



Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat

RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling

## NOTITIE VEGETATIEONTWIKKELING OP DE KREUPEL

*André Rijdsorp,  
Mennobart van Eerden,  
Geert Menting  
Albert Remmelzwaal  
Albert van der Scheer*

*maart 2000*

C 25249

# NOTITIE VEGETATIEONTWIKKELING OP DE KREUPEL

Van: *André Rijdsdorp, Mennobart van Eerden, Geert Menting, Albert Remmelzwaal en Albert van der Scheer*

## Aanleiding

Rijkswaterstaat directie IJsselmeergebied en Regio Noord-West van LNV zijn voornemens een natuurontwikkelingsproject op de Kreupel te realiseren. Het project behelst onder andere het aanleggen van een zandplaat die geschikt moet zijn voor zgn. "kale grond" broedvogels. Deze vogels stellen stringente voorwaarden aan de mate waarin de zandplaat begroeid raakt.

## Doelstelling

Deze notitie beoogt richtlijnen voor het ontwerp en voor het aanvullend beheer te geven die tezamen ervoor zorgdragen dat de zandplaat gedurende zeer lange tijd geschikt is als broedgebied voor de genoemde vogels.

## Aanpak

Op basis van reeds bestaande literatuur over habitats van "kale grond" broedvogels in het IJsselmeergebied, aangevuld met recentere ervaringen, is door een ornitholoog nagegaan welke eisen de verschillende vogelsoorten stellen aan de mate van begroeiing (bijlage 1). De conclusie was dat hele lichte vegetatie (korstmossen + verspreide polletjes gras) nog acceptabel is maar dat veel soorten verdwijnen wanneer hoger opgaande begroeiing verschijnt.

Als tweede stap heeft de vegetatiekundige aangegeven welke factoren de ontwikkeling van vegetatie kunnen remmen (bijlage 2). Daarbij bleek het te gaan om droogte, nutriëntengebrek en dynamiek van water, wind, begrazing en betreding. Nagegaan is onder welke omstandigheden deze factoren spelen. Aangezien droogte en nutriëntengebrek mede worden bepaald door de samenstelling van het ophoogzand, is door een bodemkundige en een hydroloog nagegaan welke eisen aan de samenstelling van het zand moeten worden gesteld en welke eisen aan de morfologie en hydrologie van de zandplaat moeten worden gesteld (bijlage 3). Om daarvoor over referentiemateriaal te beschikken, zijn verschillende plekken in Flevoland bezocht waarbij gekeken is naar de grofheid van het zand, de hoogteligging en de vegetatieontwikkeling.

In een tweetal bijeenkomsten is nagegaan waar gecombineerde gegevens toe leiden in relatie tot de vraag of een zandplaat vrij van vegetatie te houden is en welke richtlijnen daartoe moeten worden meegegeven aan het ontwerp en, indien nodig, aanvullend beheer

## Conclusies

### Algemeen:

Het is niet mogelijk een zandplaat zo te ontwerpen dat (zonder beheersmaatregelen) vegetatieontwikkeling permanent achterwege blijft. Wel kan met het ontwerp de snelheid waarmee vegetatie zich vestigt en zich verder ontwikkelt, sterk worden geremd. Met beheersmaatregelen kan de geschiktheid van de zandplaat voor de zgn. "kale grond" broeders zeer lang worden gehandhaafd.

*Het advies luidt: Zet in op een vegetatieremmend ontwerp dat met een relatief geringe beheersinspanning langdurig (minstens 50 jaar) geschikt is als broedgebied voor de bedoelde vogels.*

### Vegetatieremmend ontwerp:

Met het ontwerp kunnen de groeiomstandigheden voor vegetatie dermate ongunstig gemaakt worden dat er nauwelijks sprake is van vegetatieontwikkeling.

- richtlijnen voor het ontwerp die leiden tot *verdroging* van de vegetatie:
  - ◊ de zandplaat dient voldoende hoog aangelegd te worden zodat de grondwaterstand in het groeiseizoen minimaal 1 meter beneden het maaiveld blijft (de aanleghoogte is dan afhankelijk van het bodemmateriaal, de breedte van de zandplaat en de maatgevende neerslag, zie bijlage 3)
  - ◊ tijdens de aanleg mag er geen gelaagdheid in het profiel ontstaan, omdat die de drainage remt
  - ◊ de vochtige randzone dient zo smal mogelijk en zo kort mogelijk te zijn zodat het oppervlak natte oeverzones wordt beperkt



Overige soorten water- en moerasvogels die broedend kunnen worden aangetroffen op een dergelijk eiland zijn o.a. Velduil (habitatcode 4), Blauwe Kiekendief (5), Wilde Eend (4). Duidelijk is te zien dat de grootste behoefte bestaat aan nestgelegenheid voor kale grond broeders die weinig of geen vegetatie nodig hebben (status 1). Al deze soorten staan landelijk en op Europese schaal onder druk omdat hun habitat verdwenen is door inpoldering, verstoring en verlies aan voedselgronden.

