (greppels) 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.

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 kunnen 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 slib steeds beter door de vegetatie vastgehouden. De ophoging van de kwelder gaat gepaard met een successie naar een minder diverse vegetatie, veroudering genoemd. Het steeds meer massaal optreden van Strandkweek is



"Bakgoot" met overhangende begroeiing.

Dat is door Esselink aangetoond in de kwelders van de Dollard (proefschrift uit 2000). Bij een volledige stagnatie van de waterafvoer kan de meerjarige vegetatie echter afsterven en ontstaan waterplassen en kale plekken in de kwelder. Aan de geëxponeerde noordkust leidt dat tot erosie van de kwelder. Daarom is in een functie-eis van Rijkswaterstaat een maximum aan de grootte van dergelijke plassen en kale plekken gesteld. Bij overschrijding daarvan wordt onderhoud aan de watergangen uitgevoerd om stagnatie van de waterafvoer te voorkomen. De functie-eis 4 is een richtlijn voor het onderhoud aan de ontwatering met als doel een verlies van kwelderareaal te voorkomen.

een gevolg van deze ontwikkeling. Veroudering kan worden tegengegaan of vertraagd door beweiding en door minder onderhoud aan de ontwatering.

Afname grondwerk

Bron: "Beheer kwelderwerken. Verslag monitoring kwelderwerken waddenkust Friesland en Groningen nov. 1999-nov. 2000."

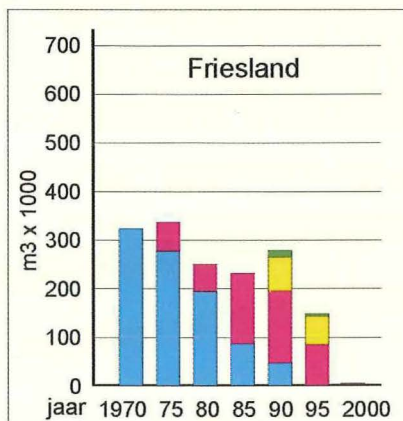
In 1991 heeft de werkgroep geadviseerd het onderhoud aan de kunstmatige ontwatering van de kwelderwerken sterk te verminderen, omdat uit de analyse van de hoogtegegevens geen effect van grondwerk op de opslibbing kon worden aangetoond. De ontwatering heeft wel een stimulerend effect op de vegetatie: de vegetatiezones vestigen zich op een lager niveau en erosie als gevolg van waterplassen en kale plekken wordt voorkomen. De figuren laten zien dat het grondwerk de afgelopen jaren drastisch is afgenomen en teruggebracht van 970.000 m³ in 1970 naar 7.000 m³ in 2000. Het grondwerk is beperkt tot het waar nodig aangooien van de rijshoutdammen. Voor de ontwatering was het opschonen van sloten en greppels in 2000 niet nodig. Het

ontwateringsysteem blijkt zich opmerkelijk goed in stand te houden. Of dit permanent zo blijft hangt af van de terreinontwikkelingen, de toetsing aan

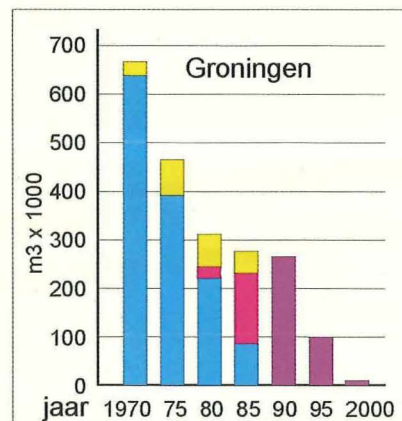
Natuurlijker krekensysteem

In een krekens studie van de werkgroep zijn door Sabine Reents (1995) de herstel mogelijkheden van een natuurlijker patroon voor de afwatering bekeken. Met behulp van GIS (Geografisch Informatie Systeem) zijn de kunstmatige waterlopen in de kwelderwerken vergeleken met natuurlijke krekensystemen in referentiekwelders in Nederland, Duitsland en Engeland. Uit het onderzoek blijkt dat de watervoerende oppervlakte in de kwelderwerken 50% te groot is, maar dat de totale lengte van de watergangen slechts 20% te groot is. 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 - met al hun natuurwaarden - af te graven.

Grondwerk kwelderwerken



■ ponton
■ rupskraan
■ rupsrees
■ wielfrees
■ totaal



Groningen t/m 1979 inclusief de Emmapolder (ca. 100.000 m³ per jaar)

Vergelijking greppels met krekens

Bron: *Krekensstudie Reents 1995*

In alle onderzochte natuurlijke kwelders behoort 10% van de oppervlakte tot het krekensysteem. Daarentegen behoort in de kwelderwerken ruim 20% van de totale oppervlakte tot het greppelsysteem (inclusief sloten en hoofdwateringen). In de kwelderwerken en in Cappel leveren de kleinste krekens het grootste aandeel aan de oppervlakte. In Elisabeth-Aussengroden, de Schorren en Stiffkey hebben de hoofdkrekens het grootste aandeel van de kreekoppervlakte. De oppervlakte van de poeltjes is in Stiffkey het grootst (ruim 6%).

Wat de kreek lengtes betreft zijn de krekens in de natuurlijke gebieden minder dan 750 m per ha lang, met een brede variatie tussen de gebieden. De totale geullengte in de kwelderwerken ligt tussen 850 en 900 m per ha. In de kwelderwerken valt ruim 80% van de totale geullengte in de groep van de greppels (vergelijkbaar met de kleine krekens). In Cappel en Stiffkey, waar de kleine krekens nog een relatief groot aandeel hebben, valt slechts 55-60% van de lengte in deze groep. Verder wordt duidelijk dat in de kwelderwerken een minder grote diversiteit tussen de typen watergangen heerst dan tussen de kreekordes in de natuurlijke kwelders.

Uit de profielopnames blijkt dat de hoofdwateringen het minst van de natuurlijke krekens verschillen. De dwarsloten in de kwelderwerken zijn daarentegen vergeleken met de 3e en 4e orde krekens breder en ondieper.

Opzet en uitvoering van de krekensproef

Een conclusie van de krekensstudie van 1995 is dat met minder grondwerk niet al te veel kwelderverlies op behoeft te treden. Het doel van een praktijkproef is om het huidige kunstmatige afwateringssysteem zodanig aan te passen dat de capaciteit hiervan beter overeenkomt met die van een natuurlijk systeem. Dat is gedaan door op beperkte schaal sloten af te dammen, nieuwe verbindingen tussen sloten te graven, de bestaande watergangen smaller en dieper te maken en de totale greppellengte te verminderen. Het beoogde resultaat op de langere termijn is dat het van oorsprong kunstmatige

Hetzelfde geldt voor de greppelprofielen. Daarop wijzen ook de breedte/diepte ratios van de krekens en greppels. Kleine krekens hebben een kleine breedte/diepte ratio en zijn smaller en dieper dan de greppels. De breedte/diepte ratio van de hoofdwateringen en de hoofdkrekens laat een minder sterk verschil zien.

In de studie wordt geconcludeerd dat de wens om een volledig natuurlijk krekensysteem in de kwelderwerken te laten ontstaan niet realistisch is. De kwelder is gevormd in samenhang met het patroon van de rechte sloten. Er is daardoor al een microreliëf in hoogte ontstaan. Daarmee moet bij de vorming van een gewijzigd afwateringspatroon rekening worden gehouden. Om een volledig natuurlijk kreekpatroon te krijgen zou de kwelder moeten worden afgegraven en zich helemaal opnieuw moeten ontwikkelen, zoals in het referentiegebied Elisabeth-Aussengroden heeft plaatsgevonden.

Wel reëel is om het reeds aanwezige afwateringspatroon te veranderen door op beperkte schaal afdammen, dichtgooien of graven van nieuwe verbindingen en door bestaande watergangen smaller en dieper te maken. Op die wijze zou men een patroon kunnen creëren dat meer aan de kwantitatieve eisen van een natuurlijk krekensysteem voldoet en dat zich, net als een natuurlijk systeem, zonder onderhoud in stand kan houden. In de loop der jaren zouden dan sommige krekens een kronkelender verloop kunnen krijgen maar het kunstmatige patroon zal steeds herkenbaar blijven.

afwateringssysteem zichzelf in stand kan houden zodat minder of geen grondwerk hoeft te worden verricht. Er zijn twee praktijkproeven opgezet: 200 ha waarin de gewenste functionele aanpassing van de afwatering wordt uitgetoetst (krekensproef: de vakken 187-221 oost van de Holwerder veerdam) en 200 ha waarin alle onderhoud aan de watergangen voorlopig wordt gestopt (0-proef: de vakken 17-37 langs Het Bildt).

Voor het proefgebied ten oosten van de Holwerder veerdam heeft de werkgroep verschillende varianten bedacht. Daarnaast is een idee uitgewerkt dat tijdens een workshop (in 1995 te Norden) van

Duitse kustbeheerders en Nationaalparkbeheerders is gepresenteerd: het "visgraatmodel". Alle ontwerpen verminderen de huidige afvoercapaciteit en bovendien in grotere mate dan de aanbevelingen uit de krekensstudie van Reents (1995). Aan de greppels wordt in de meeste varianten bewust weinig of niets gedaan om verkleining van dat onderdeel van het ontwateringssysteem en (natuurlijke?) selectie van de meest optimale greppels te bespoedigen. Later lokaal hergraven van een greppel om b.v. een plas te ontwateren is in de krekensproef toegestaan (is nog niet nodig geweest), maar in de 0-proef uitdrukkelijk uitgesloten.

Het criterium waaraan de kwelderontwikkeling in de krekensproef zal worden getoetst is de mate waarin zich een natuurlijk systeem gaat ontwikkelen. Dat moet blijken uit het functioneren zonder onderhoud en uit het ontwikkelen van een krekensysteem met een systeem. Alleen bij zeer grote natte/kale plekken (in de kwelder) of bij onaanvaardbare erosie (in de pionierzone en de overgang naar de kwelder) is een proefonderdeel mislukt en wordt er ingegrepen. De kweldergrens dient binnen bepaalde grenzen stabiel te blijven en aan de grootte van natte/kale plekken wordt een maximum gesteld. In de krekensstudie van Reents (1995) is het grootste aantal en oppervlakte aan poeltjes gemeten in de best volgroeide natuurlijke kwelder (Stiffkey, UK) : ruim 6%. Maar de maximale afmeting van afzonderlijke poeltjes is daar met 10 x 10 m het kleinst. In de kwelderwerken van de Dollard is de oppervlakte natte/kale plekken na het stoppen van greppel-

Het "visgraatmodel".



Kwelder	Totale opp.max.	Afm.	Vorm
Noordpolder	0%	0x0 m	} enkele grote, } natte/kale } plekken } vele kleine poeltjes
Julianapolder	0%	0x0 m	
Cappel	0,4%	20x8 m	
Elisabeth A. groden	1,3%	50x25 m	
Schorren Texel	2,6%	60x20 m	
Stiffkey UK	6,1%	10x10 m	

Aandeel en maximale afmetingen van natte/kale plekken en poeltjes in de kwelderwerken en in natuurlijke referentie-kwelders.

Op grond van de wens van de werkgroep is door aannemer Van der Stoel in 1985 een frees ontwikkeld op basis van een verticale vijzel. De frees maakt een rechthoekig "bakgotenprofiel" van 0,3 m breed en 0,5 m diep dat ook wordt aangetroffen bij natuurlijke kreekjes en bij de vroeger in handwerk gegraven bakgoten. Bij een ontwateringsdiepte die vergelijkbaar is met veel grotere greppels is minder grondverzet nodig en ontstaat dus een geringere beschadiging van de vegetatie. De bakgotenfrees is in acht proefvakken (ca. 100 ha) getest. Op grond van de resultaten daarmee is de bakgotenfrees in 1987 door Rijkswaterstaat op praktijkschaal ingevoerd. Om het inzakken van de verticale kanten te beperken en verdrinking van lammeren te voorkomen is de diepte verminderd naar 40 cm, hetgeen overeenkomt met een greppelinhoud van ca. 0,10-0,15 m³ per strekkende meter. Aanvankelijk was

de bakgotenfrees gemonteerd achter rupstractie, vanaf 1990 echter ook achter wieltractie.

Op grond van klachten over de slechte kwaliteit van het reguliere freeswerk is door de werkgroep in 1987 een serie producteisen voor het freeswerk in de proefvakken opgesteld. Deze eisen hebben betrekking op de maximale insporingsdiepte (10 cm; grondruggen zodanig wegstrijken dat geen water op de akkers achterblijft) en op de grondspreading (over de gehele akker regelbaar). Deze producteisen zijn door de Rijkswaterstaat in de bestekken voor 1988 opgenomen voor alle freeswerk, ook buiten de proefvakken. Daarop heeft aannemer Van der Stoel de bakgotenfrees verder ontwikkeld tot een trapeziumvormige vijzelfrees. Deze frees maakt een trapeziumvormig profiel van 0,3 m bodembreedte, 0,6 m boven-

onderhoud in het slechtste geval onder de 8% gebleven. De krekoproef wordt in 2002 geëvalueerd.

¹ (Voetnoot van pag. 43) Opvallend in de Deense studie is verder dat de Denen de bezinkveldgrootte aanpassen aan de opslibbingomstandigheden: hoe slechter, hoe kleiner het bezinkveld.

breedte en 0,5 m diepte, hetgeen overeenkomt met een greppelinhoud van ca. 0,20 m³ per strekkende meter. Deze machine heeft een lagere bodemdruk door een lichte constructie gecombineerd met lichte rupstractie in vergelijking met de bestaande rotorfreesen. Tevens is de bestaande rotorfrees van aannemer Deltabouw sterk verbeterd. Beide machines leveren het gewenste resultaat - goede grondspreiding, aanvaardbare insporing, geen morsgrond langs de greppels - wat als een grote vooruitgang voor het beheer wordt beschouwd. Het frezen heeft daarna in lager gelegen terreinen geleidelijk rupskraanwerk overgenomen. De trapeziumvormige vijzelfrees is in 1989 door het Bauamt für Küstenschutz te Norden beproefd en is daar in 1990 en 1991 op praktijkschaal ingezet in de kwelderwerken in het Nationalpark Niedersächsisches Wattenmeer.



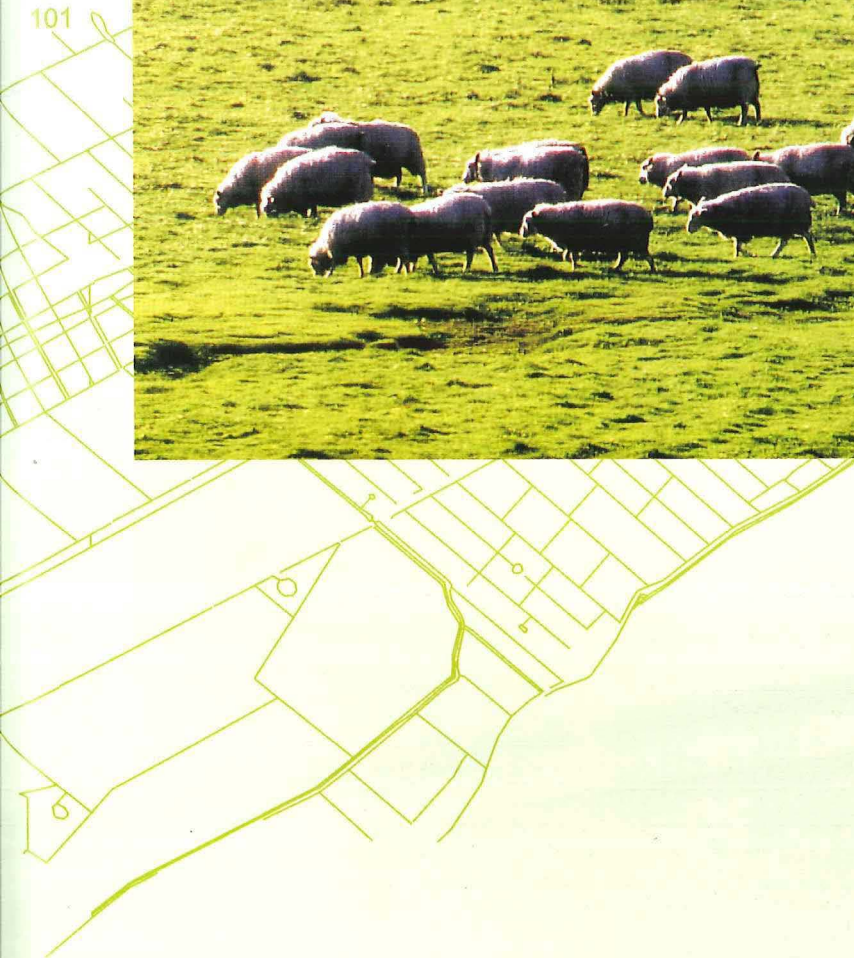
Bakgotenfrees



Vijzelfrees



101



△

8. Levende kwelderwerken

Dit hoofdstuk gaat in op planten, insecten en vogels en hun afhankelijkheid van de kwelderwerken.

8.1 Vegetatie en beheer

De geomorfologische ontwikkeling van de kwelder en de wisselwerking met de bijzondere plantengroei is in hoofdstuk 2 per zone besproken. De kwelder wordt onderverdeeld in de zones pionier, laag, midden en hoog. In de kwelderwerken betekent een hoger gelegen zone ook meestal een hogere leeftijd van de kwelder. In natuurlijke kwelders is dit lang niet altijd het geval omdat daar de hoogste delen vlak bij de kreken of het wad voorkomen (oeverwallen) en de laagste delen verder van de kreken of het wad (kommen). In dit hoofdstuk passen de verschillende vegetatietypen binnen de zones de revue in relatie tot het gevoerde beheer. De plantennamen worden gevolgd door een afkorting (b.v. Q, Pp, Hf) die slaat op de code van het vegetatietype op de vegetatiekaart (bijlage). In onderstaand "successieschema" wordt het verband tussen deze vegetatietypen onderling en met hun omgeving in beeld gebracht.

