

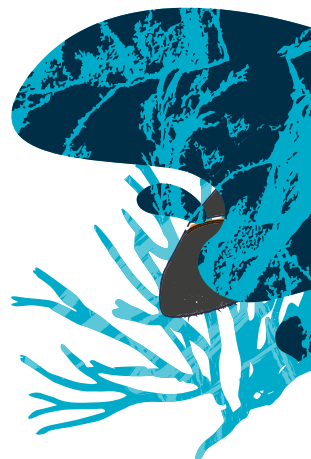
PROGRAMMA **NAAR EEN
RIJKE WADDENZEE**



Handleiding Dynamisering Zeereep



Versie 1.0 (december 2022)



Handleiding Dynamisering Zeereep, Versie 1.0

Auteurs

- Bas Arens - Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek
- Boukelien Bos - Staatsbosbeheer
- Petra Damsma - Rijkswaterstaat
- Luc Geelen - Waternet
- Petra Goessen - Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
- Sonja van der Graaf - Programma naar een Rijke Waddenzee, RVO
- Dick Groenendijk - PWN
- Eise Harkema - Staatsbosbeheer
- Tjisse van der Heide - Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Rijksuniversiteit Groningen
- Stéphanie IJff - Deltares
- Marc Janssen - Stichting Duinbehoud
- Annemieke Kooijman - Universiteit van Amsterdam
- Joeri Lamers - Staatsbosbeheer
- Thomas de Meij - Staatsbosbeheer
- Jan Meijer - Staatsbosbeheer
- Natasja Nachbar - PWN
- Maarten Nijenhuis - Beheerautoriteit Waddenzee
- Albert Oost - Staatsbosbeheer
- Maarten Prins - Vrije Universiteit Amsterdam
- Eric Roeland - Staatsbosbeheer
- Arnout-Jan Rossenaar - Staatsbosbeheer
- Gert-Jan Smit - Royal Haskoning DHV
- Erik van der Spek - Staatsbosbeheer
- Sander Terlouw - Staatsbosbeheer
- Bert van der Valk - Deltares
- Klaartje van Wijk - Staatsbosbeheer
- Anja Zijlstra - Programma naar een Rijke Waddenzee

Beheerdersreview: Natasja Nachbar - PWN

Begeleidingsgroep

- Petra Damsma - Rijkswaterstaat
- Marjan Duiveman - Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
- Luc Geelen - Waternet
- Tjisse van der Heide - Rijksuniversiteit Groningen
- Stephanie IJff - Deltares
- Marc Janssen - Stichting Duinbehoud
- Wouter van Steenis - Natuurmonumenten
- Ludolph Wentholt - STOWA

Redactie: Albert Oost, Bas Arens en Sonja van der Graaf

In opdracht van Programma naar een Rijke Waddenzee
December 2022



Een Snelle Checklist



DUINEN EN DYNAMIEK

INLEIDING

1. Wat algemene zaken over duinen, die handig zijn om te weten. 12
2. Dynamiseren moeten we nog leren. 13
3. Het systeem duinen. Hoe zijn onze duinen gevormd, wat zijn belangrijke processen? 14
4. Er zijn verschillende vormen van duindynamiek. Hier staan ze op een rijtje. 19
5. Hoe natuurlijk of onnatuurlijk is je handelen? En wat aansprekende voorbeelden. 27

DOELEN VAN DYNAMISEREN

6. Stel realistische doelen en formuleer deze zo scherp mogelijk. 30
7. Baseer je doelen op een integrale afweging van waterveiligheid, klimaatadaptatie, natuur, behoud zoetwatervoorraad, recreatie, etc. 32
8. Goed dat je je doelen weet, maar laat het terrein het toe? Ga dat na. 38
9. Neem andere doelen in het gebied mee en probeer tot slimme combinaties te komen. 40
10. Probeer de gevolgen van trendmatige ontwikkelingen in te schatten en in hoeverre deze van invloed kunnen zijn op de gestelde doelen voor de komende 20-50 jaar. 40

RANDVOORWAARDEN EN VOORONDERZOEK

11. Ga goed na welke beperkingen er gelden in je gebied. 43

ABIOTISCHE RANDVOORWAARDEN

12. Kijk naar windklimaat, droogte en neerslag en hun doorwerking in je gebied. 45
13. De versnelling van de zeespiegelstijging is begonnen en laat ons in het slechtste geval steeds minder tijd en mogelijkheden voor maatregelen. Neem dat mee in je oplossingen. 48
14. In welk (deel van het) kuststelsel zit je? Hoe heeft de kust zich door de tijd heen ontwikkeld? Kijk goed naar de morfologische vormen in het landschap en hun aardkundige waarden. 49
15. Heeft je beoogde maatregel mogelijk een effect op je grootschalige grondwater en oppervlaktewater patronen? 56
16. Waar heb je kalkhoudend zand en waar is de bodem ontkalkt? 58