### Habitat-eisen kale grond gebruikers trektijd

Open terrein, zand met weinig vegetatie, liefst met ondiep water gecombineerd en plas dras zones. Op het ogenblik zijn alle Zwarte Sterns en Lachsterns aangewezen op het Balgzand. Reuzensterms slapen ook op de Steile Bank en de Workumerwaard. Het vogeleiland kan dus naast een broedplaatsfunctie ook een belangrijke rol spelen als rustplaats voor, met name visetende vogels. De habitat-eisen

Tabel 2. Habitat-eisen kale grond gebruikers buiten de broedtijd. Voor categorieën zie Tabel 1.

| Soort                                  | status | code habitat | doelpopulatie | Opmerkingen                        |
|--|--------|--------------|---------------|------------------------------------|
| Zwarte stern <i>Chlidonias niger</i>   | 1      | 1-2          | 10000-100000  | open oevers, slaapt vaak bij water |
| Lachstern <i>Gelochelidon nilotica</i> | 1      | 1-2          | 10-100        | open oevers, slaapt vaak bij water |
| Reuzensterm <i>Sterna caspica</i>      | 1      | 1-2          | 10-100        | slaapt bij water                   |
| Aalscholver <i>Phalacrocorax carbo</i> | 2      | 1-2          | 1000-10000    | langs waterlijn                    |
| Lepelaar <i>Platalea leucorodia</i>    | 2      | 1-2          | 10-100        | langs waterlijn                    |
| Kleine Mantelmeeuw <i>Larus fuscus</i> | 2      | 1-3          | 100-1000      |                                    |
| Grote Mantelmeeuw <i>Larus marinus</i> | 3      | 1-2          | 100-1000      |                                    |
| Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i>    | 3      | 1-4          | 100-1000      |                                    |
| Stormmeeuw <i>Larus canus</i>          | 3      | 1-4          | 1000-10000    |                                    |
| Kokmeeuw <i>Larus ridibundus</i>       | 3      | 1-4          | 10000-100000  | slaapt op of bij water             |

Ook andere soorten zullen het eiland gebruiken. Blauwe Reiger, Grote Zilverreiger, Grauwe Gans en steltlopers als Kemphaan, Bonte Strandloper, Krombekstrandloper, Kleine Strandloper, Temminck's strandloper en Grauwe Franjepoot zullen in wisselend aantal aanwezig zijn langs de oevers. Vooral lagune-achtige randen zijn daarbij geschikt; ondiep stil water met flauw hellende oevers, gedeeltelijk sliktig zijn ideaal voor deze soorten. Incidenteel zullen Dwergmeeuwen, jagers en van de Waddenzee afkomstige zeevogels het eiland aandoen (bij storm).

### Discussie

- De keuze van materiaal (zandgrofheid, afwerking) en schaal en vormgeving (relief). Voor de vogels zijn grover zand en schelpen/grind van belang. Fijn zand kan gaan stuiven en hierdoor wordt het terrein onaantrekkelijk als broedgebied. Schelpen en grind zijn van belang als nestomgeving voor met name soorten uit categorie 1. Het materiaal dient als camouflage voor de eieren. Noordelijk materiaal met vuursteen, lydiet en graniet wat ter plaatse aanwezig is kan goed gebruikt worden voor het afdekken (plaatselijk in banen) van het zand.
- De rol van beheer bij vertragen natuurlijke successie (begrazing en schaal, mechanische verwijdering plantendek). Voor de vogels is de periode van werkzaamheden van belang. Tussen 15 maart en 15 september geen activiteiten gewenst.
- De eisen t.a.v. afwezigheid predatoren (vos, bunzing, bruine rat) en hoe hiermee om te gaan. Dit is belangrijk voor het duurzaam handhaven van de kolonies. Bij aanleg controleren, via rijshout en materieel kunnen dieren arriveren. Nazorg wenselijk door beheer. 's Winters goed in kaart te brengen en voor de broedtijd begint zo nodig ingrijpen.
- De relatie sterns en grote meeuwen (vgl. discussie Griend). Dit is een additioneel punt. Bezien zou moeten of er een probleem zou bestaan op het voorgestelde eiland, en, als dat het geval is hoe er dan mee moet worden omgegaan. Op Griend worden broedende Zilvermeeuwen bestreden ten gunste van de Grote Sterns.