Pionierzone

De belangrijkste vegetatietypen zijn die met Zeekraal (Q) en met Engels slijkgras (S). Zeekraal is éénjarig en de vegetatie bestaat uit twee soorten: een Langarige en een Kortarige zeekraal. De weeromstandigheden tijdens de kieming in het voorjaar bepalen hoe de zeekraalvegetatie er de rest van het jaar bij staat. Engels slijkgras is een meerjarige plant, aan het eind van de 19^e eeuw in zuidoost Engeland ontstaan uit een kruising van een inheemse en een Amerikaanse Slijkgras-soort. Uit deze bastaard ontstond nog voor de eeuwwisseling een vruchtbare plant (Schaminée et al. 1998) die zo succesvol was dat grote delen van de pionierzone en de aangrenzende wadden en lage kwelders ermee begroeid raakten. Om de aanwas van kwelders te stimuleren werd de kruising in de jaren 20 van de 20^e eeuw in Zeeland en in de Waddenzee uitgeplant. In Zeeland breidde de plant zich zo sterk uit dat men er de naam slijkpest aan gaf. In de Waddenzee zijn dergelijke problemen niet opgetreden omdat de winters strenger zijn, de golfenergie groter, op de eilanden de bodem te zandig is en aan de vastelandkust begreppeld wordt;

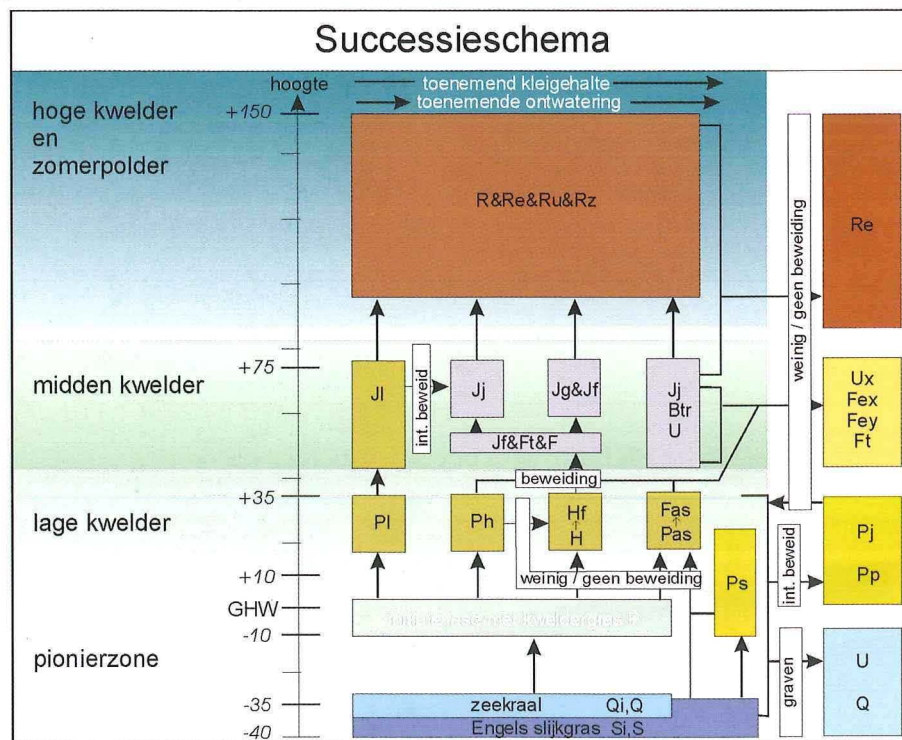


Schoolvoorbeeld van kweldervorming in de Jadebusen, (augustus 1975). Op de voorgrond kweldergras met enkele zeeasterplanten, naar het wad een pionierzone met zeekraal.

allemaal factoren die minder optimaal zijn voor Engels slijkgras. Toch ging de plant in de kwelderwerken een rol spelen. Dat was vooral tot de strenge winter van 1963 het geval. Daarna heeft Engels slijkgras zich niet volledig hersteld, misschien omdat de hoogteligging en de ontwatering al in een te vergevorderd stadium waren gekomen voor een nieuwe vestiging van de plant. Beweiding speelt ook een rol. Omdat de beweiding op de kwelders geleidelijk minder wordt, is de vegetatie van Engels slijkgras de laatste jaren weer toegenomen, vooral op de lage kwelders in Groningen. In de kwelders van de Dollard is de plant door het opgraven van de wortelstokken door Grauwe ganzen juist sterk afgenomen (Esselink et al. 1997). Op de overgang van de kwelder naar de pionierzone langs Het Bildt, waar de opslibbing met vele centimeters per jaar uitzonderlijk is en de bodem zeer voedselrijk, vormt Engels slijkgras samen met Gewoon kweldergras een dichte vegetatiezone (Ps).

Lage kwelder

Op de lage kwelders bepalen de ontwatering van de bodem, de beweiding en de bodemsamenstelling welk vegetatietype voorkomt. Traditioneel waren aan de vastelandkust vrijwel alle lage kwelders zeer intensief beweide met jongvee en schapen waardoor in deze zone vrijwel alleen het vegetatietype met Gewoon kweldergras voorkwam (Pp). Dit vegetatietype heeft bij een intensieve beweiding zeer weinig structuur en is soortenarm. Als gevolg van de betreding door het vee biedt de zode ruimte aan veel Zeekraal (de kortarige soort). Door de voortgaande opslibbing ontstaat van dit beweidde type een variant met soorten uit de midden kwelder zoals Rood zwenkgras en



Successieschema van de vegetatietypen van kwelders in de Nederlandse, Duitse en Deense Waddenzee (naar Dijkema 1983).

De afkortingen zijn codes voor de vegetatietypen en worden verklaard in de legenda van de vegetatiekaart van 1992 (bijlage).

Zeemelkkruid (Pj). De laatste jaren neemt de intensieve beweidingdruk op de Friese kwelders enigszins af. Daardoor treden soorten als Zeeaster, Gewone zoutmelde, Zeealsem, Rood zwenkgras en zelfs sporadisch Lamsoor meer op de voorgrond. Een dergelijke ontwikkeling heeft op de minder beweede Groninger vastelandkwelders al vanaf de jaren zeventig veel vegetaties met Zeeaster (Pas) en Zoutmelde (H, Ph, Hf) opgeleverd. De ontwikkeling naar een Zeeaster-vegetatie gaat na het stoppen van beweiding zeer snel, in enkele jaren, en die gaat vaak uiteindelijk weer in een Zoutmelde-vegetatie over. Tijdens een strenge winter vriest Zoutmelde dood en komt vervolgens de Zeeaster terug. Ook op de oeverwallen van een natuurlijke kwelder kunnen we alle hiervoor genoemde vegetatietypen van de begreppelde kwelders aantreffen.

Door de voortgaande opslibbing zien we de afgelopen 10 jaar op weinig en niet beweede kwelderwerken in toenemende mate een veroudering van de vegetatie waarbij Strandkweek (Fey) als enige en dominante soort overleeft. Dit verschijnsel wordt versterkt door de vruchtbare en goed ontwaterde bodem van de vastelandkwelders, waardoor Strandkweek al op lagere delen van de kwelder beter wil groeien dan elders. De zwaardere bodem in vergelijking met de waddeneilanden is er ook de oorzaak van dat Lamsoor (Pl, Jl) aan het vasteland altijd een zeldzaamheid zal blijven; alleen op open plekken in de zode (door erosie of door beweiding) slaat Lamsoor-zaad afkomstig van de eilanden af en toe aan. Langs de westkant van Het Bildt en ter weerszijde van de Holwerder veerdam zien we kwelders die al jaren geheel onbeweid zijn. Hier ging de ontwikkeling nogal snel naar vegetaties die door één forse plantensoort worden gedomineerd, zoals Spijesmelde (Fex), Strandmelde (Ux), Strandkweek (Fey) of soms Zeeaster (Pas). Een vegetatie met Strandkweek (Fey) is ook hier het eindstadium van deze veroudering.

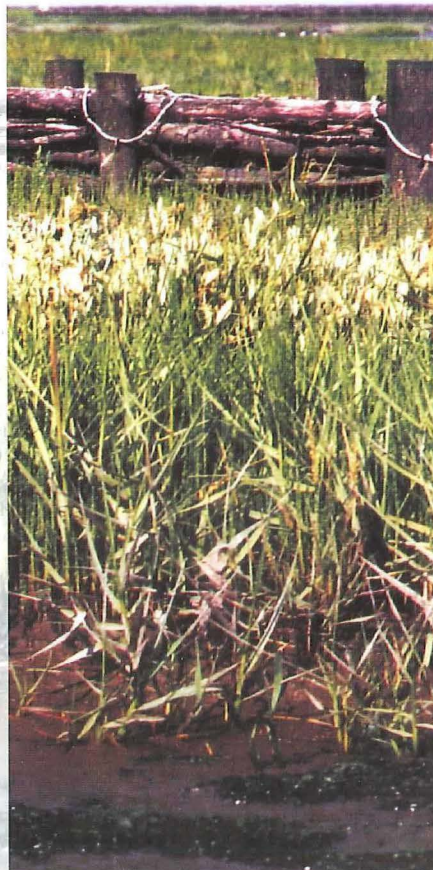
In het algemeen is de variatie aan vegetatietypen en vegetatiestructuur in de lage kwelderzone van vastelandkwelders het meest volledig bij een lage beweidingdruk. Grote percelen (minimaal 50-100 ha) zorgen er in dat geval voor dat er plekken met meer of minder beweiding voorkomen zodat alle vegetatietypen ergens een plaats vinden en het vegetatiepatroon aan structuur wint. Zijn dergelijk grote percelen niet

mogelijk dan geeft een ruimtelijk afwisselende beweiding in kleinere percelen (waaronder ook niet-beweide), zoals aan de Groninger noordkust al tientallen jaren bestaat, een vergelijkbaar resultaat. In niet ontwaterde delen binnen de kwelder vinden we vegetaties met Engels slijkgras (Ps), Strandzoutgras (Btr), éénjarige planten (Zeekraal, Q en Schorrekruid, U) en natte kale plekken. De plekken met éénjarige vegetatie verliezen 's winters hun vegetatiedek.

Midden en hoge kwelder

De hoogst opgeslibde delen van de kwelderwerken hebben zich hier en daar al tot midden kwelder ontwikkeld. Verder behoren de meeste oude boerenkwelders (gelegen tussen de zeedijk of de zomerpolders en de kwelderwerken) tot de zones midden of hoge kwelder. Deze oude kwelders nemen naar zee in hoogte toe waardoor er iets verhoogde kwelderwallen (ook terrassen genoemd) in het kwelderlandschap liggen. Dat komt omdat de meeste sedimentatie het dichtst bij zee plaatsvindt en bovendien het sediment daar vaak zandiger is. Een

Engels slijkgras

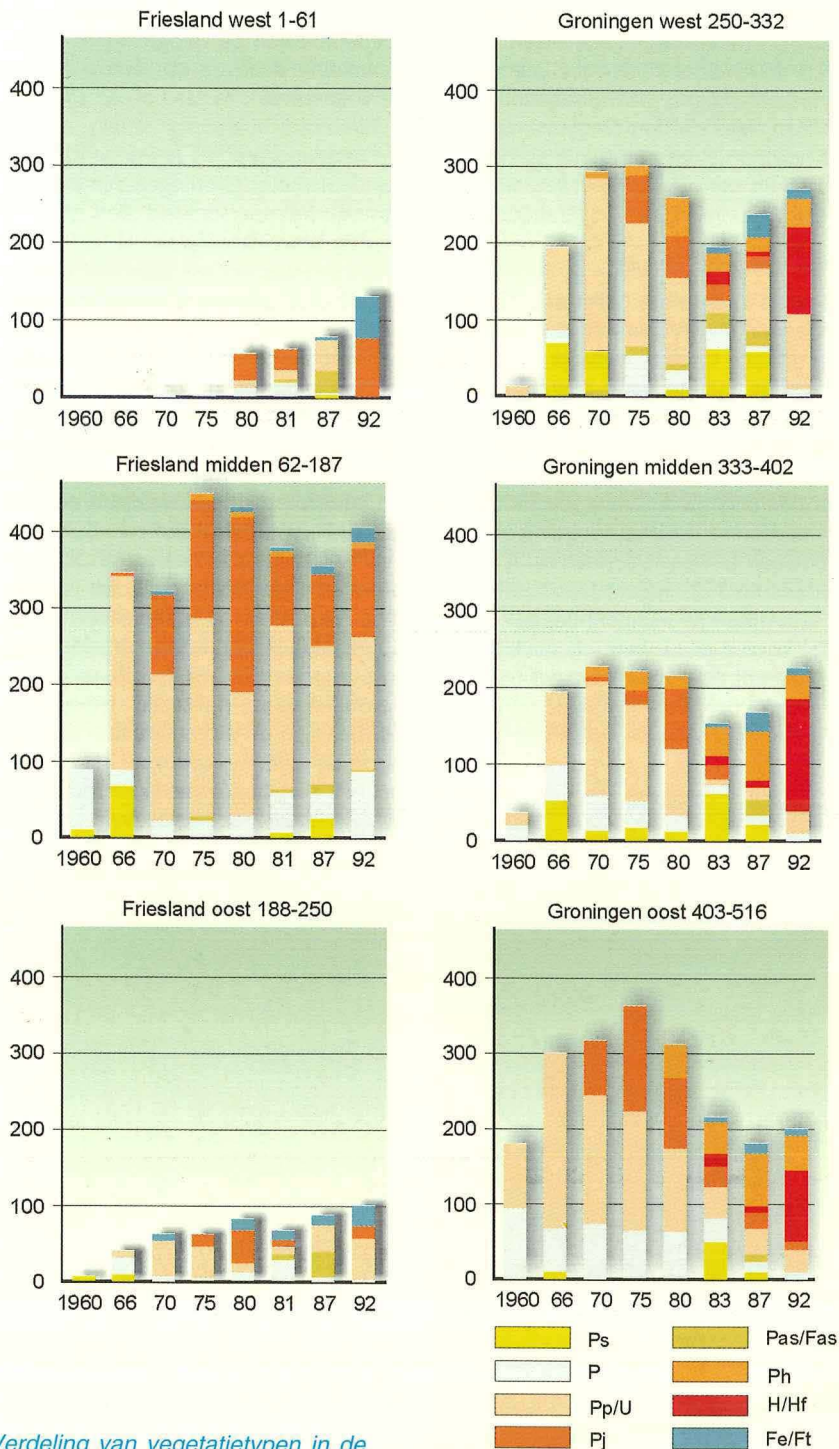


proces dat vergelijkbaar is met het ontstaan van oeverwallen langs kreken. Dichtbij de bron van het sediment (het zeewater) en in een meerjarige vegetatie gaat de opslibbing het beste. Het toenemen van de hoogteligging en beweiding doen de opslibbing daarentegen afnemen.

De midden kwelders in Friesland en (in mindere mate) Groningen zijn meestal tamelijk intensief beweid. Een afnemende beweidingdruk of te laat inscharen van het vee geeft in deze zone's snel ongewenste veranderingen in de vegetatie omdat veroudering in deze zones maar een kleine stap in de succesie is. Bovendien hebben schapen een voorkeur voor de vegetatietypen van de lage kwelder en werken zo een verruiging van de hogere delen in de hand. Op de beweede midden kwelder is een vegetatietype met Rood zwenkgras en Fioringras (Jg) algemeen. Door de afnemende beweiding nemen vegetaties met Zealsem (Ft), Strandkweek (Fey), Spijesmelde (Fex) en Strandmelde (Ux) toe, waarvoor hetzelfde verhaal over veroudering en verlies aan typische zoutplanten en vegetatie-structuur geldt als in de lage kwelderzone. In kommen op een niet-begreppelde midden vastelandkwelder komen vegetatietypen met Zilte rus (Jj), Strandzoutgras (Btr), vegetatietypen van de lage kwelder, eenjarige planten en natte kale plekken voor. Esselink heeft in zijn proefschrift (2000) voor de Dollard op basis van experimenten aangetoond dat de combinatie van slecht ontwaterde kommen met beweiding de enige remedie tegen veroudering door dominantie van Kweek is.

In de zomerpolders in Friesland en de oudste boerenkwelders in Groningen wordt het type vegetatie bepaald door het agrarisch gebruik (beweiding, maaien, en tot voor kort bemesting en herbiciden), door de hoogte van het maaiveld en de hoogte van eventuele zomerkaden. Afhankelijk daarvan kunnen vegetatietypen van de midden kwelder (Jg) en meestal van de hoge kwelder voorkomen (met Engels raaigras, Ru of met Kweek, Re). In zomerpolders betreft het meestal soortenarme cultuurgraslanden van zware en bemeste bodem; op enige percelen vond tot voor kort akkerbouw plaats. Bij een minder intensief agrarisch gebruik zijn in deze hoge kwelderzone zeer gevarieerde en kruidenrijke kleigraslanden mogelijk (tabel 21 in Dijkema 1983). Bij exten-

Vegetatie lage kwelder



Verdeling van vegetatietypen in de Friese en Groninger kwelderwerken van 1960 tot 1992. Op basis van vegetatiekaarten van de Rijkswaterstaat (Bouwsema 1987 en de Meetkundige Dienst). De afkortingen zijn codes voor de vegetatietypen en worden in de legenda van de vegetatiekaart van 1992 verklaard (bijlage).

sieve of geen beweiding of te laat inscharen van het vee ontstaan echter soortenarme ruigtes met Kweek (Re). Zonder beweiding of hooien zouden boven GHW +70 cm op de lange duur rietvelden (B) kunnen ontstaan en zelfs elzebosjes worden dan niet uitgesloten (Raabe 1981).

Areaal per vegetatietype in de kwelderwerken

Uit het bovenstaande schema van de successie van de kweldervegetatie blijkt dat elke zone in een kwelder uit vele vegetatietypen kan bestaan. Het voorkomen van een bepaald vegetatietype hangt af van het ontwikkelingsstadium van de kwelder (hoogte, bodemaeratie, bodemsaliniteit), het kleigehalte van de bodem en het beheer (greppels, beweiding). In de figuren hiernaast zijn voor de lage kwelderzone in de kwelderwerken de veranderingen in het areaal van de verschillende vegetatietypen in de periode 1960-1992 weergegeven. De midden kwelder en de hoge kwelder speelden in de kwelderwerken toen nog geen rol van betekenis. De verdeling van de vegetatietypen binnen de zones laat in het grootste deel van de Friese kwelderwerken voor alle jaren en voor Groningen tot en met 1980 een dominantie van de beweidde vegetatietypen met kweldergras zien (Pp en Pj). De diversiteit aan vegetatietypen is in deze gevallen dus niet erg groot. De toegenomen diversiteit aan vegetatietypen voor Groningen is het gevolg van de afgenomen beweiding die is ingezet tijdens de dijkverhoging rond 1980. Er is daardoor een grotere ruimtelijke variatie in de beweidingintensiteit ontstaan met als gevolg een gelijkmatige verdeling van de vegetatie over alle typen van het successieschema. Uit de vegetatiekaart van 1992 blijkt dat recent de onbeweide typen met zoutmelde (Ph, H, Hf) de overhand krijgen.

De kwelderwerken zijn van bijzondere waarde voor zoutplantenvegetaties die thuishoren op een kleiige bodem. Buiten de Waddenzee komen die alleen in zuidwest Nederland op beperkte schaal voor. Samengevat:

- Op de Groninger vastelandkwelders wordt een groot deel van de voor zoutplantenvegetaties beschreven vegetatietypen aangetroffen.
- Op de Friese vastelandkwelders is deze biodiversiteit potentieel ook aanwezig; door een ruimtelijk gevarieerde beweiding of door extensieve

Vegetatiekartering

Gebruik kwelderkarteringen

De kartering van de vegetatie is erop gericht de ruimtelijke verspreiding van vegetatietypen weer te geven en is daarmee een belangrijke onderzoeksmethode om het landschap te analyseren. Immers, de karakteristieke samenstelling van de vegetatie is het resultaat van de abiotische omstandigheden (en de onderliggende processen). Voor het vinden van gedetailleerde relaties tussen de vegetatie en de abiotische omstandigheden zijn vaste opnameplekken nodig (zoals de meetvakken, zie hoofdstuk 5). De Meetkundige Dienst van Rijkswaterstaat voert sinds 1982 vegetatiekarteringen uit, waaronder die in de kwelderwerken. Sinds 1992 zijn zes verschillende vegetatiekarteringen uitgevoerd binnen de kwelderwerken. Het doel en de gebiedsbegrenzing van deze karteringen loopt uiteen. Van de gehele kwelderwerken is met name informatie over de ruimtelijke en inhoudelijke spreiding van vegetatietypen gewenst. Dergelijke karteringen worden met een interval van vijf jaar uitgevoerd en toegevoegd aan het landelijke Geografische Informatiesysteem 'Zulte'. Dit informatiesysteem omvat vegetatie informatie van vrijwel alle buitendijkse, door de zee beïnvloede gebieden in het Waddengebied en in Zeeland. Op basis van deze gegevens kunnen uitspraken worden gedaan over het gevoerde (rijks)beleid. Van geselecteerde gebieden is het doel om inzicht te krijgen in de veranderingen in zonering, zoals bij de proefdam en in de krekoproef (zie de hoofdstukken 6 en 7). Dit inzicht kan verkregen worden door opeenvolgende karteringen te vergelijken. Dit wordt ook wel monitoring genoemd. Op basis van de veranderingen die gemeten worden met behulp van de vegetatiemonitoring kunnen beheerdoelen en beleid geëvalueerd worden.