BIOTISCHE RANDVOORWAARDEN

17. Kijk naar de diverse schalen van je ecologische systeem om zo een optimale keuze te maken voor je dynamiseringsingreep. 60
18. Ga goed na hoe je kustlandschap eco-morfologisch in elkaar steekt en wat de ontwikkelingsprocessen zijn geweest over de afgelopen millennia en eeuwen. 60
19. Kijk welke habitattypen voorkomen en ga na wat het effect van dynamiseren kan zijn. 61
20. Soorten. Maak bewuste keuzes op basis van beschikbare inventarisatiegegevens. 64



ANTROPOGENE RANDVOORWAARDEN

21. Ook de mens stelt beperkingen.	71
22. Is er sprake van bebouwing in je te dynamiseren gebied? Dynamisering en bebouwing verdragen elkaar slecht: houd daar rekening mee.	71
23. Waterveiligheid. Ga met de beheerder van de primaire waterkering na wat voor eisen deze stelt en welke eventuele winst te behalen is. Kijk ook na wat het huidige en toekomstige beheer van de kust en de zeereep is.	72
24. Is er sprake van waterwinning in het achterliggende duingebied, of bodemvervuiling? Kijk hoe dynamisering de hydrologische situatie kan veranderen.	74
25. Ga na wat er boven en onder de grond aan infrastructuur ligt waar je rekening mee moet houden.	75
26. Doorloop het Archeologische Monumenten Kaart traject en bedenk van tevoren hoe je omgaat met historische resten die vrij kunnen komen bij dynamisering. Denk daarbij ook aan munitie.	76
27. Maak een inschatting van de invloed van stikstofdepositie op de nieuwe natuur die je creëert.	79
28. Draagvlak staat en valt bij communicatie. Communicatie is niet alleen zenden maar ook luisteren en partijen actief betrekken. Maak ze trots op het project.	80
29. Leid recreatie in goede banen.	81
30. Ga ruim van tevoren na welke wet- en regelgeving van toepassing is en wat je op tijd moet opleveren om vertraging of afwijzing te voorkomen.	82
31. Haak vanaf het begin je rentmeester of grondzakendeskundige aan; die weet wat voor bepalingen er hangen aan de grond waar je wilt dynamiseren.	82

UITVOERING

PLANVORMING EN ONTWERP

32. Uitvoering. Handen uit de mouwen!	84
33. Voor je begint met de planvorming en ontwerp, ga nog éénmaal na of je dynamisering in zeewaartse of landwaartse richting wilt uitvoeren.	84
34. De doelen die je nastreeft zijn bepalend voor schaal en soort dynamiseringsproject. Kies je voor aftoppen, kerven, een rollende zeereep of paraboliserende duinen?	87
35. Er zijn meerdere soorten van doorstuiven: korrels die rollen of stuiten komen niet ver het gebied in, terwijl in de lucht zwevende korrels tot meer dan een kilometer landinwaarts kunnen komen.	88
36. Aftoppen is een kleinschalige maatregel waarmee je een groot gebied kunt overpoederen.	90
37. Zaken waarover je bij de aanleg van kerven over moet nadenken zijn: oriëntatie, vorm in bovenaanzicht, breedte, hellingshoeken, verbinding met het strand, depositiezones, zandaanbod, achterliggende infrastructuur en verwijderen wortels.	91
38. Als je een rollende zeereep wilt, moet je voldoende kerven naast elkaar aanbrengen. Houd rekening met een relatief lange periode van dynamiek.	103
39. Als je een paraboliserende zeereep wilt moet je veel ruimte hebben en veel geduld.	104