- ◇ bovenste meter bestaande uit zeer grof (en uiterst lutumarm) zand, plaatselijk aangevuld met schelpenlagen en/of grind
- richtlijnen voor het ontwerp die leiden tot een *nutriëntentekort* voor de vegetatie:
  - ◇ gebruik van grof zand met zo min mogelijk lutum en organische stof (zware eisen aan winning en opspuiting), plaatselijk aangevuld met schelpenlagen
  - ◇ de morfologie (vormgeving) van de zandplaat dient zodanig te zijn dat er geen ingesloten laagten ontstaan (ook niet tijdens aanleg!) omdat anders ophoping van lutum en organische stof kan optreden (in combinatie met de daar heersende vochtigere omstandigheden zou dit de kieming en vestiging van planten mogelijk maken)
- vergroten dynamiek van water en wind
  - ◇ vanwege het ontbreken van getijde- en golfwerking biedt het vergroten van de dynamiek van het water geen soelaas
  - ◇ door de open ligging in het winderigste gedeelte van Nederland bemoeilijkt verstuing de vestiging van algen, korstmossen en mossen (om het "zandstralen" van de eieren en het uitsterven van laagten te voorkomen zijn plaatselijk schelpenlagen gewenst)

*advies: hoge zandplaat met een bovenlaag van zeer schoon, grof zand met schelpen en/of grind*

*vegetatieontwikkeling: Het is de verwachting dat zonder beheer gedurende de eerste 10-25 jaar het overgrote deel van het gebied bestaat uit kaal zandig terrein met schelpen en eenjarige pioniers en polletjes gras. In de oeverzones komt een begroeiing van riet en biezten tot ontwikkeling.*

#### Vegetatieremmend beheer:

De langzame ophoping van organische stof leidt tot successie in de richting van meer en hogere vegetatie. Met beheer wordt deze successie stop- of teruggezet. Des te geringer de hoeveelheid organische stof, des te gemakkelijker het terugzetten in de succesie. Het is dus belangrijk om tijdig te beginnen. Het gaat daarbij zowel om de zandplaat zelf als om de oeverzone eromheen.

- De zone die direct in contact staat met het grondwater, in het geval van de Kreupel de oeverzone, raakt begroeid met vegetatie. Maaibeheer of inscharing van pony's na het broedseizoen voorkomt verruiging, houdt de vegetatie open en remt de vegetatieve uitbreiding richting de droge gedeelten. De open overgang van de zandplaat naar het open water is tevens gunstig voor het gebruik door vogels en het tegengaan van de vestiging van grondpredatoren zoals bruine ratten.
- In de gedeelten van de zandplaat die permanent kaal moeten blijven is , uitgaande van bovenstaande ontwerp-uitgangspunten, het (ca. 1x per 2 jaar) culteren waarschijnlijk afdoende. Hiermee kan zekerheidshalve reeds worden begonnen als zich een algenfilm op het zand ontwikkelt. Als voor de oeverzone ingezet wordt op begrazing, is het goed mogelijk dat de tred van deze dieren en het nuttigen van een 'stofbad' reeds tot voldoende dynamiek (verstuing) leidt zodat culteren niet of minder vaak nodig is.
- Jaarlijks dient het eiland te worden geïnspecteerd op de eventuele vestiging van struiken.

*advies: tijdig inzetten van eenvoudige beheersmaatregelen zoals het culteren van het zand en het maaien van de oeverzone danwel het inzetten van pony's voor begrazing buiten het broedseizoen*

*vegetatieontwikkeling: Het is de verwachting dat de voorgestelde beheersinspanning er toe leidt dat na ca. 50 jaar het gebied nog steeds bestaat uit open, gedeeltelijk kaal en gedeeltelijk licht begroeid terrein met mossen, korstmossen en pleksgewijze droogteresistente grassen. De oeverzones zijn grazig.*

## Bijlage 1

### Habitat-eisen

*Mennobart van Eerden*

#### kale grondbroeders broedtijd

Uit waarnemingen in het verleden verricht in kolonies in het IJsselmeergebied is een goed beeld ontstaan van de omstandigheden die tot vestiging van de verschillende soorten leiden. In het onderstaande overzicht is per soort weergegeven hoe de eisen t.a.v. het microhabitat zich verhouden. Daarbij is een vijfdelige schaal opgesteld die overeenkomt met stadia in de natuurlijke successie zonder beheer (periode) en met als criteria:

1. Kaal zandig terrein met schelpenbanken (kokkels, mossels en strandgapers) en grindvlaktes (kiezel en vuursteen). Plaatselijk eenjarige pioniers (<1% bedekking) als zeeraket, zoutmelde en spiesbladmelde.  
Periode: 1-15 jaar
2. Kaal zandig terrein met schelpen. Eenjarige pioniers (ca 5%) en verspreide polletjes gras (1%).  
Periode: 5-25 jaar
3. Gedeeltelijk begroeid terrein met mos en korstmossen (25%) en droogteresistente grassen als helm, zandhaver en buntgras (10%), voor het overige kaal zand (65%). Plaatselijk vestiging van soorten als duinriet, wilgeroosje, kruipwilg en duindoorn (+).  
Periode: 7-35 jaar
4. Grotendeels begroeid maar open terrein met mos en korstmossen (50% en droogteresistente grassen (30%), plaatselijk nog open stukken zand (10%). Ruigtekruiden en struweel tot 50 cm komen voor in deels gesloten vegetaties, deels in pollen (10%).  
Periode: 20-100 jaar
5. Grotendeels begroeid, halfopen terrein met mos en korstmossen (40%) en droogteresistente grassen (30%). Geen vrij zand meer aanwezig. Ruigtekruiden (20%) met ijl landriet doorgroeid afgewisseld met struweel tot 3 m hoog (10%) geven aanleiding tot coulissenwerking met de laagbegroeide delen. Plaatselijk opgeschoten bomen als Ruwe berk  
Periode: 50-150+ jaar