Methode karteringen

De vegetatiekaarten van de kwelderwerken zijn alle vervaardigd met behulp van false colour-luchtfoto's. De luchtfoto's zijn gebruikt om grenzen van vegetatiepatronen aan te geven en om een voorlopige vlakinhoud te bepalen binnen deze grenzen (Janssen 1996). Daarnaast zijn veldgegevens ingewonnen, waarbij de samenstelling en bedekking van de vegetatie is bemonsterd. De combinatie van deze gegevens resulteert in de definitieve vegetatiekaart. Wanneer van een bepaald gebied in de loop van de tijd meerdere vegetatiekaarten zijn gemaakt kunnen deze worden vergeleken. Voorwaarde hierbij is dat de inhoudelijke en ruimtelijke detailniveaus in alle karteringen identiek zijn (Janssen 2001). Om aan deze ruimtelijke en inhoudelijke afstemming te voldoen zijn verschillende methoden ontwikkeld:

- Ruimtelijke afstemming. Wanneer er een vergelijking wordt gemaakt tussen twee (of meer) vegetatiekaarten in een geografisch informatiesysteem (GIS) vloeien veel ogenschijnlijke veranderingen voort uit de methode van inwinning (Janssen 2001). Wanneer twee vegetatiekaarten worden gedigitaliseerd, zullen grenzen (ook die niet veranderd zijn) nooit exact op dezelfde plaats komen te liggen. Om dit probleem te omzeilen is de 'Oude Grenzen Methode' ontwikkeld (Janssen & van Gennip 2000). In het kort komt deze erop neer dat vegetatiegrenzen die niet zijn veranderd ook niet als zodanig worden aangegeven, maar worden gekopieerd uit de voorgaande kartering. De ruimtelijke onnauwkeurigheden die optreden bij deze verschillende vormen van inwinning wegen lang niet op tegen de voordelen bij monitoring.
- Inhoudelijke afstemming. Om de

inhoud van een kaartvlak te bepalen worden in het veld vegetatieopnamen gemaakt, die vervolgens met gelijkende opnamen uit hetzelfde jaar en gebied worden samen gevoegd tot een abstract vegetatietype. Per vegetatievlak kunnen zo één of meer typen voorkomen. Om de indeling van opnamen op een eenduidige manier te laten geschieden is in de kwelderwerken een vaste "computersleutel" ontwikkeld (Dijkema & Bossinade 1990). Daarmee zijn alle oude vegetatieopnamen en vegetatiekaarten vanaf 1960 van de kwelderwerken ingedeeld (Bouwsema 1987). Uit die computersleutel is het classificatieprogramma SALT97 ontwikkeld dat nu voor alle kwelders en schorren in Nederland en soms ook daarbuiten wordt toegepast (de Jong et al. 1998). Dit programma gebruikt een sleutel voor toekenning van vegetatieopnamen aan een bepaald gestandaardiseerd type (SALT-code). Basis hiervoor is de aan- of afwezigheid van plantensoorten in de opnamen. Met behulp van dit programma kunnen alle opnamen in door de zee beïnvloede gebieden eenduidig worden toegekend aan een vegetatietype, waardoor de typologie van karteringen door de jaren heen jaren dezelfde is.

Bijlage vegetatiekaart 1992

Een voorbeeld van een vegetatiekaart van de kwelderwerken met een korte verklaring van de gebruikte codes zit achterin dit boek. Hiervoor zijn de ruimtelijke patronen van de vegetatie op basis van onze vegetatietypen beschreven. De vegetatieontwikkeling in de periode 1960-1997 is vergeleken in samenhang met de groei van de kwelderwerken en het gevoerde beheer.



Vegetatie in licht beweede kwelder ten westen van de Holwerder pier. De lichtgrijze plekken bestaan uit Zeealsum, het geelbruin rechtsonder is Strandkweek.

beweidings over grote oppervlakten zou deze diversiteit verder kunnen worden ontwikkeld.

- Uit de aanwezigheid van een compleet scala aan vegetatietypen blijkt dat kwelderwerken als een volwaardige natuurtechnische methode bij de natuurontwikkeling van kwelders mogen worden beschouwd.
- Een ruimtelijk gevarieerde beweidings, in combinatie met de al ingezette vermindering van de ontwatering, is

Beweidings

De aanbevelingen voor de beweidings van kwelders uit de PKB-Waddenzee zijn uitgewerkt in het Beheersplan Waddenzee 1996-2001, een gezamenlijk stuk van de drie bestuurslagen Rijk, provincie en gemeente (zie www.interwad.nl):

- "Het beheer van kweldervegetaties zal alleen door beweidings gebeuren. Het doel is een veelzijdige vegetatiestructuur met planten- en diersoorten die van nature in het waddengebied thuishoren. Er vindt geen beheer plaats ten behoeve van bepaalde soorten."

Beweidings op jonge en/of dynamische kwelders is niet noodzakelijk om de gewenste veelzijdige vegetatiestructuur te bereiken. Is de kleilaag dikker dan 15-20 cm (Bakker 1993), wat op vastelandkwelders altijd het geval is, dan is de variatie aan vegetatietypen het meest volledig bij een lage beweidingsdruk op grote percelen (minimaal 50-100 ha) of bij een ruimtelijke afwisseling in beweidings op kleinere percelen. Zoals we hiervoor zagen leiden zowel een te intensieve beweidings (vooral op de lage kwelders) als te weinig beweidings (vooral op de midden en hoge kwelders) tot soortenarme vegetaties zonder structuur en een verlies aan typische zoutplanten. Voor de kwelderwerken zijn deze resultaten door Rijkswaterstaat in een functie-eis vertaald:

- "Diversiteit in de vegetatiestructuur door beweidings (zo mogelijk in grote perceleenheden) met afwisseling van intensief (ca. 35 %), matig (ca. 20 %), extensief (ca. 20 %) en onbeweide (ca. 25 %) gebieden. Gemiddeld is ca. 0,5 grootvee-eenheden per ha per provincie aanwezig, op het totaal van oude en jonge kwelders."

de aangewezen weg om veroudering van de vegetatie tegen te gaan en de biodiversiteit te behouden en/of te vergroten.

Roofvlieg



8.2 De wereld van de ongewervelde diersoorten

Op kwelders komen minstens enkele honderden soorten insecten, spinachtigen en andere ongewervelden voor. Vooral op de lage kwelders zijn de meeste daarvan strikt gebonden aan het zoute milieu en de kwelderplanten. Toch zijn er veel overeenkomsten met de binnendijkse levensgemeenschappen. Er zijn vegetariërs, andere verteren dood plantaardig materiaal, en nog weer andere zijn rovers. Ook zijn er parasieten, zoals sluipwespen. Opvallend is de afwezigheid van regenwormen. Kennelijk is de zilte kweldergrond voor hen ongeschikt. Daarmee ontbreekt in de kweldebodem dus een diergroep die in binnendijkse graslanden bijna onmisbaar lijkt! Vooral op hoger gelegen kwelders zijn overigens wel ongewervelde diersoorten vanuit het binnenland te vinden. Over het algemeen zijn dat sterke rakkers, die bijna overal in West-Europa voorkomen. Zolang er geen zout water over hun kop stroomt redden ze zich wel. Een voorbeeld daarvan is de springstaart *Isotoma vjridis*, die in elk stukje grasland wel te vinden is. In dit hoofdstuk komen een aantal belangrijke vertegenwoordigers van de kwelderfauna van ongewervelde diersoorten aan bod.

Op de overgang van land naar zee bevinden zich zowel diersoorten die van de landzijde komen, zoals insecten en spinachtigen, en diersoorten die afkomstig zijn uit zee. De meest vooruitgeschoven posten van de landdieren komen voor in het gebied van Kiezelen en Goudwieren, bijna op het wad. Een voorbeeld van een dier dat kiezelwieren eet (en al het andere dat in de toplaag van de bodem zit) is de kortschildkever *Bledius spectabilis*. Zowel de geelwitte larven als volwassen dieren leven in de grond, met bij de uitgang ondiepe gangetjes waar ze hun kostje bij elkaar scharrelen. Door de omgewerkte grond rond de uitgang van hun holletjes zijn ze

gemakkelijk te vinden; op zo'n 5 à 10 cm diepte. De volwassen kevertjes zijn ongeveer 8 mm lang, zwart met mooi



Twee kortschildkevers die uit hun holletje zijn gehaald. Het mannetje (onder) is herkenbaar aan de lange doorn die vanaf het borststuk uitsteekt over de kop.

oranje dekschildjes. Wanneer het water opkomt blijft er voldoende lucht in hun holletjes achter om in leven te blijven tot de kwelder weer droog valt. Het zal duidelijk zijn dat *Bledius* alleen kan leven in gebieden waar de grond onbegroeid en vochtig is (nodig voor de groei van kiezelwieren), maar toch redelijk ontwaterd (nodig voor de lucht in de holletjes). Die omstandigheden zijn juist in de kwelderwerken te vinden, door de combinatie van opgeworpen grond en greppels.

In dezelfde omgeving, dicht bij de kwelderrand, leven ook enkele soorten springstaarten. Springstaarten zijn heel kleine, vleugellose insecten. In niet te droge landbiotopen zijn ze meestal in groten getale in de strooisellaag op de grond te vinden. Hier, op de lage kwelder, vinden we de donkerblauwe *Anurida maritima*, die ongeveer 2 mm lang wordt. Dit diertje kan op het water lopen, maar normaal gesproken kruipt hij bij hoogwater weg in spleten en holletjes waarin lucht achterblijft. Ook komt hier de bleek gekleurde springstaart *Archisotoma pulchella* voor. Dit diertje overleeft zelfs een onderdompeling van 2 tot 3 weken! Op draadwieren leven ook twee soorten kleine zeenaaktslakken die qua afkomst vanuit het zeemilieu komen, namelijk het Schorreslakje (*Limapontia depressa*) en het Kwelderslakje (*Alderia modesta*). Het Schorreslakje is vaak donker van kleur, tot bijna zwart en maximaal 8 mm lang. Het Kwelderslakje is geelachtig met kleine bruine vlekjes, en maximaal 12 mm lang. Meestal zijn ze echter kleiner, ongeveer 5 mm.



Het kwelderslakje *Alderia modesta* op zijn favoriete voedsel: het goudwier *Vaucheria*.

Wat verder naar de landzijde, waar de plantengroei veel verder ontwikkeld is, zijn veel meer soorten ongewervelden te vinden. Daarbij valt direct de overeenkomst met binnenlandse biotopen op. Zo worden bijna alle kwelderplanten belaagd door bladluizen, die op hun beurt gegeten worden door Lieveheersbeestjes en Zweefvliegen. Soms komt het 11-stippelige Lieveheersbeestje voor (*Coccinella undecimpunctata*), dat is een echte kweldersoort. Veel vaker echter is het 7-stippelige Lieveheersbeestje te vinden, dat ook binnendijs zo talrijk is. Zweefvliegen komen meestal in de loop van de zomer. Er zijn geen specifieke kweldersoorten; waarschijnlijk komen er elk jaar weer nieuwe zweefvliegen uit het binnenland. Er zijn ook veel kleinere insecten die van bladluizen leven, namelijk parasitaire sluipwespjes. Deze worden niet groter dan de bladluissoort waar ze op parasiteren. De vrouwtjes-sluipwespjes leggen hun eieren in een levende bladluis, die dan vervolgens van binnenuit opgepeuzeld wordt door de sluipwesplarf. Uiteindelijk blijft er een bol opgeblazen, bruinig bladluis-velletje over, dat met zijn dode zuigsnuitje aan een plant gekleefd zit, met een gaatje in zijn rug op de plaats waar de jonge sluipwesp naar buiten is gekomen.

Motvlinders, uilen en vlinders

Er komen meerdere kleine vlindersoorten voor op de kwelders. Meestal leven ze in mineergangetjes, ergens in stengels en bladeren van een kwelderplant. Daar zitten ze goed beschermd tegen zeewater en slecht weer. Dit soort vlindertjes is bijzonder klein en ook erg onopvallend.

De rups van de uilvlinder *Cucullia asteris*

Een bekende soort is *Bucculatrix maritima*. De rupsjes leven in het blad van de Zeeaster, om vervolgens te



De motvlinder *Bucculatrix maritima* op het blad van een Zeeaster

overwinteren in de wortelstok van een zeeasterplant. Deze verhuizing is belangrijk, omdat er 's winters niet veel van de bovengrondse delen van de oude zeeasterplanten overblijft. In het voorjaar komen de vlindertjes uit om naar een partner en een nieuwe Zeeaster te zoeken. Enkele andere kleine motvlindersoorten leven in de bloei-aren van de Zeekraal. Vaak zijn ook de sluip-



Eén van de vele kleine sluipwespsoorten van de lage kwelder.

wespjes te zien die op hun rupsen parasiteren, op zoek naar een geschikte gastheer. Behalve deze miniatuur-



vlindertjes zijn er ook enkele grotere uilvlinders, levend in Rood zwenkgras (*Amphipoa fucosa*) en op Zeeaster (*Cucullia asteris*). De laatste

heeft een bijzonder fraaie rups, die echter moeilijk te vinden is. In de nazomer komen er ook wel gewone dagvlinders op de kwelders, zoals Dagpauwogen en Distelvlinders. Dat gebeurt vooral tijdens de bloei van de Zeeaster (en op de waddeneilanden ook wel tijdens de bloei van de Lamsoor), met zijn overvloed aan nectar. Er vliegen dan ook veel grote zweefvliegen rond van het geslacht *Eristalis*, en honingbijen die door hun imker naar de kwelder zijn gebracht. Al deze opvallende insecten komen van het vasteland, en blijven in luilekkerland tot de Zeeaster of de Lamsoor weer zijn uitgebloeid.

Andere planteneters

Behalve door bladluizen worden de kwelderplanten ook uitgezogen door kleine kwelder-cicaden van ongeveer 4 mm lengte. De Bloemvliegen, Fritvliegen en Galmuggen lijken voor wat betreft de levenswijze van het larvenstadium meer op de minerende rupsjes: zij leven in de planten en zijn zodoende beschermd tegen wind en water. Vrij levend is de bruine, dicht behaarde waterkever *Octebius auriculatus*, die ondermeer van algen leeft. Deze kever komt vooral voor in de lage kwelderzone.

Dieren in het afgestorven materiaal op de bodem

Waar de kwelderbodem tamelijk kaal is kunnen enkele kleine slakkensoorten gevonden worden. Dicht bij het wad, in de pionierzone, leven vooral Wadslakjes (*Hydrobia ulvae*). Hoger op de kwelder, onder de Zoutmelde en de Strandkweek, kruipen soms enorme aantallen



Het muizenootje *Ovatella myosotis*, een longslakje dat alleen op kwelders voorkomt, kruipend onder het Strandkweek.

Muizenootjes (*Ovatella myosotis*) rond. Dat zijn slakjes met een langwerpige bruin huisje van ongeveer 1 cm lang. In het najaar verdwijnen de Muizenootjes plotseling, waarschijnlijk zijn ze dan weggekropen in spleten en holletjes in de grond, om de winter en de overspoelingen met zeewater te ontvluchten. Door de mens is het Muizenootje ook buiten Europa verspreid, onder andere in de kwelders langs de westkust van de Verenigde Staten.

Wie de moeite neemt om de dode plantenresten in een onbeweid gebied op te tillen ziet op de bodem daaronder vaak een plotseling gewemel van wegspringende beestjes. Dat zijn de Kwelderspringers (*Orchestia gammarella*), die verwant zijn aan de Strandvlooien. Uit de inhoud van de braakballetjes van Tureluurs blijkt dat Tureluurs tijdens het broedseizoen graag Kwelderspringers lusten. *Orchestia* kan slecht tegen beweiding. Niet alleen gaat beweiding ten koste van de hoeveelheid strooisel, maar ook zorgen de hoeven van het vee er voor dat de bovenlaag van de grond te vast wordt om weg te kunnen kruipen.



De stelmug *Symplecta stictica*, met zijn dunne poten hangend aan een zeealsemplant.

Eveneens in het afgestorven materiaal in de bovenlaag van de grond leeft de larve van de Stelmug *Symplecta stictica*. Deze lijkt op de larve van de Langpootmug (de 'emelt' die in binnendijs grasland voorkomt), maar is veel kleiner. De volwassen Stelmuggen lijken op miniatuur langpootmuggen, heel teer, met slappe

langwerpige vleugels en dunne poten. Ze vliegen niet graag en doen ook verder niet veel. Ze eten zelfs niet; kennelijk bestaat hun leven als imago alleen maar uit paren en eieren leggen. In tegenstelling tot *Orchestia* kunnen Stelmuglarven wel goed tegen beweiding.