UITVOERING

40. Betrek bijtijds de mensen en de info die je nodig hebt voor de uitvoering van het project.	106
41. Kies wat jezelf wilt doen en wat je wilt uitbesteden. Goed uitbesteden kost tijd maar zo vermijdt je wel problemen bij de uitvoering.	106
42. Denk bij je financiering aan alle benodigde stappen van vooronderzoek tot nabeheer.	107
43. Voer vroegtijdig een vergunningenscan uit, dus voorafgaand aan de uitvoeringsfase zelf.	107
44. Van schets naar bestek en contract. Begin bijtijds om al deze verschillende stappen te doorlopen.	109
45. De rol van de aannemer is groot en een goede projectbegeleiding is essentieel.	110
46. Draagvlak. Blijf communiceren tijdens de uitvoering.	111
47. Streef klimaat- en stikstofneutraliteit na.	111
48. Kies je tijdstip van uitvoering slim.	112
49. Houd er rekening mee dat het zeven van wortels een belangrijke kostenpost kan zijn.	112
50. Wat doe je met het plagsel en zand?	112
51. Soms zijn mitigerende maatregelen nodig.	113

MONITORING EN EVALUATIE

52. Wat wil je weten en wat ga je meten?	115
53. Ook hier gaat het over abiotische, biotische en antropogene zaken. En begin al met meten voordat de dynamisering wordt uitgevoerd.	115
54. Evalueren hoort bij monitoring, maar keurt de slager zijn eigen vlees?	120
55. Zorg dat je je financiering voor de monitoring regelt. Reserveer geld voor bijsturen wanneer monitoringsresultaten daar aanleiding toe geven.	120
56. Extra onderzoek kan ook nog nodig zijn: dit is niet hetzelfde als monitoring en evaluatie, maar soms wel belangrijk.	121

NABEHEER

57. Nabeheer komt na de uitvoering. Ook daarbij gaat het om abiotiek, biotiek en antropogene factoren.	122
58. Dynamische systemen lopen een ontwikkeling door van begin, groei, stagnatie en einde. Houd daar rekening mee in je planning.	123
59. Als embryonale duinen de ingang van je kerf gaan blokkeren, overweeg dan ze weg te halen.	124
60. Wortels verwijderen is een belangrijk aandachtspunt en wellicht moet je dit langer blijven volhouden.	125
61. Nabeheer is ook van belang voor zaken die de mens betreffen. Denk daarbij aan verwijderen van puin en munitie, bewaken waterveiligheid, zoetwaterzekerheid, veiligheid recreanten, overlast voor derden en het afleggen van verantwoording bij de subsidiegever.	126

TOT SLOT

62. Laat iets moois ontstaan!	130
-------------------------------	-----

Inhoud



EEN SNELLE CHECKLIST	3
VOORWOORD	10
DEEL I DUINEN EN DYNAMIEK	12
1 INLEIDING	13
1.1 Het systeem duinen	14
1.1.1 Duinvorming bij een stijgende zeespiegel	15
1.1.2 Gradiënten binnen het duinlandschap	16
1.1.3 Het hydrologisch systeem	17
1.2 Vormen van duindynamiek	19
1.2.1 Duinenveld	20
1.2.2 Embryonale duinen	20
1.2.3 Aanstuivende zeereep	21
1.2.4 Doorstuivende zeereep	22
1.2.5 Gekerfde zeereep	22
1.2.6 Rollende zeereep	24
1.2.7 Paraboliserende zeereep	25
1.2.8 Slufter	26
1.2.9 Washovers	26
1.3 Dynamiseren door ingrijpen	27
2 DOELEN VAN DYNAMISEREN	30
2.1 Inleiding	30
2.1.1 Belang van helder doel formuleren	30
2.1.2 Haalbaarheid	31
2.2 Mogelijke doelen	32
2.2.1 Doel systeemherstel	32
2.2.2 Doel terugbrengen van gradiënten	33
2.2.3 Doel landschappelijke diversiteit	33
2.2.4 Doel verjonging of terugzetten van de successie	34
2.2.5 Doel bestrijden gevolgen stikstofdepositie	34
2.2.6 Doel waterveiligheid	35
2.2.7 Doel zoetwaterzekerheid	36
2.2.8 Doel recreatiezonering	37
2.2.9 Doel kennis vergroten	37
2.3 Richting geven aan je doelen	38
2.4 Overige doelen in het dynamiseringsgebied	40
2.5 Omgaan met veranderingen	40