**Tabel 1.** Soorten kale grondbroeders en kolonievogels die te verwachten zijn op een grootschalig, zandig eiland in het centrale deel van het IJsselmeer, zoals de voorgestelde lokatie Kreupel. De habitatcode komt overeen met bovenstaande indeling. Status en doelpopulatie zie voetnoot

| Soort  | status | code habitat | doelpopulatie | opmerkingen                       |
|--|--------|--------------|---------------|-----------------------------------|
| Dwergstern <i>Sterna albifrons</i>           | 1      | 1            | 10-100        | schelpen en grind                 |
| Noordse Stern <i>Sterna paradisaea</i>       | 1      | 1-2          | 10-100        | schelpen en grind                 |
| Strandplevier <i>Charadrius alexandrinus</i> | 1      | 1-2          | 10-100        | schelpen en grind                 |
| Grote Stern <i>Sterna sandvicensis</i>       | 1      | 1-2 (3)      | 100-1000      |                                   |
| Zwartkopmeeuw <i>Larus melanocephalus</i>    | 1      | 2-3 (4)      | 10-100        | tussen kokmeeuwen                 |
| Grote Mantelmeeuw <i>Larus marinus</i>       | 1      | 2-3          | 1-10          | wrakhout en aanspoelsel           |
| Bontbekplevier <i>Charadrius hiaticula</i>   | 2      | 1-3          | 10-100        | grof zand en schelpen             |
| Kluut <i>Recurvirostra avosetta</i>          | 2      | 1-3          | 10-100        | grof zand en schelpen             |
| Visdief <i>Sterna hirundo</i>                | 2      | 1-3 (4)      | 1000-10000    | enige beschutting                 |
| Stormmeeuw <i>Larus canus</i>                | 2      | 2-3 (4)      | 10-100        | enige beschutting                 |
| Kleine plevier <i>Charadrius dubius</i>      | 2      | 2-4          | 10-100        | ook op mosvlaktes                 |
| Kleine Mantelmeeuw <i>Larus fuscus</i>       | 2      | 3-4 (5)      | 10-100        | ijl begroeid en mosvlaktes        |
| Scholekster <i>Haematopus ostralegus</i>     | 3      | 2-4          | 10-100        |                                   |
| Zilvermeeuw <i>Larus argentatus</i>          | 3      | 2-4 (5)      | 10-100        | enige beschutting, ook bij pollen |
| Kokmeeuw <i>Larus ridibundus</i>             | 3      | 2-4 (5)      | 1000-10000    | enige beschutting, ook bij pollen |
| Bergeend <i>Tadorna tadorna</i>              | 3      | 3-5          | 10-100        | ook in holen                      |

status: 1 Europees en landelijke bedreigde of kwetsbare soort, 2 landelijk zeldzame of kwetsbare soort, 3 regionaal schaarse soort  
doelpopulatie: verwachte range in aantal broedparen in geschikt habitat op de voorgestelde lokatie

## Bijlage 2

### Vegetatieontwikkeling op een opgespoten zandplaat

Albert Remmelzwaal

#### Beperkende factoren

Er is een aantal factoren dat kan bijdragen aan beperking van de vegetatieontwikkeling op een opgespoten zandplaat in het IJsselmeer:

- droogte
- nutriëntengebrek
- dynamiek van water, wind, begrazing, betreding

**Droogte** leidt tot ongunstige kiemingsomstandigheden, beperking van de groei en verandering van de bladstructuur (waardoor de verdamping beperkt **wordt**). Droogte kan op verschillende manieren optreden.