Spinnen, loopkevers en roofvliegen

Echte rovers hebben we tot nu toe nog niet veel genoemd, behalve dan Lieveheersbeestjes, zweefvliegjarven en sluipwespen die van bladluizen leefden. Er zijn veel "rovers", want al die algen-, planten- en humusetende diertjes zorgen voor een behoorlijke voedselbron voor spinnen, loopkevers en roofvliegen. De meeste spinnen van de kwelder zijn heel klein. Het zijn Dwergspinnen van enkele mm lengte en de daaraan verwante Hangnetspinnen. Een bekende en heel algemene soort van de kwelder is het dwergspinnetje *Erigone longipalpis* met



Dwergspinnetje van het geslacht *Erigone* op de kwelderbodem.

een glimmend zwart kopborststuk, grauwbrown achterlijf en bruine pootjes. Dit diertje kan op het water lopen en daarbij door de wind over het water "zeilen". Het kan ook heel lang onder water vertoeven; tot 4 dagen. Gek genoeg maakt het daarbij geen luchtbel, zoals bij andere spinnen wel te zien is. *Erigone* houdt van de tunneltjes en holletjes die onder het gras van onbeweide kwelders te vinden zijn. Daar maken ze hun kleine hangmatwebjes, waar springstaarten en andere kleine diertjes in gevangen worden. De grootste spinnensoort van de lage kwelder is de Kwelderwolfspin, *Pardosa purbeckensis*, tot 7 mm lang. Ook deze kan op het water lopen en onderduiken, als hij wil. Als een Kwelderwolfspin onder moet duiken (omdat de plant waar hij op zit onder water verdwijnt) kan hij gewoon naar beneden lopen. Onmiddell-

lijk ontstaat daarbij een zilverkleurig laagje van lucht, dat in de fijne beharing van het spinnelijf blijft hangen; een soort aqualong. Een spin die op de grond zit tijdens opkomend water hoeft zich alleen maar vast te houden aan de ondergrond, om in het dunne omhulseltje van lucht te wachten tot het water weer weg is. Wolfspinnen bouwen geen web; ze jagen op hun prooi en bespringen hem van korte afstand. Omstreeks mei of juni paren de Wolfspinnen. Daarna bouwt de moederspin een grijsachtig coconnetje, waar ze haar eieren in meesleept tot ze uitkomen. De jonge spinnetjes klampen zich meestal nog een poosje aan hun moeder vast, tot ze één voor één ergens in de kweldervegetatie terecht komen. In de nazomer, tijdens stil en warm weer, kruipen veel dwergspinnen op een hoge grasstengel of in de top van een hoge zeeasterplant. Met behulp van een



Een jonge kwelderwolfspin (Pardosa purbeckensis) in typische houding om weg te vliegen op thermiek, vanaf een uitgebloeide zeeasterplant, met behulp van een dunne draad spinrag.

ragfijn spindraadje proberen ze dan weg te zweven op de thermiek. Soms, op een mooie warme nazomerdag lukt dat heel goed. Dan verschijnen ook de kokmeeuwen en de spreuwen die hoog vliegend boven de kwelder proberen om links en rechts happend zo veel mogelijk spinnetjes op te eten. Maar ongetwijfeld zal een deel overleven, en na de luchtreis landen op een nieuw leefgebied.

Kweldergebieden zijn ook interessant vanwege een aantal zoutminnende loopkeversoorten. Loopkevers zijn notoire rovers, ook in het larvenstadium. De larven leven in de bovenlaag van de bodem; daar zaaien ze dood en verderf met hun sterke, kromme kaken. De volwassen dieren zijn de welbekende renpaarden van de insectenfauna. Algemene kweldersoorten zijn

Bembidion minimus, *Bembidion normanni* en *Dicheirotichus gustavii*. Vooral de laatstgenoemde soort (4 tot 7,5 mm, geel met een donkere veeg over



De loopkever Dicheirotichus gustavii is een geduchte rover.

de dekschilden) komt veel voor. Bij hoge vloed kruipt hij weg in holletjes (zoals die van de kortschildkever *Bledius*) en spleten waar lucht in achterblijft. Zodoende kan *Dicheirotichus* een dagelijkse overfloeding overleven, of zelfs meerdere weken achtereen ondergedoken blijven! Ook de eieren worden in holletjes in de grond gelegd. Dank zij hun huidademhaling hebben de larven voldoende aan de geringe zuurstofvoorziening van de gangen in de kwelderbodem.

Terwijl de loopkevers op de grond de baas zijn, zijn de roofvliegen dat in de lucht en op de vegetatie. Met bliksemnelle aanvallen maken ze allerlei kleine insecten buit, die ze vasthouden met hun



Een roofvlieg met een zojuist gevangen Stelmug.

bedoornde voorpoten. Een vrij kleine roofvlieg die heel veel voorkomt is de langpootvlieg *Hydrophorus oceanus*. 's Zomers tijdens mooi weer is deze vliegsoort in enorme aantallen parend

te zien op ondiep water en op de natte modder in kwelderslenken. Tijdens de



Langpootvliegen (Hydrophorus oceanus), parend op het slik van een kweldersloot. Het mannetje houdt zijn vrouwtje vast met beide voorpoten

paring zit het vrouwtje soms nog een prooi op te eten. De larven leven in de modder van de prielkanten.

Omwille van de ruimte bevat dit overzicht van kwelder-ongewervelden slechts een greep uit de rijkdom van de kwelder-natuur, en dan ook nog met nadruk op de ongewervelden van de vastelandkwelders van Groningen en Friesland. Het totale aantal echt specifieke kweldersoorten, dat wil zeggen soorten die binnendijks niet voorkomen, zal enkele honderden bedragen. Door hun gebondenheid aan dit relatief zeldzame milieu zijn ze zelf ook relatief zeldzaam. Gelukkig vormen de Nederlandse kwelders behoorlijk aaneengesloten oppervlakken, wat gunstig is voor hun behoud.

8.3 Kwelders en vogels

Kwelders kunnen door vogels voor verschillende doeleinden worden gebruikt: als foerageergebied (met name door eenden en ganzen), als rustgebied tijdens hoogwater (door alle soorten die de Waddenzee als voedselgebied gebruiken), als slaappleats (bijvoorbeeld door meeuwen en steltlopers die binnendijks voedsel zoeken) en als broedgebied.

Kwelders als foerageergebied

Rotganzen en Brandganzen zijn, in tegenstelling tot Grauwe Ganzen en Kolganzen, als echte zoutminnende ganzensoorten te bestempelen. Zowel de Rotgans als de Brandgans zijn voor hun voedsel dan ook in veel grotere mate van

Zoutmelde bedekt na een 5-tal jaren geen of extensieve beweiding de lage kwelder. Na een strenge winter maakt het weer plaats voor Zeeaster.



kwelders afhankelijk dan de Grauwe Ganzen en de Kolganzen. De Rotgans gebruikt de kwelders in het waddengebied als laatste bunkerplaats voordat ze uit west Europa vertrekken. Hierbij worden extra vetvoorraden aangelegd om in één onafgebroken vlucht naar de Witte Zee te vliegen. Na een korte periode van opnieuw opvetten vliegen de Rotganzen vervolgens verder naar het broedgebied in centraal Siberië. De Brandgans trekt in het voorjaar vanuit Nederland eerst naar Sleeswijk-Holstein en het Oostzeengebied, om van daaruit massaal richting broedgebieden op Nova Zembla en het Vaigach schiereiland te vliegen. Voor de voorbereiding op de wegtrek is de Rotgans dus in nog sterkere mate direct van het Nederlandse waddengebied afhankelijk dan de Brandgans. Rotganzen arriveren eind september en vertrekken pas weer in de tweede helft van mei, maar zijn vrij schaars in de maanden december-februari. In deze maanden verblijft het

grootste deel van de populatie in zuidwest Nederland, west Frankrijk en zuidoost Engeland. Vooral in oktober en november wordt veel op het wad gefoerageerd, daarna zowel op kwelders als binnendijks grasland. Van maart tot de wegtrek hebben Rotganzen een sterke voorkeur voor kwelderplanten. De voorkeur van deze soort voor zoute kwelders weerspiegelt zich ook in het voorkomen in Friesland en Groningen: Rotganzen zijn talrijk langs de noordkust en relatief schaars in de (minder zoute) Dollard. In het najaar ontbreken de groenwieren op het slijkige wad van de Dollard, in het voorjaar hebben de Dollardkwelders een te ruige vegetatie met te weinig voor Rotganzen aantrekkelijke plantensoorten (Boekema et al. 1983). Rotganzen zijn op de Friese kwelders aanzienlijk talrijker dan in Groningen. Zo lagen de seizoensmaxima in Friesland tussen 1996 en 1999 op 10.000-36.000, in Groningen waren maximaal 2600-5500 Rotganzen

Beheer en kwelderfauna

De kwelderfauna van ongewervelde dieren is afhankelijk van:

- De aanwezigheid van verschillende plantensoorten (de meeste plantensoorten brengen hun eigen begeleidende fauna van luizen, wantsen, vlinders en dergelijke met zich mee).
- De mate waarin planten worden afgebeten door vee.
- De aanwezigheid van een strooisellaag. Als er geen afgestorven plantenresten aanwezig zijn, ontbreekt het biotoop voor veel bodembewonende organismen.
- De aanwezigheid van overgangen tussen hoog en laag, goed gedraineerd en natter en dergelijke, voorzover die op een kwelder thuishoren. Dieren van overgangszones komen daardoor ook goed aan hun trekken.

De belangrijkste sturende factoren zijn:

1. De begrazingdruk. Door begrazing worden er praktisch geen stengels en bloeiwijzen van tweezaadlobbige planten gevormd, waardoor een belangrijk niche voor kwelderongewervelden verloren gaat. Ook ontstaat er (vooral bij beweiding door schapen) een vaste, aangeduwde kwelderbodem waarop het weinige strooisel dat er op terecht komt ook nog wordt platgetrapt. Maar toch is er vooral op midden en hoge kwelders wel begrazing nodig. Anders eindigt de

successie van de vegetatie daar in uitgestrekte, eentonige velden Strandkweek. Ook daarin leeft een specifieke fauna, maar die is wel vrij arm doordat alle diersoorten die bij andere kwelderplanten en bij meer open gebieden horen ontbreken. Om eenzijdigheid te voorkomen moet dus een groot deel van de kwelders beweid worden. Het beste voor de kwelderongewervelden is waarschijnlijk een veebezetting die groot genoeg is om uitbreiding van Strandkweek te voorkomen, maar die - waar mogelijk - wisselt van jaar op jaar. Wanneer in een bepaald gebied gedurende een aantal jaren geen, of relatief weinig vee wordt ingeschaard treedt tijdelijk verruiging op, met een geweldige explosie van kwelderongewervelden. In een daaropvolgende periode zal het waarschijnlijk nodig zijn om weer uitgebreid intensief te beweiden. Daarbij ontstaat tevens ruimte voor insecten en spinnen van open terrein. Terwijl het ene gebied wat verruigt kan het vee elders worden ingezet, en later andersom. Overigens is er voor wat betreft de aard van het vee een voorkeur voor koeien. Die geven namelijk een grotere afwisseling in de plantengroei dan schapen.

2. De begreppeling en ontwatering van de kwelders langs de Fries-Groninger kust. Hoe intensiever er gegreppeld wordt, hoe gelijkmatiger de ontwatering van de bodem en hoe minder afwisseling er ontstaat in de vegetatie. Een ander nadeel van het uitgraven van watergangen is dat de fauna in de bodem en de zijanten daarvan beschadigd of zelfs geheel verwijderd wordt. Bij een natuurlijke (of meer natuurlijke) afwatering ontstaat er een afwisseling tussen hogere ruggen langs de kwelderkreken, en laagtes op plekken met minder water- en sedimentaanvoer. Deze hebben elk een eigen vegetatie en - dus - een eigen fauna van ongewervelde diersoorten. Ook treden dan hier en daar plassen op. Voor wat betreft de vastelandkwelders moet wel rekening worden gehouden met de mogelijkheid van erosie. Door een te geringe ontwatering zouden erosiehaarden kunnen ontstaan, vooral in het gebied direct landwaarts van de pionierzone. Daardoor zouden uiteindelijk grote stukken kwelder kunnen veranderen in wadvlaktes, wat voorkomen kan worden door toch kunstmatig te ontwateren.

Samenvattend zou een beheer dat serieus rekening houdt met de ongewervelde dieren moeten bestaan uit lichte beweiding van een deel van de kwelders, niet altijd in hetzelfde gebied, en een zo min mogelijk kunstmatige ontwatering.

aanwezig (SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep 2000). Dit verschil wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de gemiddeld genomen kortere grasmat op de Friese kwelders, een vegetatietype waar Rotganzen zeer veel prijs op stellen omdat kort gras relatief eiwitrijk is. Opvallend is ook dat er in Groningen zelden binnendijks wordt gevoerageerd, waarschijnlijk door het vrijwel ontbreken van binnendijkse graslanden. Het aantalverloop van de Rotgans in het Waddengebied in de afgelopen 35 jaren wordt gekenmerkt door een gestage toename tot en met 1990. De in noordwest Europa aanwezige populatie van de Rotgans bereikte toen een grootte van 314.000. Door een reeks jaren met slecht broedsucces is het aantal in de laatste jaren geleidelijk afgenomen tot minder dan 200.000 (SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep 2000). Ook langs de Friese en Groninger kust is een afname geconstateerd.

De Brandgans was tot voor enkele tientallen jaren een schaarse wintergast op de Friese en Groninger kust. Grotere aantallen worden pas sinds de jaren 60 waargenomen. Het is een wintergast van oktober-maart. In de laatste jaren worden op de Friese kwelders maximaal 52.000-78.000 Brandganzen geteld. Dit aantal is exclusief de grote groep Brandganzen die we traditioneel in de Bantpolder in noordoost Friesland aantreffen. Hier en in de nabijgelegen Peazemerlannen waren tussen 1996 en 1999 maximaal 4.700-16.700 aanwezig. Naast de al genoemde groepen zijn enkele tienduizenden Brandganzen aanwezig in het gebied Lauwersmeer - Anjumerkolken - Kollumerland. Langs de Groninger kust zijn de aantallen wat meer variabel: hier werden eind jaren 90 7.700-37.000 Brandganzen geteld, in de Dollard lagen de aantallen op 17.000-24.000 (SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep 2000). Hier nemen de aantallen in het voorjaar sinds het begin van de jaren 90 niet meer toe. Dit kan erop wijzen dat de maximaal mogelijke aantallen van deze soort in dit gebied



zijn bereikt. Het zwaartepunt van de verspreiding van de Brandgans in Nederland ligt in de maanden oktober-november zonder meer langs de vastelandkust van het waddengebied. In de maanden december-maart worden ook grote aantallen aangetroffen in zuidwest Friesland en in de noordelijke Delta. In april, wanneer de kweldergrassen weer beginnen te groeien, verhuist het overgrote deel van de in Nederland verblijvende Brandganzen weer naar noord Friesland, noord Groningen en de Dollard. Eind jaren 90 werden maximaal 263.000 Brandganzen in Nederland geteld. Dit komt overeen met ongeveer 90% van de gehele Russische-Baltische populatie. Het aantal Brandganzen neemt jaarlijks nog met ruim 9% toe.

De Grauwe Gans en de de Kolgans waren al in de 19e eeuw bekende verschijningen op de kwelders van de Dollard. Beide soorten hebben gemeen dat ze zowel gebruik maken van de vegetatie die 's zomers wordt beweide door vee als van de niet begraasde drassige kwelderranden met Zeebies, Aster en Riet (Boekema et al. 1983). De Kolgans beperkt zich overwegend tot grasachtige vegetaties. Beide soorten slapen op de door deze plantensoorten gevormde beschutte randen van de kwelder, soms ook op de wadplaten van de Dollard. Eind jaren 90 waren op de Dollardkwelders maximaal 5.300-11.000 Grauwe Ganzen aanwezig en 1.100-5.400 Kolganzen (SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep 2000), veel hogere aantallen dan op de Friese en Groninger noordkust. De kwelders van de noord-

kust hebben een zouter karakter dan de Dollard, er groeit geen Zeebies en Riet en het ontbreekt wellicht aan voor deze soorten aantrekkelijke slaappleatsen. Grauwe Ganzen gebruiken regelmatig ook binnendijkse foerageergebieden. Dan worden zowel gras als oogstresten gegeten.

Naast verschillende soorten ganzen worden de kwelders van de Friese en Groninger kust, inclusief de Dollard, bezocht door tienduizenden Smienten. Deze gans onder de eenden is een strikte vegetariër, die een voorkeur heeft voor korte vegetaties in de omgeving van water en onder water staande graslanden. In noord Friesland zijn de aantallen in de afgelopen 25 jaren geleidelijk licht gestegen. Uit tellingen van de Wadvogelwerkgroep Groningen blijkt echter dat de ruim 33.000 Smienten die in de jaren 70 langs de Groninger kust werden geteld hier tegenwoordig niet meer voorkomen. Deze vogels blijken gedeeltelijk te zijn overgeschakeld naar binnendijkse cultuurgrasland. In de Dollard is de Smient nog steeds talrijk maar ook hier zijn de gemiddelde aantallen nog maar ongeveer de helft van die uit de jaren 70. Dit ondanks de voorkeur van Smienten voor Fioringras, een plantensoort die in de Dollard relatief talrijk is. Smienten lijken gebieden met Rood Zwenkgras als dominante soort te mijden en juist deze soort komt op de kwelders van de Groninger noordkust veel voor. In de Dollard, maar ook elders langs de Friese en Groninger noordkust, verzamelen zich in de herfst op de rand van kwelder en wad duizenden Wilde Eenden en Wintertalingen, die hier zaden van kwelderplanten eten. Vooral het zaad van Zeekraal en Schorrenkruid is zeer in trek.

Afgezien van alle genoemde watervogels zijn kwelders als overwinteringsgebied ook zeer in trek bij enkele zangvogelsoorten. Vooral Sneeuwgorst, IJsgors, Strandleeuwerik en Frater hebben een specifieke voorkeur voor kwelders hebben zijn. Het betreft in alle gevallen



zaadeters die een voorkeur hebben voor zaden van Zeeaster, Lamsoor en Zee-kraal. De populatie in het internationale waddengebied wordt geschat op 4.300-6.500 Strandleeuweriken, 22.000-32.000 Fraters en 8.800-14.500 Sneeuwgorzen. De IJsgors is een veel schaarsere gast. Het lijkt erop dat alle soorten wat talrijker zijn in het Duitse en Deense deel van de Waddenzee maar we moeten rekening houden met het feit dat in Nederland deze soorten pas sinds enkele jaren worden meegeteld tijdens de watervogeltellingen. Ze zijn het meest talrijk in de maanden november-maart. Zo'n 30-50% van het aantal in het Nederlandse waddengebied is aanwezig langs de Friese en Groninger kust.

Kwelders als hoogwatervluchtplaats

Tijdens periodes rond een gemiddelde hoogwater verzamelen zich enkele honderdduizenden wadvogels (vooral steltlopers en meeuwen) op de kwelders van de Friese en Groninger noordkust om er te overtijen, waarbij Scholeksters, Wulpen en Bonte Strandlopers het talrijkst zijn. De aantallen zijn het hoogst in de nazomer en vroege herfst maar individuele soorten kunnen in hun doortrekpiek in andere maanden hebben. Zo zijn doortrekkende en pleisterende Tureluurs vooral talrijk in de tweede helft van juli en Zilverplevieren juist weer in mei. Meestal zijn deze vogels 4 tot 6 uren aanwezig en verzamelen ze zich gegroepeerd per soort. Tijdens deze periode wordt vooral gepoetst en geslapen, terwijl ze intussen het tijdens laag water gegeten voedsel verteren. Bonte Strandlopers en Kanoetstrandlopers geven de voorkeur aan kale stukken van de kwelder of lage vegetatietypen.