DEEL II RANDVOORWAARDEN EN VOORONDERZOEK	43
3 ABIOTISCHE RANDVOORWAARDEN	45
3.1 Klimaat	45
3.2 Zeespiegelstijging	48
3.3 Morfologie	49
3.3.1 Delta, Wadden of Hollandse kust?	49
3.3.2 Kustontwikkeling, lange en korte termijn	50
3.3.3 Morfologische bijzonderheden, aardkundig erfgoed	55
3.4 Hydrologie: grootschalige grondwater en oppervlaktewater patronen	56
3.5 Bodem: kalk- en mineralengehalte en zuurgraad	58
4 BIOTISCHE RANDVOORWAARDEN	60
4.1 Grootste schaal: het eco-morfologische landschap	60
4.2 De middenschaal: habitattypen en effecten van dynamiek	61
4.3 Kleinste schaal: soorten	64
4.3.1 Inleiding	64
4.3.2 Flora-elementen die aandacht verdienen	65
4.3.3 Fauna-elementen die aandacht verdienen	65
4.3.3.1 Mollusken	66
4.3.3.2 Insecten	66
4.3.3.3 Amfibieën en Reptielen	68
4.3.3.4 Vogels	68
4.3.3.5 Zoogdieren	69
5 ANTROPOGENE RANDVOORWAARDEN	71
5.1 Bebouwing	71
5.2 Waterveiligheid en beheer	72
5.2.1 Actueel beheer en ontwikkeling zeereep	72
5.2.2 Suppleties	73
5.2.3 Historisch gebruik en voormalige inrichtingsmaatregelen	73
5.3 Waterwinning en hydrologische situatie	74
5.4 Infrastructuur	75
5.5 Archeologische waarden en munitie	76
5.5.1 Munitieresten	77
5.5.2 Archeologische waarden	77
5.6 Stikstofdepositie	79
5.7 Draagvlak	80
5.7.1 Randvoorwaarden en afspraken met bewoners	80
5.7.2 Tastbare voorbeelden in het veld tijdens excursies	81
5.7.3 Communicatie binnen en tussen organisaties	81
5.8 Recreatie	81
5.9 Wet- en regelgeving	82
5.10 Rol Rentmeester	82

DEEL III UITVOERING	84
6 PLANVORMING EN ONTWERP	84
6.1 Inleiding	84
6.2 Schaal van je maatregelen	87
6.3 Doorstuiven	88
6.4 Aftoppen	90
6.5 Kerven	91
6.5.1 Oriëntatie	92
6.5.2 Vorm in bovenaanzicht	92
6.5.3 Breedte	93
6.5.4 Hellingshoeken	94
6.5.5 Verbinding met het strand	97
6.5.6 Depositiezones	98
6.5.7 Zandaanbod	100
6.5.8 Verwijderen wortels	100
6.5.9 Andere ontwerpaspecten	102
6.6 Rollende zeereep	103
6.7 Paraboliserende zeereep	104
7 UITVOERING	106
7.1 Inleiding	106
7.2 Zelf doen of uitbesteden	106
7.3 Financiering	107
7.4 Vergunningen	107
7.5 Van schets naar bestek en contract.	109
7.6 Rol aannemer	110
7.7 Draagvlak	111
7.8 Uitvoering klimaatneutraal en stikstofneutraal	111
7.9 Tijdstip uitvoering	112
7.10 Zeven van wortels	112
7.11 Plagsel en zand	112
7.12 Nemen van mitigerende maatregelen	113
8 MONITORING EN EVALUATIE	115
8.1 Algemeen / parameters	115
8.1.1 Abiotiek	117
8.1.2 Biotiek	118
8.1.3 Antropogeen	119
8.1.4 Wie doet de monitoring?	119
8.2 Evaluatie	120
8.2.1 Noodzaak van evaluatie	120
8.2.2 Wie evalueert de resultaten?	120
8.3 Financiering monitoring en evaluatie	120
8.4 Onderzoek	121

9	NABEHEER	122
9.1	Inleiding	122
9.2	Levenscyclus dynamisering	123
9.3	Nabeheer abiotiek	124
9.4	Nabeheer biotiek	125
9.5	Nabeheer antropogene zaken	126
9.5.1	Verwijderen van puin	126
9.5.2	Waterveiligheid	126
9.5.3	Zoetwaterzekerheid	127
9.5.4	Veiligheid recreanten	127
9.5.5	Overlast	128
9.5.6	Overige zaken	129
10	TOT SLOT	130
11	LITERATUUR	131
	BIJLAGE 1 SCHEMATISCHE WEERGAVE VERGUNNINGSPROCES N2000	135
	BIJLAGE 2 - BEGRIPPENLIJST	136
	COLOFON	140