1. Er kan sprake zijn van een volledig hangwaterprofiel, dat wil zeggen dat het grondwater buiten het bereik van de wortels ligt. Bij regen wordt de bodem van bovenaf bevochtigd. Planten kunnen van dit vocht gebruik maken, maar "op is op". De voor de planten beschikbare hoeveelheid vocht hangt onder deze omstandigheden af van het vochthoudend vermogen van de bodem en van eventuele ondoorlatende lagen, waarop een schijn-grondwaterspiegel kan ontstaan. Op een goed doorlatende grond met weinig vochthoudend vermogen (grovere zandgrond met zeer weinig organische stof) is de beschikbare hoeveelheid vocht gering. Planten kunnen hier bestaan door een zeer korte levenscyclus (snelle groei en ontwikkeling in het voorjaar, waardoor er al voor de zomerdroogte zaad is geproduceerd) of door een aangepaste structuur, die het de planten mogelijk maakt droge periodes te doorstaan, met weinig of geen verdamping. De groei staat daarbij vrijwel stil. Op dit soort zeer droge zandgronden is er over het algemeen een zeer korte en ijle vegetatie, die ondiep wortelt.
2. Een opspuiting moet al zeer hoog zijn wil er geen sprake zijn van grondwaterinvloed gedurende een deel van het jaar of het hele jaar rond. De beworteling van planten verschilt sterk, afhankelijk van de soort en van de groeiomstandigheden. Voor veel grassen, kruiden en struiken is een diepte van 1-2 meter goed haalbaar. Droogte stimuleert de dieptegroei. Om het grondwater buiten het bereik van de wortels van uitgegroeide planten te houden moet daarom de grondwaterspiegel plus de stijghoogte daarboven minimaal twee meter onder het maaiveld liggen. Het is echter belangrijk niet alleen te kijken naar uitgegroeide planten, maar vooral ook naar kiemende planten. De kieming moet plaatsvinden in vochtige grond. Als daarna droogte optreedt kunnen de wortels met de uitdroging van de grond naar beneden groeien. Bij onderzoek aan schietwilgen op zandige rivieroever is hierbij een groeisnelheid van 1,3 cm per dag gevonden. Voor landbouwgewassen worden in een jong stadium groeisnelheden tot 5 cm per dag genoemd, die echter afnemen als de planten ouder worden. Planten kunnen zich definitief vestigen als de wortelgroei de uitdroging van de grond bijhoudt en de wortels uiteindelijk de zone weten te bereiken die vochtig blijft door opstijgend grondwater.

Ook **gebrek aan nutriënten** kan de groei van planten sterk beperken. Nutriëntentekort bevordert bovendien het vochttekort, omdat de wortels minder snel kunnen groeien. Extreem arme omstandigheden leiden tot zeer ijle vegetaties. Op een met grof zand opgespoten zandplaat is er sprake van een extreem nutriëntentekort, speciaal buiten het bereik van het grondwater. Door vogelmest en geleidelijke ophoping van organisch materiaal kan er zeer geleidelijk een wat groter aanbod van nutriënten ontstaan.

Uiteindelijk kan **dynamiek** bijdragen aan beperking van plantengroei. Op een zandopspuiting wordt de dynamiek in de eerste plaats veroorzaakt door wind en water. Wind doet de verdamping toenemen en versterkt daarmee het vochttekort. Wind kan verder leiden tot beschadiging van vooral wat hogere planten. Als verstuiving optreedt kan er bovendien "zandstraling" en onderstuiven plaatsvinden. Golven kunnen de vegetatieontwikkeling aan de rand van de opspuiting beïnvloeden. Ter wille van het behoud van de plaat zelf zal echter maar een beperkte golfdynamiek aanvaardbaar zijn. Ten slotte kunnen

begrazing en betreding door vee zeer effectief zijn in het afremmen van de vegetatieontwikkeling op zand.

### Toepassing

Welke plantensoorten moeten nu het meest "gevreesd" worden?

- Korte ijle vegetaties van (korst)mossen, eenjarigen met een korte groeiduur en droogteresistente grassen zullen op kunnen treden. Ze zullen op termijn bij kunnen dragen aan verrijking van de bodem en daarmee tot verbetering van de groeiomstandigheden voor andere soorten, maar zullen zelf niet ontwikkelen tot dichte vegetaties.
- Indien het zand kalkhoudend is, is duindoorn een soort die zich, eenmaal gevestigd, goed kan handhaven en sterk vegetatief kan uitbreiden. Gezien de ligging van de plaat is geen massale vestiging te verwachten. Incidentele controle en eventueel handmatig verwijderen kunnen deze soort waarschijnlijk goed onder controle houden.
- Duinriet zal zich ook kunnen vestigen. Eenmaal gevestigd is de soort moeilijk te bestrijden. Duinriet is een diep wortelende plant die dichte ruigtes kan vormen. De soort is hiertoe echter pas in staat bij voldoende stikstofaanbod. Schrale omstandigheden kunnen ruigtevorming door deze soort sterk beperken.
- Als er sprake is van stagnerende waterafvoer kunnen ook andere soorten zich gaan vestigen, bijvoorbeeld kruipwilg. Het is daarom van belang zodanige omstandigheden te creëren dat er geen oppervlakkige stagnatie van waterafvoer plaatsvindt.