Andere soorten, zoals Tureluurs en Groenpootruiters kunnen soms geheel schuil gaan in hogere vegetatie. Een voorkeur voor bepaalde plantensoorten valt hierbij niet te ontdekken: de vogels laten zich vooral leiden door de vegetatiestructuur. Soorten als Rosse Grutto en Wulp zoeken bij voorkeur een plaatsje aan de waterlijn of staan het liefst met hun poten of tot aan de buik in het water. De plaatskeuze van vooral deze vogels wordt uiteraard sterk door de getijhoogte bepaald. Bij relatief lage waterstanden (b.v. tijdens doodtij) zullen ze te vinden zijn in de pionierzone, tegen de waterlijn aan, bij hogere waterstanden zullen ze hun toevlucht tot de hogere delen van de kwelder moeten zoeken. Tijdens springtij en wind uit het

westen of noordwesten kunnen sterk verhoogde waterstanden optreden. Onder dergelijke omstandigheden kan de kwelder gedeeltelijk of geheel overstroomd raken. In een dergelijke situatie zal een groot deel van deze vogels gedwongen zijn om in zomerpolders of binnendijks te overtijen. Een andere belangrijke factor die de plaatskeuze van overtijende wadvogels bepaalt is verstoring door mensen, roofdieren of vee. Omdat veel pleisterende wadvogels gedurende enkele weken en soms maanden in een bepaald gebied aanwezig zijn is deze plaatskeuze vooral gebaseerd op leerervaringen uit de voorafgaande periode. Door de aanwezigheid van greppels en slikvelden is er, vooral op brede kwelders, vaak een geleidelijke gradiënt van een relatief druk bezocht gebied in de omgeving van de dijk naar een rustiger en minder begraasd gebied dicht tegen het wad aan. Vooral in de zomer is er relatief veel menselijke activiteit op de kwelders en



△

worden gebieden dicht bij de dijk of binnendijks vaak gemeden. Uit waarnemingen van de Wadvogelwerkgroep van de Fryske Feriening foar Fjildbiology (FFF) blijkt bijvoorbeeld dat wadvogels naar de Bildtpollen trekken om te overtijen terwijl binnendijks op veel kortere afstand ook potentieel geschikte rustgebieden aanwezig zijn.

Kwelders als slaappleaats

Kwelders worden o.a. gebruikt als

slaappleaats voor Kok-, Storm- en Zilvermeeuwen die in het binnendijkse agrarische gebied en in en rond de stad Groningen foerageren. Uit onderzoek van de Provincie Groningen blijkt dat een deel van de Zilvermeeuwen nog verder zuidelijk foerageert en tijdens werkdagen heen en weer pendelt naar de VAM-vuilverwerkingsinstallatie in Wijster (Meeuwssen & van Scharenburg 1988). In de weekends, wanneer er geen vuil in Wijster wordt gestort en er dus veel minder voedsel beschikbaar komt, zoeken ze elders naar voedsel. Dankzij het beter afdekken van vers gestort afval zullen de aantallen vlieg bewegingen van meeuwen van en naar Wijster in de afgelopen jaren zijn afgenomen. Er zijn ook slaaptrek bewegingen bekend van Scholeksters, Wulpen en Regenwulpen die foerageren ten westen van de stad Groningen en in en om het Reitdiepdal en die slapen op de kwelders langs het Groninger en Uithuizer wad. Deze trek bewegingen staan niet op zichzelf. Ook in de omgeving van de Dollard en in de provincie Friesland pendelen binnendijks foeragerende steltlopers en meeuwen dagelijks heen en weer naar slaappleaatsen op de kwelders.

Broedvogels op kwelders

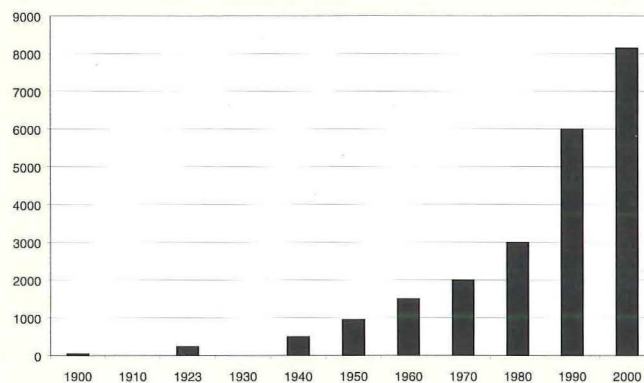
"Echte" kwelderbroedvogels, in de zin van dat ze ecologisch geheel van kwelders afhankelijkheid zijn, bestaan niet. De soorten die op kwelders broeden komen ook in andere habitats voor. Dit betekent niet dat kwelders niet een aanzienlijk deel van de Nederlandse populaties van bepaalde soorten kunnen herbergen. Ook broeden sommige soorten op kwelders in aanzienlijk hogere dichtheden dan in andere habitats. Wanneer op kwelders specifieke situaties zijn ontstaan (bijvoorbeeld rietvelden of hoog opgaande vegetaties) kunnen zich hier echter ook soorten vestigen die nergens anders op kwelders tot broeden komen. Soorten die min of meer karakteristiek zijn voor kwelders zijn Kluut en Tureluur, hoewel beide soorten ook binnendijks tot broeden komen.

Het verspreidingsgebied van de Kluut laat zien dat de meeste langs de kust broeden maar dat de soort, zeker in midden en zuid Europa, ook regelmatig langs rivieren en (zout)meren te vinden is. Voorwaarde is dat kale of schaars begroeide broedplaatsen beschikbaar zijn, in combinatie met slikrijke gebieden waar gefoerageerd kan worden. De slikrijke greppels van de kwelderwerken

vormen dan ook een zeer belangrijk fourageer- en schuilgebied, zowel voor kuikens als voor volwassen vogels. Van de 40.000 paren in Europa herbergt Nederland een zeer aanzienlijk deel (7.100-9.200 paren). Hiervan was 50% aanwezig langs de vastelandkust van het waddengebied en inclusief de waddeneilanden was dit percentage zelfs 60% (Bijlsma et al. 2001). De Kluut is een pioniersoort, die een gebied bevolkt nadat het zojuist permanent droog is gevallen (bijvoorbeeld 800 paren in de Oostvaardersplassen in 1968 vlak na het droogvallen van zuidelijk Flevoland, daarna afnemend tot enkele tientallen paren in de jaren 90; Bijlsma et al. 2001). Zodra zich in een bepaald gebied een meer definitieve vegetatie vestigt verdwijnt de soort weer. Dat Kluten zoveel op kwelders broeden is te danken aan het feit dat hier gebieden aanwezig zijn die in een permanente pioniersituatie verkeren. Daarnaast is ook een tendens merkbaar om op bouwland, in de omgeving van sloten, te gaan broeden (Hagemeijer & Blair 1997).

In het begin van de 20e eeuw was de Kluut in Nederland een zeer schaarse broedvogel en werd alleen als broedvogel aangetroffen op Texel en in de Dollard (Bijlsma et al. 2001). De Nederlandse broedpopulatie is sinds het begin van de 20e eeuw aanzienlijk toegenomen, waarschijnlijk deels als gevolg van betere beschermingmaatregelen, zoals beperking van eierrapen. Bovendien is meer geschikt biotoop beschikbaar gekomen. Zo waren in het begin van de 20e eeuw langs de Friese noordwestkust vrijwel geen Kluten als broedvogel aanwezig. Pas na de bouw van de Afsluitdijk ontstonden geschikte broedgebieden, o.a. omdat het wad er veel slikkiger werd. Eind jaren 30 hadden zich in dit gebied grote aantallen Kluten gevestigd (Teixeira 1979). In de jaren daaropvolgend heeft de Kluut waarschijnlijk sterk geprofiteerd van de aanleg van de kwelderwerken. De populatie in het waddengebied nam gestaag toe van 500 paren in 1940 naar 6000 paren in 1990 (Bijlsma et al. 2001). Naar schatting 75 % hiervan broedt op de vasteland-kwelders (Arts & Meininger 1997).

De Tureluur komt in zoute milieus in aanzienlijk hogere dichtheden voor dan elders. De Tureluur is oorspronkelijk waarschijnlijk uit Azië afkomstig waar hij als één van de talrijkste broedvogels voorkomt op de hooggelegen steppen



Aantalsontwikkeling van de broedvogelpopulatie van de Kluut (broedparen) in het Nederlandse waddengebied, op basis van aantalsopgaven in Bijlsma et al. (2001), aangevuld met een schatting uit 1923 (Drijver 1924). Het aantal voor 1900 is gebaseerd op een schatting op basis van Dijkse (1996).

van Tibet en Mongolië. Na de laatste ijstijd zou de soort zijn verspreidingsgebied hebben uitgebreid naar de zilte strandweiden en kwelders rond de Oostzee en de Noordzee (Voous 1965). Van hieruit heeft de Tureluur zich ook binnendijs gevestigd in veengebieden en vochtige graslanden en heidevelden en zich verspreid over een groot deel van Nederland, noordwest Duitsland, Denemarken, zuid Zweden, Groot-Brittannië en Ierland (Hagemeijer & Blair 1997). Binnen dit binnendijkse verspreidingsgebied heeft de Tureluur nog steeds een voorkeur voor zoute milieus, zoals rond de voormalige Middellzee en op plaatsen waar restanten te vinden zijn van inpolderingen van voormalige slenken (Beintema 1976). Hier zijn nog oude veenlagen aanwezig die door-drenkt zijn met zout, dat weliswaar door de regen uitspoelt maar zich op laaggelegen plaatsen ook ophoopt. De vegetaties op dergelijke zoute gebieden wordt gekenmerkt door zoutplanten als Rood zwenkgras, Zilte rus, Stomp kweldergras, Gewoon kweldergras en Zeemelkruid. De Tureluur is in dergelijke graslanden verreweg de talrijkste weidevogelsoort. De dichtheden die hier worden aangetroffen zijn dan ook duidelijk hoger dan in zoete binnendijkse graslanden. In de jaren 70 lagen deze op 107 paren per 100 ha (Beintema 1976), terwijl in "gewone" veenweidegebieden 18 paren per 100 ha broeden en op graslanden op vochtige klei 41 paren per 100 ha (Beintema et al. 1995). Op de Friese kwelders liggen de dichtheden op

gemiddeld ruim 23 paren/100 ha, op de Groninger kwelders op 86 paren/100 ha. Reden voor dit grote verschil is de hogere begrazingsdruk op de Friese kwelders, wat tot voor kort op veel plaatsen een kortgeschoren grasmatt opleverde die voor Tureluurs als broedplaats minder aantrekkelijk is. Plaatselijk kunnen de dichtheden echter nog veel hoger liggen. Bovendien worden de dichtheden tijdens de gebruikelijke inventarisaties, waarbij niet zeer gericht en gedetailleerd naar Tureluurs wordt gekeken, waarschijnlijk sterk onderschat. Uit gedetailleerd onderzoek van Esselink blijkt dat in de Dollard plaatselijk dichtheden aanwezig zijn van 420-430 paren/100 ha. Wanneer deze dichtheden ook elders in de Dollard aanwezig waren zou dit betekenen dat hier begin jaren 90 1600 paren Tureluurs broedden, ongeveer 5% van de hele Nederlandse broedpopulatie. Vergelijkbare dichtheden worden ook aangetroffen op de Duitse Halligen, die het best als kwelder-eilanden kunnen worden omschreven. Op de Halligen Nordstrandischmoor, Hooge, Langeness, Gröde en Habel bedroegen de dichtheden in 1996 gemiddeld 26 Tureluurs/100 ha. Op Langeness was de dichtheid echter aanzienlijk hoger. Hier broeden maar liefst 160 paren per 100 ha (Hälterlein in Rasmussen et al. 2000). Sinds de jaren 60 zijn de aantallen binnendijkse broedende Tureluurs op veel plaatsen in Nederland, met name op de zandgronden, met minstens 50% gedaald. Het belang van de kwelders is daarmee alleen maar toegenomen. Ook in het geval van de Tureluur vormen de slikkige greppels van de kwelderwerken een belangrijk fourageer- en schuilgebied voor kuikens.

Wat broedt waar

Uit de hierboven gepresenteerde beschrijvingen van de broedbiotopen van de Kluut en de Tureluur wordt al duidelijk dat de verschillende broedvogelsoorten van de kwelder alle hun eigen karakteristieke voorkeurbiotopen hebben. De tabel (boven) geeft een overzicht voor de meest talrijke en karakteristieke kwelder-soorten.

*Voorkeurbiotopen
van op kwelders
broedende vogels.*

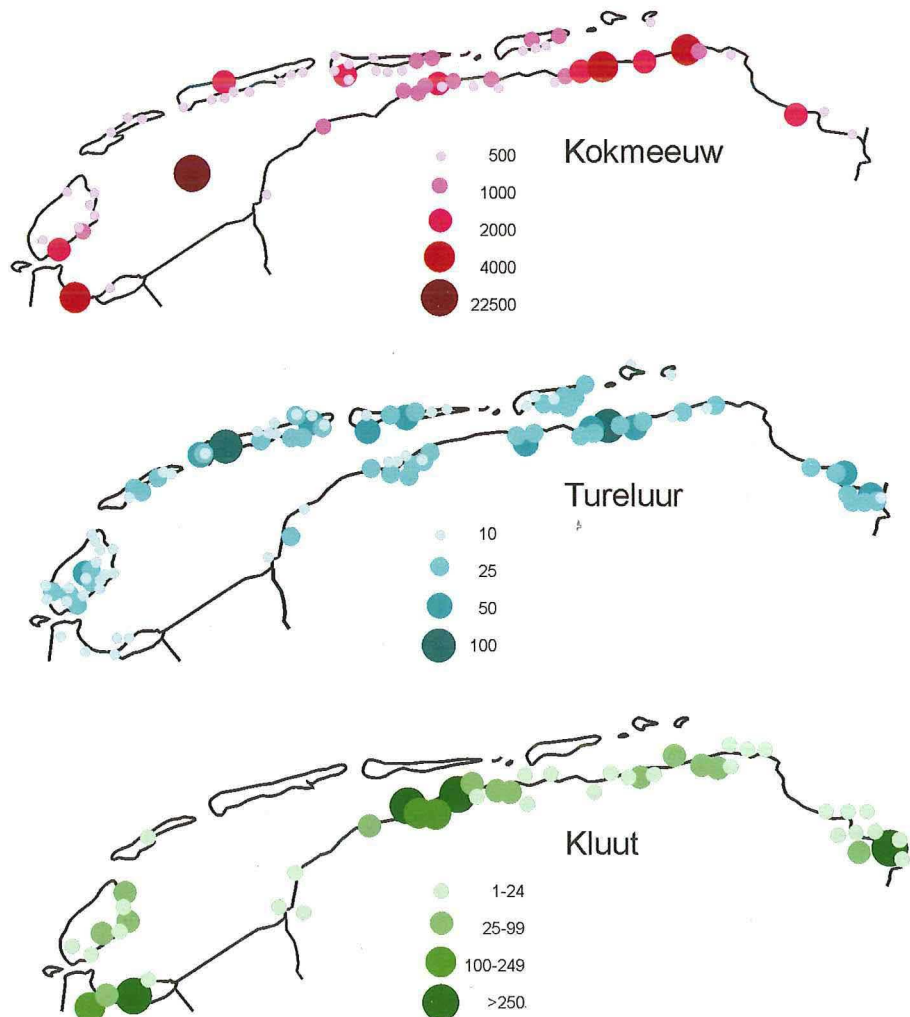
Soort	Karakteristiek habitattype
Wilde eend Scholekster	In hogere vegetatie op ruigere delen van kwelders en zomerpolders
Kievit	In relatief korte vegetaties en open delen van zowel de lagere als de hogere kwelders, op zomerkades en in zomerpolders
Bontbekplevier	Zandige open stukken op kwelders, vaak voorzien van schelpen
Grutto	In hoge vegetatie op de hogere kwelders en de zomerpolders
Tureluur	Extensief beheerde en niet beweide delen van kwelders met hoger opgaande vegetatie en middelhoge vegetatie op oeverwallen langs greppels; ook in zomerpolders
Kluut	Kolonievormend; in relatief kale delen van kwelders, op en nabij slikvelden en kwelderplasjes en in zomerpolders
Kokmeeuw	Kolonievormend; zowel in relatief kale delen van kwelders maar ook in ruigere, hoger opgaande vegetaties, ook in zomerpolders
Visdief/Noordse Stern	Kolonievormend; in gebieden met lage vegetatie en relatief kale delen langs de randen van hogere kwelders
Veldleeuwerik	Hogere, grazige delen van kwelders en in zomerpolders
Graspieper	Extensief beweide en niet beweide ruigere delen van kwelders; ook in zomerpolders

Het zal duidelijk zijn dat wanneer een bepaald vegetatietype schaarser of talrijker wordt dit consequenties heeft voor de vogels die in deze gebieden gaan broeden. Vooral de beweiding-intensiteit speelt hierbij een belangrijke rol. In hoofdstuk 8.1 wordt meer gedetailleerd op deze zaken ingegaan.

Totale aantallen broedparen

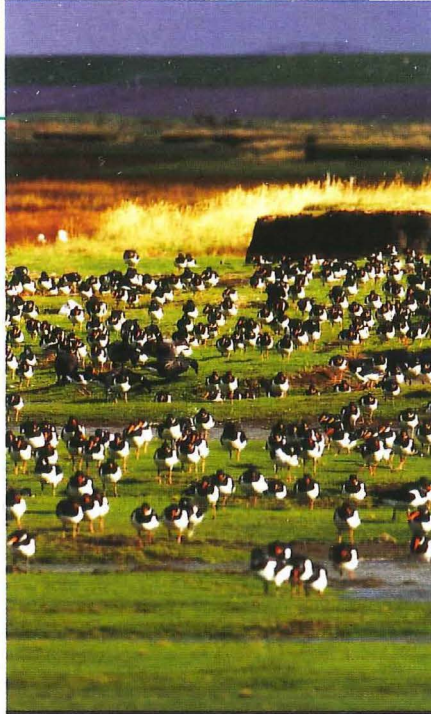
Het belang van de kwelders in Nederland wordt het best geïllustreerd door een opsomming van de aantallen die hier broeden, uitgezet tegen de grootte van de gehele Nederlandse populatie.

De tabel op de volgende pagina laat zien dat vooral voor de Bontbekplevier, Tureluur, Kluut, Kokmeeuw, Visdief en Noordse Stern een aanzienlijk deel (meer dan 10%) van de Nederlandse populatie op kwelders en kwelderwerken broedt. Voor de Kluut is dit zelfs 50%. Ook het verspreidingkaartje hieronder laat duidelijk zien dat kwelders een waar bolwerk voor deze soorten zijn.