Voorwoord

De zeereep langs de Nederlandse kust was voor 1990, toen behoud van de zeereepduinen centraal stond, een weinig boeiend element in het kustlandschap. De kust erodeerde en daarom werd geprobeerd met allerlei maatregelen het zandvolume van de zeereep in stand te houden. De belangrijkste maatregelen waren aanplant van helm, plaatsen van stuifschermen en regelmatig ook het dichtschuiven van stuifkuilen. Tijdens stormvloed sloegen de zeereepduinen af waarbij het zand werd 'uitgesmeerd' in de voorliggende kust. Dit zand kon dan bij rustig weer beschikbaar komen op het strand en weer bijdragen aan de opbouw van de zeereep, geholpen door de mens. Op een aantal plaatsen was dit niet voldoende om structurele kustachteruitgang te stoppen en moesten de zeereepduinen regelmatig naar binnen worden verplaatst. Vrijwel overal vormde de zeereep een massieve barrière die bijna al het instuivend zand inving en ook door haar luwte de dynamische processen van verstuiving onderdrukte. Daardoor was er nauwelijks verbinding tussen strand en de duinen landwaarts van de zeereep.

Vanaf 1990 wordt de kustlijn met succes gehandhaafd door op grote schaal te suppleren. Daardoor is een stringent zeereepbeheer voor een groot deel van de Nederlandse kust niet langer noodzakelijk. Er kwam ruimte voor dynamiek. Vanuit het natuurbeheer was er ook een grote behoefte aan dynamiek, om de negatieve effecten van de verstarring van het landschap, ontkalking en stikstofdepositie tegen te gaan. Inmiddels heeft dynamisering van de zeereep over de hele Nederlandse kust een grote vlucht genomen. Dankzij suppleties kan kalkrijk zand nu worden ingezet om, via verstuiving, verjonging van de vegetatie van de witte duinen en de achterliggende grijze duinen te bewerkstelligen. Dynamisering gebeurt nu op veel plaatsen, verspreid langs vrijwel de hele Nederlandse kust. Daarbij valt op dat:

- de doelen niet altijd even scherp zijn geformuleerd
- de voorbereiding en uitvoering regelmatig niet optimaal zijn
- er tot nog toe weinig geleerd wordt van de ingrepen, doordat monitoring en evaluatie beperkt zijn
- er weinig uitwisseling is tussen de verschillende beheerders langs de kust.

Om dit te verbeteren heeft Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW) het initiatief ondersteund voor het schrijven van een checklist 'dynamisering Zeereep' die beheerders moet helpen om de dynamisering succesvol te laten verlopen. Checklist en onderbouwing vormen de inhoud van dit rapport. Het rapport is zo opgezet dat het als leidraad gebruikt kan worden voor alle stappen die nodig zijn om tot een (hopelijk) succesvol project te komen. Het biedt handvaten voor mooie nieuwe projecten en stimuleert en enthousiasmeert om vol goede moed en inspiratie aan de slag te gaan. De checklist biedt de mogelijkheid om per item naar de desbetreffende tekst in de handleiding te springen. Zo kan je snel bij specifieke informatie komen, zonder de hele handleiding door te hoeven lezen.

Voor de geïnteresseerde lezer die wel de hele handleiding tot zich wil nemen, wordt hieronder de opbouw uitgelegd.

- Hoofdstuk 1 geeft een inleiding op de waarde van onze kust, dynamisch kustbeheer en een beschrijving van de verschillende vormen van duindynamiek.
- Hoofdstuk 2 gaat over de doelstellingen. Wat wil je bereiken met je project?



- Hoofdstuk 3, 4 en 5 gaan in op de abiotische, biotische en antropogene randvoorwaarden die een rol spelen bij het dynamiseren en waar je voor je project over moet nadenken.
- In Hoofdstuk 6 volgen de stappen om uiteindelijk je plan voor dynamiseren vorm te geven en tot een (voorlopig) ontwerp te komen.
- Hoofdstuk 7 gaat dan echt op de uitvoering in: van voorontwerp (VO) naar definitief ontwerp (DO) naar bestek naar uitvoering. Welke vergunningen heb je nodig, hoe regel je financiering?
- Hoe je de ontwikkeling van je gebied na de ingreep zou kunnen monitoren komt in Hoofdstuk 8 aan bod. Monitoring is alleen al belangrijk om in de gaten te houden of er nabeheer nodig is, vaak een essentieel, maar soms een vergeten onderdeel, voor een succesvol project.
- Het nabeheer wordt behandeld in Hoofdstuk 9.



Figuur 1. Artist impression van de ingreep in de Noordwest Natuurkern rechts met links de oorspronkelijke situatie (copyright U. Glimmerveen).