Maatregelen aanleg:

1. De bodemsamenstelling moet zodanig zijn dat de grond zo weinig mogelijk vocht en nutriënten vast kan houden (bevordert vocht- en nutriëntentekort).
2. De bodem moet zo goed mogelijk water af kunnen voeren. Er mag geen stagnatie van water plaatsvinden aan de oppervlakte of in diepere lagen (bevordert vochttekort, uitspoeling van nutriënten en beperkt de periode met geschikte kiemingsomstandigheden).
3. Het maaiveld moet zo hoog mogelijk boven het grondwaterniveau liggen (zodat het grondwater zo goed mogelijk buiten het bereik van de wortels blijft).

Deze punten kunnen vanuit de discipline hydrologie en bodemkunde verder worden uitgewerkt.

Beheer en onderhoud:

1. Er is jaarlijkse inspectie van het terrein nodig.
2. Eventuele struikjes kunnen daarbij handmatig verwijderd worden.
3. Bij ontwikkeling van een wat dichtere dek van droogteresistente soorten en/of het voorkomen van plassen na regenval kan het gebied met een cultuur losgetrokken worden.

## Bijlage 3

### Bodemkundige en hydrologische overwegingen vogeleiland Kreupel

*Albert van der Scheer en Geert Menting*

Om de fysieke mogelijkheden na te gaan voor het realiseren van een vogeleiland voor kale grond broeders is gekeken naar bestaande zandterreinen, aangevuld met enkele hydrologische berekeningen. Tevens wordt er enige achtergrondinformatie gegeven over neerslag en doorlatendheid.

#### Bodemkundig

In het veld zijn op 16/3/2000 een aantal terreinen bezocht, die als voorbeeld zouden kunnen dienen voor het toekomstige eiland. Het bezoek vond plaats onder natte weersomstandigheden. Op alle terreinen was het zand nat, maar er stonden geen plassen:

1. Ten NO van PTT toren Houtrib. Zanddikte 2-4m. Overwegend matig grof, U60, koppen fijner, U80. Overall begroeid. De lager gelegen delen zijn minder begroeid (Uitgestoven?) en grover. De laag met organisch materiaal is 0.05-0.20m dik. Er lijkt meer sprake te zijn van een relatieve groei-grofheid dan van groei-hoogteligging. Op het terrein lopen paarden.
2. Nabij Trintelhaven in Markermeer, buitenkaads. Langs water kaal zand, U80; meer naar binnen begroeid met riet, U100, vervuild zand, circa 0.50m boven water.
3. Opspuiting langs boulevard Nieuw Land - Lelystad-Haven. Overwegend matig grof zand, U60. Hoogte van zandpakket ca 4m boven polderpeil. Rietgroei langs de randen,, waar water kan uittreden op ca 2m hoogte. Het geheel is schaars begroeid. Polvorming lijkt plaats te vinden. De toplaag bestaat uit schoon zand, zonder lutum en heel weinig organisch materiaal. Er lijkt weinig of geen beheer plaats te vinden.
4. Zelfde opspuiting als 3. ; gelegen meer richting Lelystad Haven. Toplaag bevat iets meer organisch materiaal terwijl de begroeiing veel meer is.
5. Oeverlijn van plas langs A6 nabij HJ restaurant. Oever is afgewerkt met pleistoceen zand, U100-110. Wordt beheerd door mechanisch schoonhouden, maar met veel kiemende planten.
6. Wolderwijd ten zuidwesten van Zeewolde. Strand; wordt mechanisch schoongehouden. U100-110. Er lijkt een sterk verband te bestaan tussen de begroeiing en een aanrijking van het zand met humus en/of lutum. Hogere kop met schoon zand is schaars begroeid. Het gras, dat er staat, wordt gemaaid.

Op basis van het veldbezoek aan de verschillende zandopspuitingen en stranden kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- zonder beheer zal elk zandterrein dichtgroeien
- door uit te gaan van zo grof en schoon (weinig lutum en organisch materiaal) mogelijk zand kan begroeiing sterk belemmerd worden
- met eenvoudig mechanisch beheer is het goed mogelijk een zandterrein vrijwel vegetatievrij te houden

Als verdere inrichtingsmogelijkheid om vegetatiegroei te verhinderen/belemmeren wordt gezien het opbrengen van een laag schelpen.