*Verspreiding van Kluut,
Tureluur en Kokmeeuw in
1996 per kolonie.
Overgenomen uit Koks &
Hustings 1998*

Aantal broed-paren van karakteristieke vogelsoorten van vastelandkwelders, kwelderwerken en zomer-polders in Noord-Holland, Friesland, Groningen en de Dollard in de jaren 90, en de meest recente schatting van de grootte van de Nederlandse broedvogelpopulatie. Naar gegevens van: Boele et al. 1999, Bijlsma et al. 2001, Dijksen & Koks 1999, Koffijberg 1993, 1994, 1998, Koks 1996, Koks & Hustings 1998 en ongepubliceerde jaarverslagen van Meindert Otter van het Balgzand (1991-1997)



△

Soort	Balgzand	Friesland	Groningen	Dollard	Nederland	% populatie
Eidereend	0	7-14	43	0	10.000	<1
Scholekster	30-89	822-1.223	1.472-1.985	+	80.000-100.000	3
Kievit	0-4	172-388	60-114	+	200.000-275.000	<1
Bontbekplevier	7-16	3-35	0-5	0-6	330-430	10
Grutto	0	77-220	4-60	+	50.000-60.000	<1
Tureluur	0-6	207-333	1.193-1.556	1.600	24.000-36.000	10
Kluut	272-528	1.518-2.902	1.033-1.198	260-498	7.100-9.200	50
Stormmeeuw	104-529	0	0-1	0-4	6.000-7.900	<1
Zilvermeeuw	1-8	208-488	1-4	0-2	67.000-90.000	<1
Kokmeeuw	4.297-8.076	7.418-11.461	8.838-14.593	43-802	132.000-170.000	17
Visdief	845-3.037	272-689	263-462	0-165	16.000-18.000	15
Noordse Stern	0-1	18-245	20-122	0-4	1.760-2.220	10
Veldleeuwerik	0	57-144	+	+	175.000-300.000	<1
Graspieper	0-2	165-669	+	+	70.000-100.000	<1
Gele Kwikstaart	0	33-75	+	+	40.000-70.000	<1
Rietgors	0-7	1-104	+	+	40.000-70.000	<1

Veranderingen in aantallen broedvogels

Een vergelijking van twee integrale inventarisaties, georganiseerd door SOVON in 1991 en 1996, laat voor de Kievit over de gehele linie een afnemende trend zien. De Bontbekplevier doet het daarentegen goed en neemt toe. Tureluurs lijken over de hele linie vrij constant in aantal te blijven. Lokaal zijn er echter duidelijke verschillen. Zo blijkt de Tureluur in Friesland vrij constant in aantal te blijven maar in de Dollard sterk in aantal te zijn achteruitgegaan. Langs de Groninger kust lijkt sprake te zijn van een toename. Na een afname van 17% tussen 1970 en 1990 neemt de Tureluur ook weer toe langs de kust van Nedersachsen en lijkt hier te profiteren van de afgenomen begrazing. In de Dollard zit de Tureluur binnendijks ook in de lift. Er is dus sprake van een verschuiving van buiten- naar binnendijks. Deze verschuiving wordt wel in verband gebracht met de relatief hoge begrazingsdruk van vooral de Brandganzen op de Dollardkwelders in het voorjaar. De achteruitgang van de

Kluut in Friesland (van 2.920 paren in 1991 naar 1.427 in 2000) wordt zowel veroorzaakt doordat kolonies Kluten in de afgelopen jaren zijn gepreedeerd door de afgelopen jaren zijn gepreedeerd door omdat Kluten gebieden waar deze verstoring heeft plaatsgevonden in de daarop volgende jaren mijden. Ook de toename van ruige vegetaties, een gevolg van een lagere begrazingsdruk, heeft waarschijnlijk een negatief effect op Kluten gehad. De achteruitgang van de Scholekster is een afspiegeling van de tegelijk vastgestelde afname van het aantal overwinterende Scholeksters in de Waddenzee en de slechte overleving van onvolwassen vogels. Deze achteruitgang over de hele linie wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het verdwijnen van droogvallende mosselbanken sinds eind jaren 80 en de sindsdien in verschillende jaren opgetreden voedselschaarste. Scholeksters zijn sinds het verdwijnen van mosselbanken gedwongen massaal over te schakelen op kokkels, een schelpdiersoort waarvan de bestanden zeer sterk van jaar op jaar kunnen schommelen, mede onder invloed van mechanische kokkelvisserij. Bij de

Kokmeeuw is sprake van een algemene neerwaardse trend, hoewel de kolonie op Griend nog steeds geleidelijk groeit. De kolonies in Friesland en zeker ook in de Dollard hebben flink ingeleverd. In hoeverre verrijging dan wel predatie hier een rol hebben gespeeld is onduidelijk. Met name in Friesland hebben Veldleeuwerik en Graspieper sterk geprofiteerd van het vergassen van voormalige akkerbouwgebieden op het Noorderleeg.

Beheer en vogels

In de Bildtpollen zijn de broedvogel-aantallen in de loop van de jaren 90 zeer sterk gedaald. De FFF noemt als mogelijke oorzaken voor deze afname:

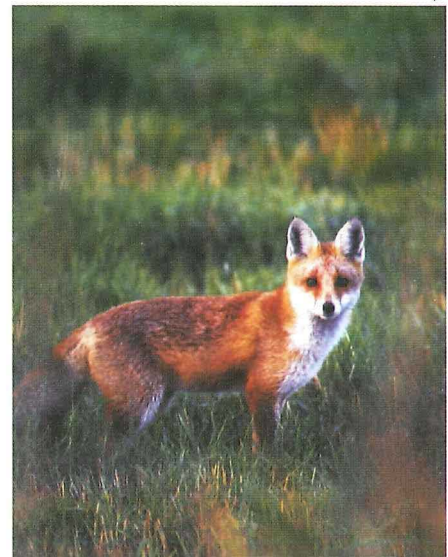
- een hoge mate van vertrapping van de legfels door intensieve beweiding met paarden;
- verhoogde predatie door vooral Zilvermeeuwen en Vossen;
- toegenomen menselijke verstoring door openstelling van gebieden ten behoeve van recreatie;
- verminderde voedselbeschikbaarheid in het broedgebied.

Nader onderzoek naar deze achteruitgang is zeer wenselijk, zeker nu It Fryske Gea eigenaar van de zomerpolder is geworden: potentieel een waardevol kweldergebied. Uit waarnemingen van Avifauna Groningen blijkt dat in terreinen die in beheer zijn bij Het Groninger Landschap ten behoeve van de beweiding veelal paarden zijn ingeschaard. Geconstateerd is dat deze paarden regelmatig de neiging hebben om in groepen door het terrein te gaan galopperen waarbij individuele nesten, maar ook nesten in kolonies, de kans lopen om vertrapt te worden. Ook leidt deze vorm van beweiding ertoe dat de vegetatie vaak wordt vertrapt. Schapen hebben als voordeel dat ze veel minder vertrappen maar als nadeel dat ze selectief grazen en daardoor de hogere delen van de kwelder laten verruigen. Koeien zijn een betere optie omdat ze een groter deel van het gebied bestrijken en minder selectief grazen. Ook koeien lopen soms echter dwars door kolonies en kunnen veel schade aanrichten.

Predatoren

Door de toename van roofvogels en grondpredatoren (zoals vossen en huiskatten) speelt predatie een steeds belangrijker rol, ook op de kwelders. Uit de door SOVON gecoördineerde watervogeltellingen blijkt dat in de wintermaanden in het waddengebied gemiddeld 50 tot 70 Slechtvalken aanwezig zijn, de meeste daarvan langs de Fries-Groninger kust, plus nog eens enkele tientallen Sperwers, Smellekens en Blauwe Kiekendieven. De eerste drie soorten eten vrijwel uitsluitend vogels en op de achterkant van een sigarendoos is uit te rekenen dat deze roofvogels op jaarbasis enkele tienduizenden exemplaren per jaar zullen consumeren, waarschijnlijk vooral jonge en onervaren vogels. Dit komt overeen met enkele procenten van het totale aantal watervogels in het gebied en vormt zeker geen bedreiging voor deze vogels. Voor 1968 kwam de Vos in west Nederland niet of alleen als dwaalgast voor (en werd in de meeste gevallen snel opgeruimd). Sindsdien heeft de Vos zich overal in de duinstreek gevestigd en geleidelijk aan ook het verspreidingsgebied richting noord Nederland uitgebreid. In de duinen heeft de aanwezigheid van de Vos ertoe geleid dat de hier aanwezige koloniebroeders (zoals Zilvermeeuwen, Kleine Mantelmeeuwen en Stormmeeuwen) vrijwel geheel zijn verdwenen of hun broedplaatsen hebben verplaatst naar gebouwen met platte daken in de omgeving. Andere soorten, zoals eenden, ganzen en Wulpen hebben hun gedrag inmiddels aangepast en blijken hun nesten beter te verstoppen of te broeden op voor Vossen moeilijk

bereikbare plaatsen. Sinds enkele jaren zijn er ook Vossen verschenen op de kwelders in Friesland en Groningen. Deze blijken o.a. holen te maken in de zomerkades en blijken huis te houden in de kolonies van Kluten, Kokmeeuwen en sterns. Uit waarnemingen van Klaas Koopman en medewerkers van de FFF blijkt dat in het voorjaar van 2001 in de omgeving van Holwerd geen koloniebroeders meer aanwezig waren. Verwacht mag worden dat de aanwezigheid van de Vos op de kwelders geen tijdelijke zaak zal zijn en dat deze aanwezigheid ook in de komende jaren de aanwezigheid van broedvogels op de kwelders sterk zal beïnvloeden. Het effect hiervan zal sterk afhangen van de breedte van de kwelders en de bereikbaarheid van de nestplaatsen. Mogelijk zullen Kokmeeuwen en sterns hun kolonies verplaatsen naar de eilanden maar het is nog maar de vraag of ook Kluten op de eilanden voldoende geschikte broedplaatsen zullen kunnen vinden. In hoeverre verspreid broedende soorten als de Tureluur een sterk nadelig effect van de aanwezigheid van de Vos zullen ondervinden is voorlopig nog niet duidelijk.



9. Literatuurlijst

Bronnen hoofdstuk 1

Esselink, P. 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. Koeman en Bijkerk bv – ecologisch onderzoek en advies, Haren. 256 p.

Glopper, R.J. de 1962. Landaanwinning in Noord-Nederland. Tijdschrift Kon. Ned. Aardr. Gen. 3: 258-263.

Glopper, R.J. de 1964. Landaanwinning in het wadengebied. In: J. Abrahamse, J.D. Buwalda & L.M.J.U. van Straaten (eds.). Het Waddenboek. Thieme & Cie, Zutphen: 152-177.

Kamps, L.F. 1956. Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk Waddegebied. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. 93 p.

Kamps, L.F. 1962. Mud distribution and land reclamation in eastern wadden shallows. Rijkswaterstaat Communications 4. 73 p.

Klinkhamer, R. 1987. Een halve eeuw landaanwinningswerken langs de friese- en groninger kust. Rijkswaterstaat directie Groningen, Dienstkring Baflo. 182 p.

Nienhuis, J. 1949. Strijd aan het wad. Van Loghum Slaterus, Arnhem. 338 p.

Oost, A.P. 1995. Dynamics and sedimentary development of the Dutch Wadden Sea with emphasis on the Frisian inlet; a study of the barrier islands, ebb-tidal deltas and drainage basins. Thesis, Utrecht, Geologica Ultraiectina 126. 518 p.

Stolk, C. 1993. Slikken of Stikken. 1939-1955 werkverschaffing in Groningen. Uitgeverij Meinders, Scheemda. 248 p.

Verhoeven, B. & J. Akkerman 1967. Buitendijkse mariene gronden. Hun opbouw, bedijking en ontginning. Van zee tot land 45. Tjeenk Willink, Zwolle. 93 p.

Bronnen hoofdstuk 2

Andresen, H., J.P. Bakker, M. Brongers, B. Heydemann & U. Irmiler 1990. Long-term changes of salt-marsh communities by cattle grazing. *Vegetatio* 89: 137-148.

Beeftink, W.G. 1987a. Vegetation responses to changes in tidal inundation of salt marshes. In: J. van Andel, J.P. Bakker, and R.W. Snaydon (eds.), *Disturbance in grasslands*. Dordrecht: Junk, pp. 97-117.

Beeftink, W.G. 1987b. De betekenis van de factor getij voor de schorrevegetatie. In: J. Rozema (ed.), *Oecologie van estuariene vegetatie*. Amsterdam, Yerseke: Vrije Universiteit Amsterdam, Delta Instituut voor Hydrobiologisch Onderzoek, pp. 1-45.

Cramer, W. & H. Hytteborn 1987. The separation of fluctuation and long-term change in vegetation dynamics of a rising seashore. *Vegetatio* 69: 157-167.

Dijkema, K.S. 1985. Europese betekenis van kwelders in de Waddenzee. *Waddenbulletin* 85: 14-17.

Dijkema, K.S. 1987. Geography of salt marshes in Europe. *Z. Geomorph. N.F.* 31, 4: 489-499.

Dijkema, K.S., W.G. Beeftink, J.P. Doody, J.M. Géhu, B. Heydemann & S. Rivaz Martinez,

Salt marshes in Europe. Council of Europe, Strasbourg. 178 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.

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, Dijkema, K.S., Bunje, J., Pedersen, T.F. & Stock, M. 1999. Salt marshes. In: De Jong, F., Bakker, J.F., van Berkel, C.J.M., Dankers, N.M.J.A., Dahl, K., Marencic, H. & Potel, P. (Eds.), *Wadden Sea Quality Status Report*. Wadden Sea Ecosystem No. 9 Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral Monitoring and assessment Group, Quality Status Report Group. Wilhelmshaven, Germany: 165-170.

Eisma, D. & K.S. Dijkema 1998. The influence of salt marsh vegetation on sedimentation. In: D. Eisma (ed.) et al., *Intertidal deposits. River mouths, tidal flats, and coastal lagoons*. CRC Press, Boca Raton: 403-414.

Erchinger, H. F. 1995. Dünen, Watt und Salzwiesen. Der Niedersächsische Ministerie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Hannover. 59 p.

Erchinger, H.F., H.-G. Coldewey & C. Meyer 1996. Interdisziplinäre Erforschung des Deichvorlandes im Forschungsvorhaben "Erosionsfestigkeit von Hellern". *Die Küste* 58: 1-45.

Ericson, L. 1980. The downward migration of plants on a rising Bothnian seashore. *Acta Phytogeographica Suecica* 68: 61-72.

Esselink, P., K.S. Dijkema, S. Reents & G. Hageman 1998. Vertical accretion and profile changes in abandoned man-made tidal marshes in the Dollard estuary, The Netherlands. *Journal of Coastal Research* 14, 2: 570-582.

Eysink, W.D., K.S. Dijkema, H.F. van Dobben, P.A. Slim, C.J. Smit, J. de Vlas, M.E. Sanders, J. Wiertz & E.P.A.G. Schouwenberg 2000. Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 13 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland.

French, J.R. & D.R. Stoddart 1992. Hydrodynamics of salt marsh creek systems: Implications for marsh morphological development and material exchange. *Earth Surface Process and Landforms*, 17: 235-252.

Glopper, R.J. de 1981. De snelheid van de opslibbing en van de terugschrijdende erosie op de kwelders langs de noordkust van Friesland en Groningen. In: 50 jaar onderzoek. *Flevobericht* 163: 43-51.

Jakobsen, B. 1954. The tidal area in south-western Jutland and the process of the salt marsh formation. *Geografisk Tidsskrift* 53: 49-61.

Kamps, L.F. 1956. Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk Waddegebied. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. 93 p.

Kamps, L.F. 1962. Mud distribution and land reclamation in eastern wadden shallows. Rijkswaterstaat Communications 4. 73 p.

König, D. 1948. *Spartina townsendii* an der Westküste von Schleswig-Holstein. *Planta* 36: 34-70.

Oloff, H., J.P. Bakker & L.F.M. Fresco 1988. The effect of fluctuations in tidal inundation frequency on a salt-marsh vegetation. *Vegetatio* 78: 13-19.

Stoddart, D.R., D.J. Reed & J.R. French 1989. Understanding salt-marsh accretion, Scolt Head Island, Norfolk, England. *Estuaries* 12. 228-236.

Storm, K. 1999. Slinkend Onland. Over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland NOTA AX-99.007. 68 p.

Weihe, K. von 1979. Morphologische und ökologische Grundlagen der Vorlandsicherung durch *Puccinellia maritima* (Gramineae). *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 32: 239-254.

Wohlenberg, E. 1933. Das Andelpolster und die Entstehung einer charakteristischen Abrasionsform im Wattenmeer. *Wiss. Meeresunters. NF. Abt. Helgoland* 19, 4: 1-3.

Wolff, W.J. 1988. De internationale betekenis van de Nederlansde natuur. RIN-rapport 88,32. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. 173 p.

Yapp, R.H., D. Johns & O.T. Jones 1917. The salt marshes of the Dover estuary. *Journal of Ecology* 5, 2: 65-103.

Bronnen hoofdstuk 3

Dijkema, K.S. 1987. Changes in salt-marsh area in the Netherlands Wadden Sea after 1600. In: A.H.L. Huiskes, C.W.P.M. Blom & J. Rozema. *Vegetation between land and sea*. Junk Dordrecht: 42-49.

Dijkema, K.S. 1991. Toekomstig beheer van kwelders op de eilanden en het vasteland. *Waddenbulletin* 91, 3: 118-122.

Dijkema, K.S. 1994. Zeespiegelstijging en kwelderbeheer. *Waddenbulletin* 29: 104-107.

Dijkema, K.S. 1994. Auswirkung des Meeresspiegelanstieges auf die Salzwiesen. J.L. Lozán, E. Rachor, K. Reise, H.von Westernhagen & W. Lenz (eds.), *Warnsignale aus dem Wattenmeer*. Blackwell, Berlin: 196-200.

Dijkema, K.S. 1994. Küstenschutz am niederländischen Festland. *Wattenmeer International* 2/94: 11-12.

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.

Erchinger, H.F. 1995. Intaktes Deichvorland für den Küstenschutz unverzichtbar. *Wasser und Boden* 47, 2: 48-53.

Eysink, W.D., K.S. Dijkema, H.F. van Dobben, P.A. Slim, C.J. Smit, J. de Vlas, M.E. Sanders, J. Wiertz & E.P.A.G. Schouwenberg 2000. Monitoring effecten bodemdaling op Ameland-Oost. Evaluatie na 13 jaar gaswinning. Begeleidingscommissie Monitoring Bodemdaling Ameland.

Esselink, P. 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. Koeman en Bijkerk bv – ecologisch onderzoek en advies, Haren. 256 p.

Flemming, B.W. & N. Nyandwi 1994. Land reclamation as a cause of fine-grained sediment depletion in backbarrier tidal flats (southern North Sea). *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28, 3-4: 299-307.

Neuhaus, R., K.S. Dijkema & H.-E. Reinke 1998. Die Gefährdung der Flora und Fauna an Küsten durch den Meeresspiegelanstieg. In: J.L. Lozan, H.G. Grassl & P. Hupfer (eds.), Warnsignal Klima. Wissenschaftliche Fakten; Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg: 313-317.

Neuhaus, R., K.S. Dijkema & H.-R. Reinke 2001. The Impact of sea-level rise on coastal flora and fauna. In: J.L. Lozan, H. Grassl & P. Hupfer. Climate of the 21st century: Changes and risks. Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg: 311-314.

Oost, A.P. & K.S. Dijkema 1993. Effecten van bodemdaling door gaswinning in de Waddenzee. IBN-rapport 025. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek/Universiteit Utrecht, Texel. 133 p. + 8 bijl.

Oost, A.P. 1995. Dynamics and sedimentary development of the Dutch Wadden Sea with emphasis on the Frisian inlet; a study of the barrier islands, ebb-tidal deltas and drainage basins. Thesis, Utrecht, Geologica Ultraeictina 126. 518 p.

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.

Ovesen, C.H. 1990. Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Ministry of the Environment, Denmark. 203 p.

Reineck, H.-E. 1980. Sedimentationsbeträge und Jahresschichtung in einem marinen Einbruchgebiet / Nordsee. Senckenbergiana marit. 12: 281-309.

Bronnen hoofdstuk 4

Bakker, J.P., P. Esselink, R. van der Wal & K.S. Dijkema 1997. Options for restoration and management of coastal salt marshes in Europe. In: K.M. Urbanska, N.R. Webb & P.J. Edwards (eds.), Restoration ecology and sustainable development; Cambridge University Press: 286-322.

Bergs, J. van den, J.H. Bossinade & K.S. Dijkema 1992. De effecten van het 'uitpolderen' van zomerpolders op de kweldervorming binnen de kwelderwerken in de Waddenzee. Nota GRAN 1992, 2001 / RIN-rapport 92, 20. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek & Rijkswaterstaat Directie Groningen, Groningen. 50 p.

Bergs, J. van den, J.H. Bossinade, K.S. Dijkema, J.J. Huizing, F. Stumpe & J. de Vlas 1996. De Punt van Reide: wel of niet verdedigen? Nota NN-ANW 96-02. Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland, Leeuwarden. 50p.

Bijnsdorp, R. 1996. Gevoel voor zout. Werken aan de grens tussen zoete en zoute watersystemen. Ministerie V&W, Den Haag. Brochurereeks Integraal Waterbeheer nr.8. 24 p.

Dankers, N., K.S. Dijkema, P.J.H. Reijnders & C.J. Smit 1990. De Waddenzee in de toekomst - waarom en hoe te bereiken? RIN-rapport 90,19. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel. 112 p.

Dankers, N., K.S. Dijkema, J.A. van Franeker, M. Leopold, C.J. Smit & W.J. Wolff 1993. Hst. 2: Inleiding voor de regio's van de maritieme invloedsfeer; Hst. 3: Afsloten zeearmen; Hst. 4: Getijdegebied; Hst. 5: Noordzee. Onderzoek nagenoeg-natuurlijke referentie-ecosystemen. Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, RU Utrecht/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Utrecht. 12-13; 14-18; 19-29; 30-36.

Dijkema, K.S., N. Dankers & W.J. Wolff 1985. Cumulatie van ecologische effecten in de Waddenzee. RIN-rapport 85, 13. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel. 105 p.

Dijkema, K.S., N.M.J.A. Dankers, G.J.M. Wintermans, J.C.A.M. Bervaes & D.C. van der Werf 1997. Compensatie voor gaswinning in het grensgebied met de Waddenzee: visie op een rol voor natuurontwikkeling. IBN-rapport 275. 55 p.

Dijkema, K.S., N.M.J.A. Dankers, G.J.M. Wintermans, J.C.A.M. Bervaes & D.C. van der Werf 1997. Bodemdaling en waterhuishouding in Groningen: visie op een grotere rol voor natuurontwikkeling. IBN-rapport 276. 41 p.

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.

Heidemij advies, Rijksinstituut voor Kust en Zee & Resource analysis 1996. Herstel Natuur Westerschelde. Alternatieven + Projectbundel. RWS directie Zeeland & Bestuurlijk Overleg Westerschelde. 27 + 53 p.

Helmer, W., P. Vellinga, G. Litjens, H. Goosen, E. Ruijgrok & W. Overmars 1996. Meegroeien met de zee. Naar een veerkrachtige kustzone. Wereld Natuur Fonds, Zeist. 36 p.

Hosper, U.G. & J. de Vlas 1994. Noord-Friesland buitendijks. Beschrijving en toekomstvisie. It Fryskse Gea, Olterterp. 80 p.

Storm, K. 1999. Slinkend Onland. Over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland NOTA AX-99.007. 68 p.

Vegter, J.E. 1997. Bodemdaling door aardgaswinning en de natte natuur in Groningen en Noord Drenthe. Het Groninger Landschap; Groninger Bond van Binnenvissers. 42 p.

Bronnen hoofdstuk 5

Boer, M. de & M.A.J. Koomen 1983. Erosie en sedimentatie in de landaanwinningwerken op het Friese wad 1966-1978. Rijkswaterstaat, Adviesdienst Hoorn. Nota WWKZ-82.H003. 22 p.

Bergs, J. van den, P. Bouwsema & K.S. Dijkema 1990. Management of the mainland saltmarshes and accretion works in relation to coastal protection. In: C. Helweg Ovesen, Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Ministry of the Environment, the National Forest and Nature Agency, Denmark: 85-95.

Bouwsema, P. 1987. Vegetatieontwikkeling van de Friese en Groninger Noordkust. Rijkswaterstaat Directie Groningen, Dienstkring Baflo. 38 p. + 6 vegetatiekaarten 1960-1983.

Bouwsema, P., J.H. Bossinade, K.S. Dijkema (red.), J.W.Th.M. van Meeen, R. Reenders & W. Vrieling 1986. De ontwikkeling van de hoogte en van de omvang van de kwelders in de landaanwinningwerken in Friesland en Groningen. Nota ANA-86.05 / Rapport 86/3. Rijkswaterstaat Directie Groningen, Afdeling Advies en Onderzoek, Dienstkring Baflo & Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel. 58 p.

Dieckmann, R. 1988. Entwicklung der Vorländer an der nordfriesischen Festlandküste. Wasser und boden 3: 146-150.

Dijkema, K.S., P. Bouwsema & J. van den Bergs 1990. Possibilities for the Wadden Sea marshes to

survive future sealevel rise. In: C. Helweg Ovesen, Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Ministry of the Environment, the National Forest and Nature Agency, Denmark: 125-145.

Dijkema, K.S., J. van den Bergs, J. Bossinade & T.A.G. Kroeze 1995. Monitoring kwelderwerken in Groningen en Friesland. Evaluatie medio 1992-medio 1994. Rapport. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Texel; Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland, Dienstkring Waddenzee-Oost; Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland, afd. ANW; Leeuwarden. 34 p. + 2 bijl.

Dijkema, K.S., J.H. Bossinade, A. Nicolai, H. Jongerius, J. Frankes, K. Haan. P. Leusink & H. Venema 2000. Beheer kwelderwerken. Verslag monitoring kwelderwerken waddenkust Friesland en Groningen nov. 1999- nov. 2000. Alterra & Rijkswaterstaat directie Noord-Nederland. 19 p. + bijlagen.

Hoekstra, H., H.J. Winkels & J.B.M. Gerritsen 1998. De bodemopbouw van de buitendijkse gronden langs de noordkust van Friesland en Groningen. Flevobericht 414. 84 p. + bijlagen.

Hofstede, J.L.A. 1996. Systemanalyse der salzwiesen im Wattenmeer von Schleswig-Holstein. Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und regionalwissenschaft 18: 53-64.

Olsen, H.A. 1959. The influence of the Rønmø Dam on the sedimentation in the adjacent part of the Danish Wadden Sea. Geogr. Tidsskr. 58: 119-140.

Pethick, J. & D. Reed 1987. Coastal protection in an area of salt-marsh erosion. Proceedings of the Conference of Coastal Sediments. American Society of Civil Engineers, New Orleans, Louisiana: 1094-1104.

Veenstra, K. 1969. De bodemkartering en het grondonderzoek in de kuststrook van de oostelijke wadden gedurende de jaren 1955 t/m 1965. Flevoberichten 63. 52 p. + bijlagen.

Bronnen hoofdstuk 6

Anonymus 2001. Vorlandmanagementkonzept. Erfahrungsbericht 1995-2000. Ministerium für landliche Raume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein, Kiel. 38 p

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.

Dijkema, K.S. 1997. Impact prognosis for salt marshes from subsidence by gas extraction in the Wadden Sea. Journal of Coastal Research 13, 4: 1294-1304.

Dijkema, K.S., J. van den Bergs, J.H. Bossinade, P. Bouwsema, R.J. de Glopper & J.W.Th.M. van Meeen 1988. Effecten van rijdendammen op de opslibbing en op de omvang van de vegetatiezones in de Friese en Groninger landaanwinningwerken. Rijkswaterstaat Directie Groningen, Nota GRAN 1988-2010; Rijksinstituut voor Natuurbeheer, RIN-rapport 88, 66; Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, RIJ-rapport 1988-33 Cbw. 119 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.

Hekhuis, H.J. & S.M.G. de Vries 1994. Duurzaam rjshout voor de kwelderwerken. Onderzoek naar een goedkoper onderhoud van de rjshoutdammen in de Waddenzee. IBN-rapport 056. 49 p.

Glopper, R.J. de 1966. Variations in the clay contents of deposits in a shallow area in relation to topography. Proc. 6th Congr. International Commission on Irrigation and drainage, New Delhi: 21.75-21.82.

Houwing, E. J. 2000. Sediment dynamics in the pioneer zone in the land reclamation area of the Wadden Sea, Groningen, The Netherlands. Proefschrift Universiteit Utrecht. 163 p.

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.

Janssen-Stelder, B.M. 2000. A system analysis of salt marsh development along the Dutch Wadden Sea. Proefschrift Universiteit Utrecht. 127 p.

Sanders, P. 1956. Het opslibbingsproces langs de Groninger kust. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. Rapport 56.80.

Töppe, A. 1993. Zur Analyse des Meeresspiegelanstieges aus langjährigen Wasserstandsaufzeichnungen an der deutschen Nordseeküste. Mitteilungen des Leichtweiss-Instituts für Wasserbau der technischen Universität Braunschweig. Heft 120. 132 p.

De Vries, S.M. G. & J.J. de Jong 2000. Duurzaam rjshout voor instandhouding kwelders: resultaten van een praktijkproef 1995-2000. Alterra-rapport 101. 49 p.

Bronnen hoofdstuk 7

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.

Eerd, M.M. van 1985. The influence of vegetation on erosion and accretion in salt marshes of the Oosterschelde, The Netherlands. Vegetatio 62: 367-373.

Esselink, P. 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 256 p.

Esselink, P., W. Zijlstra, K.S. Dijkema & R. van Diggelen 2000. The effects of decreased management on plant-species distribution patterns in a salt marsh nature reserve in the Wadden Sea. Biol. Conservation 93: 61-76.

Heykena, A. 1970. Die Vegetation des Vorlandes bei Hilgenriedersiel. Forschungsstelle Norderney, Jahresbericht 1968, Band 20: 78-104.

Groenendijk, A.M. 1986. Establishment of a *Spartina anglica* population on a tidal mudflat: a field experiment. Journal of Environmental Management 22: 1-12.

Grotjahn, M., H. Michaelis, B. Obert & H.W. Stephan 1983. Hohenentwicklung, Sediment, Vegetation und Bodenfauna in den Landgewinnungsgebieten beiderseits des Capeller Tiefs. Forsch.-Stelle f. Insel-

u. Küstenschutz (Norderney), 34: 63-94.

Jakobsen, B. 1953. Landskabsudviklingen i Skalligmarsken. Geografisk Tidsskrift 52: 147-158.

Jespersen, M. & R. Rasmussen 1989. Margarethe-Koog. Landgewinnung und Küstenschutz im südlichen teil des dänischen Wattenmeeres. Die Küste 50: 97-154.

Kamps, L.F. 1956. Slibhuishouding en landaanwinning in het oostelijk Waddengebied. Rijkswaterstaat Directie Landaanwinning, Baflo. 93 p.

Kamps, L.F. 1962. Mud distribution and land reclamation in eastern wadden shallows. Rijkswaterstaat Communications 4. 73 p.

Kempf, N., J. Lamp & P. Prokosch 1987. Salzwiesen: Geformt von Küstenschutz, Landwirtschaft oder Natur? Umweltstiftung WWF-Deutschland, Husum. 476 p.

Reents, S. 1995. Vergelijking van het kunstmatige afwateringssysteem in de kwelderwerken met natuurlijke kreekssystemen. RWS directie Noord-Nederland. IBN, Texel. 79 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.

Scherfose, V. 1989. Salzmarisch-Pflanzengesellschaften der Leybucht. Einflüsse der Rinderbeweidung und Überflutungshäufigkeit. Drosera 89, 1/2: 105-112.

Wohlenberg, E. 1953. Sinkstoff, Sediment und Anwachs am Hindenbrugdam. Die Küste 2: 31-94.

Bronnen hoofdstuk 8.1

Beeftink, W.G. 1965. De zoutvegetatie van ZW-Nederland beschouwd in Europees verband. Med. Landbouwhogeschool 65, 1. Veenman, Wageningen. 167 p.

Bakker, J.P. 1989. Nature management by grazing and cutting. Geobotany 14. Kluwer, Dordrecht. 400 p.

Bakker, J.P. 1993. Strategies for grazing management on salt marshes. Wadden Sea Newsletter 1993, 1: 8-10.

Bakker, J.P., P. Esselink & K.S. Dijkema 1997. Salt marsh management for nature conservation, the value of long-term experiments. Wadden Sea Newsletter 1997, 1: 19-24.

Bouwsema, P. 1987. Vegetatieontwikkeling van de Friese en Groninger Noordkust. Rijkswaterstaat Directie Groningen, Dienstkring Baflo. 38 p. + 6 vegetatiekaarten 1960-1983.

Dijkema, K.S. 1975. 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. 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. & B. Heydemann 1984. Wadden Sea and Southwest Netherlands. In: K.S. Dijkema, W.G. Beeftink, J.P. Doody, J.M. Géhu, B. Heydemann & S.

Rivaz Martinez, Salt marshes in Europe. Council of Europe, Strasbourg: 82-103.

Dijkema, K.S. & J. Bossinade 1990. Vegetatieclassificatie van Waddenzeekwelders volgens een vast typenstelsel. Intern RIN-rapport 90, 15. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Texel; Rijkswaterstaat Directie Groningen, afd. ANA. 37 p.

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,m2002 / RIN-rapport 91, 10. Rijkswaterstaat Directie Groningen & Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Groningen/Texel. 156 p.

Esselink, P. 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. Koeman en Bijkerk bv - ecologisch onderzoek en advies, Haren. 256 p.

Esselink, P., G.J.F. Helder, B.A. Aerts & K. Gerdes 1997. The impact of grubbing by greylag geese (*Anser anser*) on the vegetation dynamics of a tidal marsh. Aquatic Botany 55: 261-279.

Janssen, J.A.M. 2001. Monitoring of salt-marsh vegetation by sequential mapping. Proefschrift Universiteit van Amsterdam. Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft. 249 p.

Janssen, J.A.M. 1996. Project Kwantitatieve Vegetatiekarteringen (KVVVK). Deelrapport 1. Inventarisatie van onzekerheden in vegetatiekarteringen met behulp van luchtfoto's en voorstellen voor kwantificatietesten. Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst, Delft. Interne Rapportage MDGAR-GAT/9638.

Janssen, J.A.M. & B. van Gennip 2000. De Oude Grenzen Methode. Een manier om betrouwbaar veranderingen in landschap en vegetatie te monitoren op basis van luchtfoto-karteringen. Landschap 2000, 17: 3-4

Jeschke, L. 1983. Landeskulturelle Probleme des Salzgraslandes an der Küste. Naturschutzarbeit in Mecklenburg 26, 1: 5-12.

Joenje, W. 1982. Zeekralen. Waddenbulletin 82, 1: 5-7.

Jonk, 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.

Kiehl, K. 1997. Vegetationsmuster in 'Vorlandsalzwiesen in Abhängigkeit von Beweidung und abiotischen Standortfaktoren. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, 52. 142 p.

Ovesen, C.H. 1990. Saltmarsh management in the Wadden Sea region. Ministry of the Environment, Denmark. 203 p.

Raabe, E.-W. 1981. Über das Vorland der östliche Nordsee-Küste. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, 31. 118 p.

Scherfose, V. 1993. Zum Einfluss der Beweidung auf das Gefäßpflanzen-Artengefüge von Salz- und Brackmarschen. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 2: 201-211.

Stock, M. & K. Kiehl 2000. Die Salzwiesen der Hamburger Hallig. Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer, Tönning. Schriftenreihe,

Heft 11. 88 p.

Gettner, S., K. Heinzel & K. Dierssen 1998. Salzmarschen im schleswig-holsteinschen Wattenmeer. In: Umwelatlas Wattenmeer. Band 1. Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer. Landesamt für den nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer / Umweltbundesamt. Ulmer, Stuttgart: 86, 87.

Gettner, S., K. Heinzel & K. Dierssen 1998. Veränderung der Salzmarschenvegetation. In: Umwelatlas Wattenmeer. Band 1. Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer. Landesamt für den nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer / Umweltbundesamt. Ulmer, Stuttgart: 88, 89.

Schaminée, J.H.J., W.G. Beeftink & V. Westhoff 1998. 24. Spartineteta. In: J.H.J. Schaminée, E.J. Weeda & V. Westhoff (eds.). De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala: 71-78.

Schaminée, J.H.J., W.G. Beeftink & V. Westhoff 1998. 25. Thero-Salicornietea. In: J.H.J. Schaminée, E.J. Weeda & V. Westhoff (eds.). De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala: 79-88.

Storm, K. 1999. Slinkend Onland. Over de omvang van Zeeuwse schorren; ontwikkelingen, oorzaken en mogelijke beheersmaatregelen. Rijkswaterstaat Directie Zeeland NOTA AX-99.007. 68 p.

Van Wijnen, H.J. 1999. Nitrogen dynamics and vegetation succession in salt marshes. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. 152 p.

Westhoff, V. & A.J. den Held 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. Thieme, Zutphen. 324 p.

Westhoff, V., J.H.J. Schaminée & K.S. Dijkema 1998. 26. Asteretea tripolii. In: J.H.J. Schaminée, E.J. Weeda & V. Westhoff (eds.). De vegetatie van Nederland. Deel 4. Plantengemeenschappen van de kust en van binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala: 89-130.

Wohlenberg, E. 1938. Biologische Kulturmassnahmen mit dem Queller (*Salicornia herbacea* L.) zur Landgewinnung im Wattenmeer. Westküste 1, 2: 52-104.

Bronnen hoofdstuk 8.3

Arts, F.A. & P.L. Meininger 1997. Ecologisch profiel van de Kluut *Recurvirostra avosetta*. RIKZ werkdocument OS-97.861X, Culemborg/Middelburg. 67 p.

Beintema, A., O. Moedt & D. Ellinger 1995. Ecologische Atlas van de Nederlandse weidevogels. Schuyt & Co., Haarlem. 352 p.

Beintema, A.J. & A. Timmerman Azn 1976. De Tureluur als "zoutliefhebber". Het Vogeljaar 24: 17-21.

Bijlsma, R.G. 1990. Predation by large falcons on wintering waders on the Banc d'Arguin, Mauritania. *Ardea* 78: 75-82.

Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen 2001. Avifauna van Nederland, deel 2. Algemene en schaarse vogels van Nederland. GMB Uitgeverij/KNNV Uitgeverij, Haarlem/Utrecht: 496 p.

Boekema, E.J., P. Glas & J.B. Hulscher (red.) 1983. Vogels van de provincie Groningen. Wolters-

Noordhoff/Bouma Boekhuis, Groningen. 387 p.

Boele, A., M. van der Weide, E. van Winden & D. Zoetebier 1999. Monitoring van vogels in Belangrijke Vogelgebieden: jaarrapport 1996. SOVON-onderzoeksrapport 1999/02, Beek/Ubbergen. 155 p.

Boer, P. de, B.J. Koks, M.W.J. van Roomen & E.A. van Winden 2001. Watervogels in de Nederlandse Waddenzee in 1997/98 en 1998/99. SOVON-monitoringrapport 2001/04. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen. 30 p. & appendix.

Broekhuizen, S., B. Hoekstra, V. van Laar, C. Smeenk & J.B.M. Thissen 1992. Atlas van de Nederlandse zoogdieren. KNNV uitgeverij, Utrecht. 336 p.