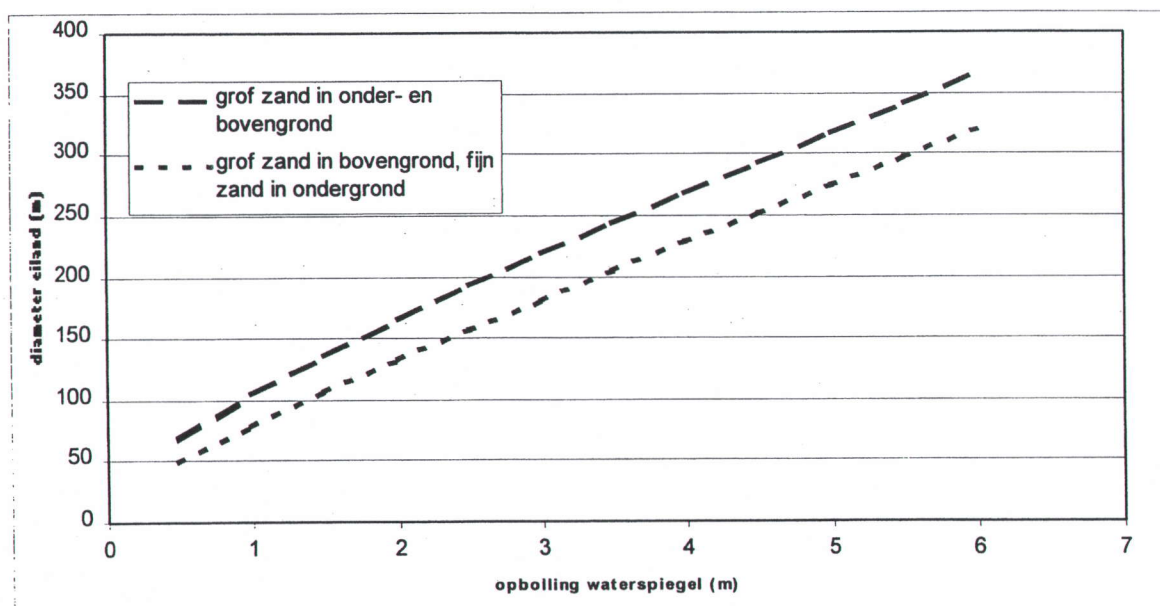
#### Hydrologisch

Het soort zand, dat gebruikt zal worden is niet al te grof en varieert van (zeer) fijn zand tot matig grof. (U cijfer 80-120 tot U cijfer 55-65). Voor de hydrologische berekeningen is rekening gehouden met een hydraulische doorlatendheid (k-waarde) van 1m/dag voor grover zand en 0.5m/dag voor fijn zand. Als neerslag is aangehouden gemiddeld 2mm/dag, zijnde het jaargemiddelde. De verdamping wordt in de berekening op nul gesteld, omdat een kale zandgrond vrijwel geen verdamping vertoont. Voor de twee onderscheiden situaties, het hele eiland met grof zand of een ondergrond van fijn zand en een bovengrond van grof zand wordt hieronder in de tabel aangegeven, wat dan de maximale doorsnede van het eiland zal zijn bij een gegeven opbolling (hoogste grondwaterstand op het eiland). De maaiveldhoogte moet dan nog circa 1m hoger zijn om bij de aangenomen (gemiddelde) neerslag ruim boven het grondwater te blijven.



Als het onderwatergedeelte met een laag fijn zand van 2.7m dik wordt opgevuld, dan wordt de ontwateringafstand ofwel de maximale doorsnede van het eiland kleiner (zie tabel en grafiek).

| Opbolling (m) | max. doorsnede eiland bij grof zand in onder- en bovengrond (m) | max doorsnede eiland bij ondergrond van fijn zand (m) |
|---------------|---|---|
| 0.5           | 68  | 49  |
| 1             | 105   | 79  |
| 1.5           | 136   | 106   |
| 2             | 165   | 132   |
| 2.5           | 192   | 156   |
| 3             | 218   | 180   |
| 3.5           | 243   | 204   |
| 4             | 268   | 228   |
| 4.5           | 293   | 251   |
| 5             | 317   | 274   |
| 5.5           | 341   | 297   |
| 6             | 365   | 320   |



Het gebruik van fijner zand in de ondergrond kan dus, zoals te zien is in tabel en figuur, gecompenseerd worden door een grotere maximale hoogte van het eiland (bolvormig) aan te houden.

Omdat in de tabel van gemiddelde omstandigheden wordt uitgegaan, zal onder natte omstandigheden de grondwaterspiegel boven het maaiveld uit kunnen komen. Onder droge omstandigheden kan die dieper zijn.

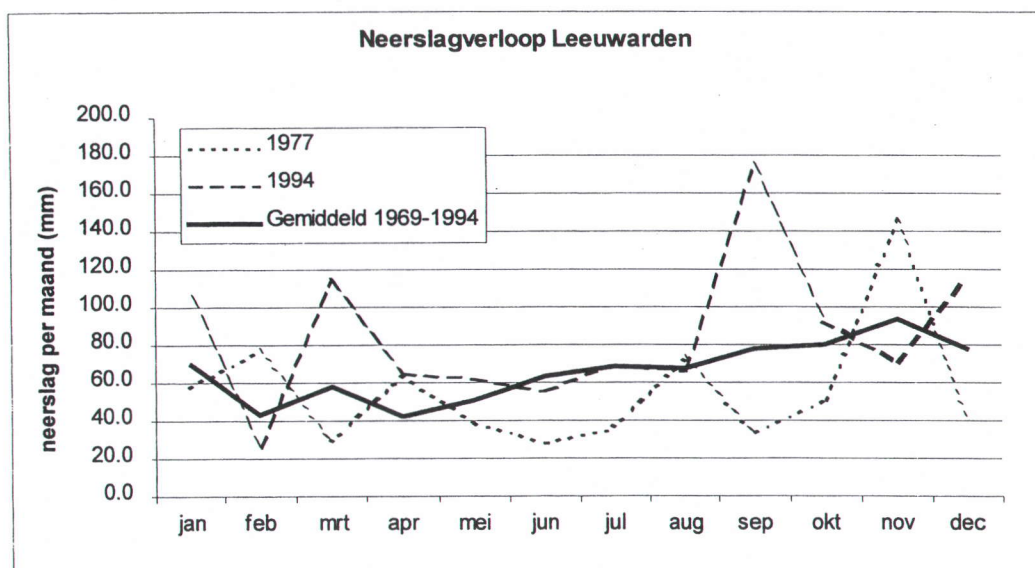
Overigens blijft in een zandprofiel, waaruit geen water onttrokken wordt door planten, onder een droge bovenlaag van enige centimeters altijd een zekere hoeveelheid water achter (als in een spons). Dit zogenaamde hangwater is in een zandprofiel vaak niet voldoende om een boom van water te voorzien, maar kan een ontkiemende plant wel gedurende lange tijd van water voorzien als die plant eenmaal door de droge bovenlaag heen gegroeid is.

Als grote terreinhoogten niet gewenst zijn of te duur, dan kan ook van drainage gebruik gemaakt worden. Drainage om de 80m is dan al voldoende om de maximale opbolling van het grondwater terug te brengen tot circa 1m (terreinhoogte van circa 2m).

## Achtergrondgegevens neerslag en doorlatendheid

### Neerslaggegevens Leeuwarden

| Neerslag Leeuwarden |          |          |                     |                     |
|---------------------|----------|----------|---------------------|---------------------|
| jaar                | 1976     | 1994     | Gemiddeld 1969-1994 | Gemiddeld 1969-1994 |
|                     | mm/maand | mm/maand | mm/maand            | mm/dag              |
| jan                 | 104.8    | 105.4    | 69.6                | 2.2                 |
| feb                 | 37.2     | 26.7     | 43.3                | 1.5                 |
| mrt                 | 20.7     | 114.0    | 58.1                | 1.9                 |
| apr                 | 6.0      | 64.9     | 41.7                | 1.4                 |
| mei                 | 36.6     | 62.0     | 50.6                | 1.6                 |
| jun                 | 27.8     | 55.8     | 62.9                | 2.1                 |
| jul                 | 21.2     | 69.2     | 68.1                | 2.2                 |
| aug                 | 17.3     | 65.9     | 66.9                | 2.2                 |
| sep                 | 63.8     | 174.3    | 77.6                | 2.6                 |
| okt                 | 36.4     | 92.3     | 79.9                | 2.6                 |
| nov                 | 67.3     | 70.9     | 93.8                | 3.1                 |
| dec                 | 81.5     | 113.4    | 78.0                | 2.5                 |



### Bepaling hydraulische doorlatendheid

Van het te gebruiken zand zijn geen hydraulische doorlatendheden bekend. Het Cultuurtechnisch Vademecum (Cultuurtechnische vereniging, 1988) geeft een aantal benaderingen, gebaseerd op het  $M_{50}$  cijfer en U-cijfer. De benamingen komen niet geheel overeen, maar voor de zandfractie (U60-U120,  $M_{50} = 105-120\mu\text{m}$ ) dat voor het eiland beschikbaar is, komt de benadering goed overeen.

### Op basis van $M_{50}$ cijfer:

| Benaming zand | $M_{50}$ cijfer ( $\mu\text{m}$ ) | Doorlatendheid (m/dag) |
|---------------|-----------------------------------|------------------------|
| Uiterst fijn  | 50-105                            | 0.4                    |
| Zeer fijn     | 105-150                           | 0.5                    |
| Matig fijn    | 150-210                           | 1.1                    |
| Matig grof    | 210-420                           | 3                      |
| Grof          | 420-2000                          | 11                     |

Op basis van U-cijfer \*

| Benaming zand | U <sub>16</sub> cijfer | Doorlatendheid (m/dag) |
|---------------|------------------------|------------------------|
| Uiterst fijn  | 180-270                | 0.1                    |
| Zeer fijn     | 120-180                | 0.2                    |
| Middelfijn    | 80-120                 | 0.4                    |
| Matig fijn    | 50-80                  | 1                      |
| Grof          | <50                    | >1.5                   |

\*berekening volgens:

$$K=C*(n_e^3)/(1-n_e)^2*U^{-2}$$

$$C=20*10^4$$

$$n_e=0.4$$