Dierschke, J. 1997. Status of Shorelark, Twite and Snow Bunting in the Wadden Sea. Wadden Sea Ecosystem No. 4, Wilhelmshaven: 95-114.

Dijk, K. van, J. van 't Hoff & Wadvogelwerkgroep Groningen 1999. Voorkomen en aantalsontwikkeling van wadvogels langs de Groninger Noordkust tussen 1972 en 1997. In: T. Bakker, K. van Dijk, J.A. de Roos & A. van der Spoel (red.), Vogels van de Groninger Waddenkust. De Grauwe Gors 27, 1: 65-115.

Dijkse, A.J. 1996. Vogels op het Gouwe Boltje. Een volledig overzicht van de Avifauna van Texel. Langeveld & De Rooy, Den Burg. 533 p.

Dijkse, L. & B. Koks 1999. Broedvogelmonitoring in het Nederlandse waddengebied in 1997. SOVON monitoringrapport 1999/10, Beek-Ubbergen. 25 p.

Drijver, J. 1924. De Kluut als broedvogel in Nederland. Nederlandse Vereeniging tot Bescherming van Vogels 1898-1923, Amsterdam: 145-152.

Engelmoer, M., R. Alma, G. van den Dool, M.-J. Ineke, A. Vroom & E. Wymenga 1998. Pleisterende ganzen en zwanen langs de Friese waddenkust, seizoen 1997/98. Altenburg & Wymenga rapport 192, Veenwouden / Rapport WVG-FFF 15, Ferwerd. 65 p.

Engelmoer, M. & W. Altenburg 1999. Vogels binnendijks. De waarden van cultuurgronden in het Nederlandse waddengebied voor vogels. A&W-rapport 211. Altenburg & Wymenga, Veenwouden. 104 p.

Engelmoer, M., J. Feddema, H. Hiemstra & R. Kuipers 1998. Broedvogels Noord-Friesland buitendijks 2000. Rapport Wadvogelwerkgroep FFF 64, Ferwert. 25 p.

Esselink, P. 2000. Nature management of coastal salt marshes. Interactions between anthropogenic influences and natural dynamics. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen. Koeman en Bijkerk bv - ecologisch onderzoek en advies, Haren. 256 p.

Hagemeijer, W.J.M. & M.J. Blair (eds.) 1997. The EBCC Atlas of European breeding birds. Their distribution and abundance. T. & A.D. Poyser, London. 903 p.

Koffijberg, K. 1993. Broedvogelinventarisatie van Kluut, plevieren, meeuwen en sterns in Groningen in 1992. De Grauwe Gors 21, 1: 9-12.

Koffijberg, K. 1994. Koloniebroedvogels in Groningen. Inventarisatie van Kluut, plevieren, meeuwen en sterns in 1993. De Grauwe Gors 22, 2: 36-40.

Koffijberg, K., B. Voslamber & E. van Winden 1997. Ganzen en zwanen in Nederland. SOVON, Beek-Ubbergen / IKC, Wageningen. 274 p.

Koffijberg, K. 1998. Broedvogelinventarisatie van Kluut, plevieren, meeuwen en sterns in Groningen in 1996. De Grauwe Gors 26, 3: 84-89.

Koffijberg, K. 2000. Broedvogelinventarisatie van Kluut, plevieren, meeuwen en sterns in Groningen in 1997 en 1998. De Grauwe Gors 28, 1: 5-11.

Koks, B. 1996. Broedvogelmonitoring in het Nederlandse Waddengebied in 1994. SOVON-monitoringrapport 1996/03, Beek-Ubbergen. 56 p.

Koks, B. & F. Hustings 1998. Broedvogelmonitoring in het Nederlandse Waddengebied in 1995 en 1996. SOVON-monitoringrapport 1998/05, Beek-Ubbergen. 82 p.

Meeuwssen, H. & K. van Scharenburg 1988. Vogelconcentraties in Groningen. Atlas van vogelconcentraties en lokale vliegbewegingen in de provincie Groningen. Rapport Provinciale Planologische Dienst Provincie Groningen, Afd. Landinrichtingsdienst, Groningen. 133 p.

Rasmussen, L. Maltha, D.M. Fleet, B. Hälterlein, B.J. Koks, P. Potel & P. Südbeck 2000. Breeding birds in the Wadden Sea in 1996. Results of a total survey in 1996 and the numbers of colony breeding species between 1991 and 1996. Wadden Sea Ecosystem No. 10. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven. 122 p.

Schothorst, E. & D. Veenendaal 1999. Verstoring van vogels langs de Groninger Noordkust. In: T. Bakker, K. van Dijk, J.A. de Roos & A. van der Spoel (red.), Vogels van de Groninger Waddenkust. Grauwe Gors 27: 7-13.

Smit, C., B. Ens & B. Koks 2000. Afnemende aantallen Scholeksters in de Waddenzee. SOVON-Nieuws 13: 16-17.

SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep 2000. Ganzen- en zwanentellingen in Nederland in 1998/99. SOVON-monitoringrapport 2000/03, Beek-Ubbergen. 81 p.

Teixeira, R.M. (red.) 1979. Atlas van de Nederlandse broedvogels. Natuurmonumenten, 's Graveland. 431 p.

Voous, K.H. 1965. De geografische herkomst van de Nederlandse weidevogelgemeenschap. Het Vogeljaar 13: 496-504.

Zang, H., G. Grosskopf & H. Heckenroth (red.) 1995. Die Vögel Niedersachsens und des Landes Bremen. Austernfischer bis Schnepfen. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Sonderreihe B 2.5. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hannover. 340 p.

atie van
ironingen in

atie van
ironingen in
-11.

net
IVON-
gen. 56 p.

monitoring
95 en 1996.
ek-

88.
an
ingen in de
Planologi-

älterlein, B.J.
jing birds in
otal survey in
ng species
Ecosystem
iat,

Verstoring van
n: T. Bakker,
Spoel (red.),
Grauwe Gors

hende
e. SOVON-

2000.
nd in 1998/
B, Beek-

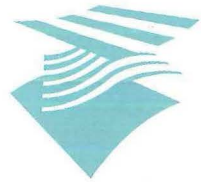
e Nederlandse
raveland.

komst van de
Het Vogeljaar

h (red.) 1995.
des Bremen.
utz und
nderreihe B
Ökologie,

VEGETATIEKAART

Op basis van luchtfoto's 1992



KWELDERWERKEN



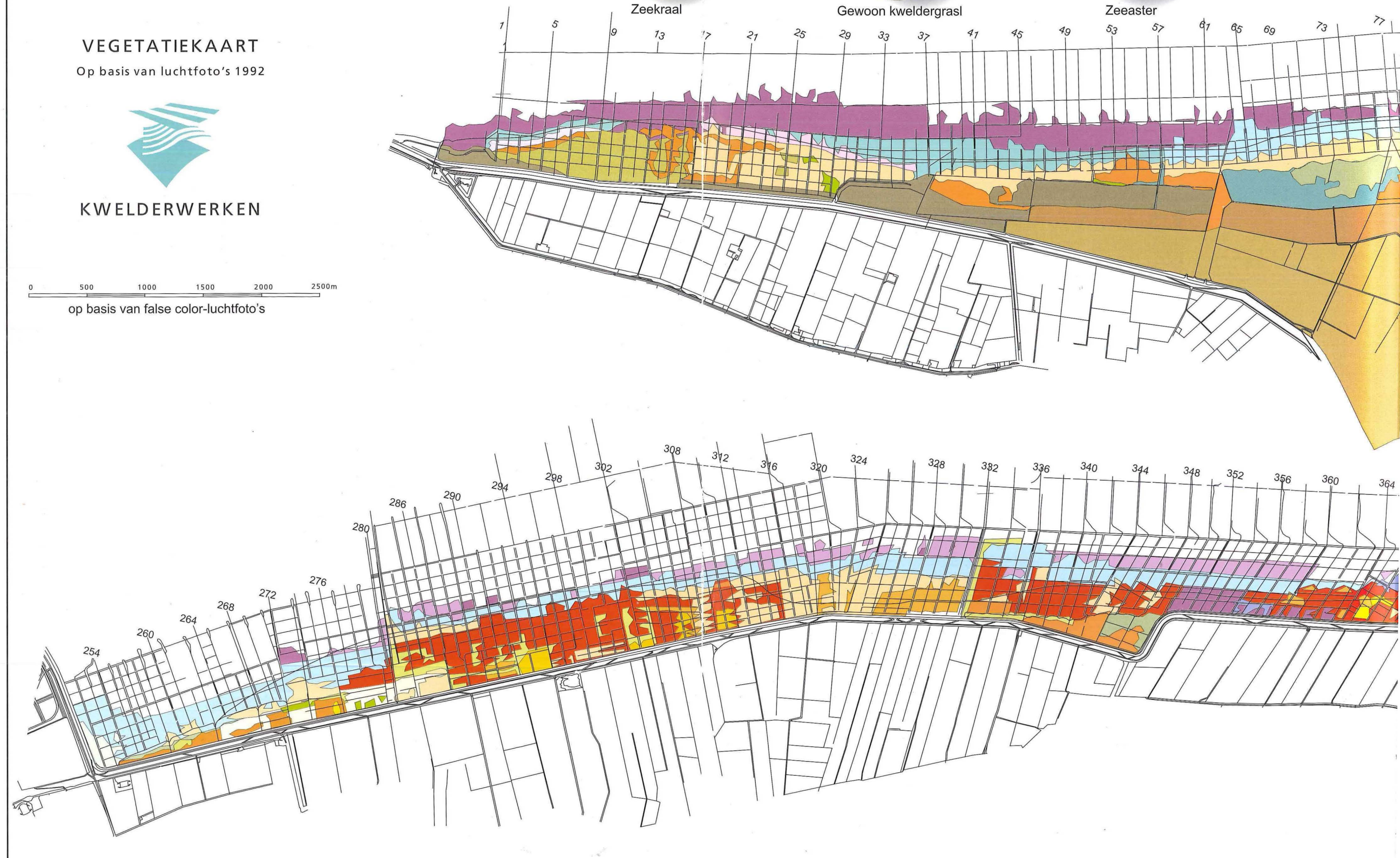
op basis van false color-luchtfoto's

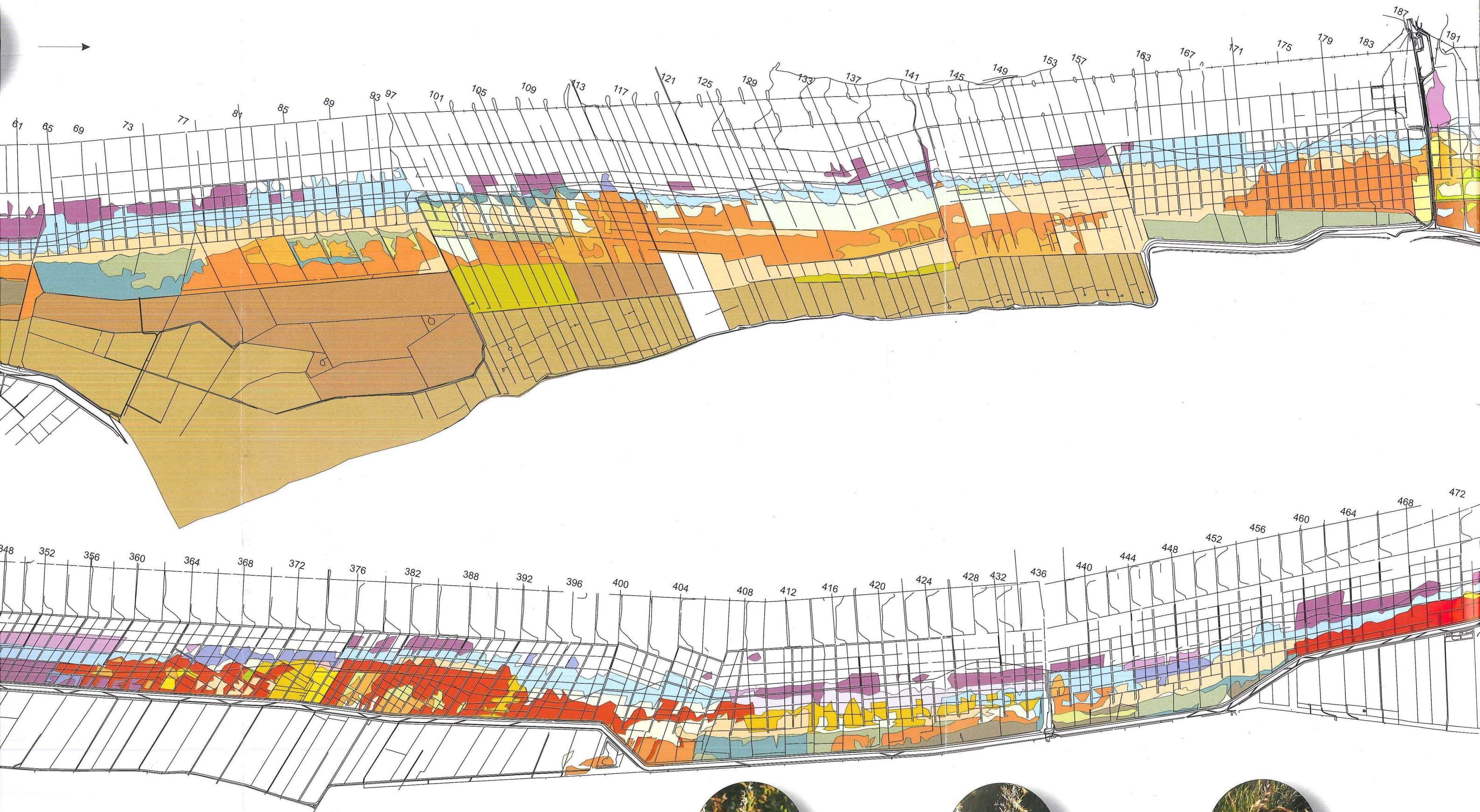


Zeekraal

Gewoon kweldergras

Zeeaster





Gewone Zoutmelde

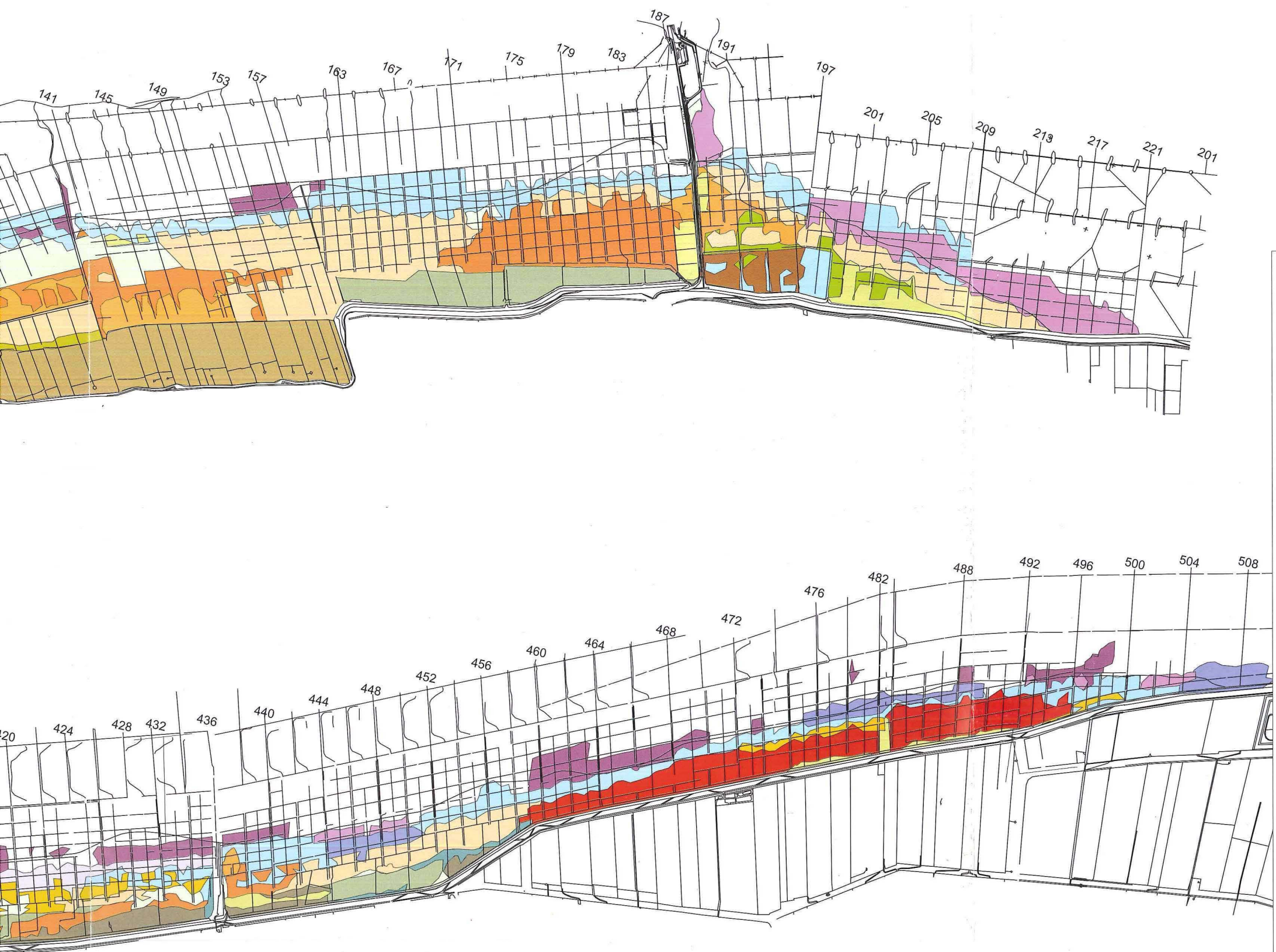


Zeeseem



Rood zwenkgras

Strand



Legenda

- Si Engels slijkgras (bedekking <5%)
- Qi Engels slijkgras
- S/Q Mozaïekvan Engels slijkgras en Zeekraal (bedekking <10%)
- S Langharig zeekraal (bedekking <5%)
- Q Zeekraal
- P Eerste stadium van Gewoon kweldergras
- Pp/U Gewoon kweldergras of Schorrekruid*
- Ph Gewoon kweldergras en Gewone zoutmelde
- Pj Gewoon kweldergras, Rood zwenkgras en Zeealsem
- Hf Gewone zoutmelde en Zeealsem
- Jg/Bg Rood zwenkgras en Fioringras, of Fioringras*
- Fey Strandkweek
- Fex Spiesmælde
- Ft Rood zwenkgras en Zeealsem
- Pp Gewoon kweldergras
- F/Jg Rood zwenkgras of - met Fioringras*
- Jg Rood zwenkgras en Fioringras
- R Engels raaigras
- Lg Fioringras en Engels raaigras
- Lu Engels raaigras en Veldbeemtrgas

* Deze typen zijn niet afzonderlijk op de foto-kenmerken te onderscheiden

Basiskaart: Topografische Dienst Emmen
 Vegetatiekaart: Samengesteld uit de kaarten van 1988 en 1992,
 Rijkswaterstaat Meetkundige Dienst

Auteursrechten voorbehouden



Zealsem



Rood zwenkgras



Strandkweek op onbeweide kwelder



Intensief beweide kwelder

Kaart "Van Landaanwinning naar Kwelderwerken"