Deze handleiding is een eerste versie. Heb je suggesties voor verbeteringen schroom dan niet om deze te sturen aan Albert Oost (a.oost@staatsbosbeheer.nl).

Deel I Duinen en dynamiek

1. Wat algemene zaken over duinen, die handig zijn om te weten.

Onze duinen zijn bijzonder, gevormd door de dynamiek van zand, wind, water en planten. Er zijn jaren geweest dat we deze dynamiek hebben willen beperken terwijl we nu juist weer inzetten op het benutten van deze natuurlijke processen. Het is daarvoor wel van belang om goed te weten hoe dit systeem functioneert. Hoofdstuk 1 geeft hiervan een beschrijving met specifieke aandacht voor het hydrologisch systeem en de verschillende vormen van duindynamiek.

De reden waarom er nu meer aandacht is voor dynamisering kan verschillen. Soms wil men via dynamiek de gevolgen van stikstofdepositie beperken, terwijl het in andere gevallen gaat over het bevorderen van de waterveiligheid. Het is belangrijk om voorafgaand aan de ingreep goed na te denken over welke doelen je wilt realiseren en je te beseffen dat niet alle doelen overal mogelijk zijn.



Figuur 2. De monotone stuifdijk langs de Boschplaat, Terschelling 2022 (Foto A.P. Oost).

1 Inleiding

2. Dynamiseren moeten we nog leren.

Het strand is verdwenen, staat onder water, golven rollen tegen de duinen, vreten er stukjes af. De wind beukt op de zeereep, fontein van zand sproeien hoog in de lucht en bepoederen als een sneeuwbus de achterliggende duinen. Een duinhelling in de lente. Zandkorrels op het duinsterretje getuigen nog van de stormen van afgelopen winter. Plantjes komen weer tot leven, insecten scharrelen rond. De eerste tapuit laat zich weer zien en de nachtegaal zingt in het struweel. Een duinvallei in de zomer. Het grondwater is gezakt. De parnassia bloeit. Schitterende orchideeën geven het landschap verder kleur. En terwijl je je rondlopend verwondert over al het moois, komt een geur van munt je neus binnen en hoor je op de achtergrond een kleine plevier roepen.

Zo mooi is onze kust. Het is, voor een deel, een bewegend landschap, gevormd door wind en water. De biodiversiteit is ongekend, en behoort tot het beste wat Noordwest-Europa te bieden heeft. Qua natuur zijn de duinen zonder meer uniek en is hun waarde enorm. Ook voor recreatie is het belang van de kust, met de brede zandstranden, de levendige kustplaatsen en de uitgestrekte duingebieden, groot. Daarnaast beschermen de duinen ons tegen overstroming door de zee. En alsof dat nog niet genoeg is, zorgen ze voor een belangrijk deel van onze drinkwatervoorziening. Bovendien biedt de zoetwaterbel bescherming tegen verzilting van het achterland door afscherming tegen de zee en uitstroom van zoet water.

De biodiversiteit is zo hoog omdat er een enorme verscheidenheid aan omstandigheden is. Binnen het duinlandschap heb je allerlei overgangen: van droog naar nat, warm naar koud, kalkrijk naar kalkarm, jong naar oud, dynamisch naar begroeid, dicht bij het strand of verder weg, gelegen op het noorden of op het zuiden enz. Al deze factoren bepalen de variatie in het landschap en de daarbij behorende gespecialiseerde flora en fauna. Ieder plekje is anders en heeft zijn eigen waarde. Maar er zijn veel bedreigingen. Eén van de grootste is dat door allerlei oorzaken veel duinen dreigen dicht te groeien, waardoor een groot deel van de kenmerkende flora en fauna in de knel is gekomen. Verstuiwing, de motor van duinvorming, is op veel plaatsen tot stilstand gekomen. Bijna alle beheerders zijn op zoek naar mogelijkheden om de dynamiek van verstuiwing weer terug te brengen. Ook vanuit het kustbeleid wordt langs de hele kust gezocht naar mogelijkheden om deze dynamiek zo natuurlijk mogelijk te laten verlopen, zonder de bestaande kwaliteiten en functies uit het oog te verliezen. Inspelen op natuurlijke processen, ecologisch herstel en minder intensievere vormen van kustonderhoud zijn steeds belangrijker geworden. In de 3e kustnota uit 2000 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000) staat het zo omschreven:

‘Veerkracht, verkregen door flexibiliteit, buffers en dynamiek is waar het om draait. Met als resultaat een kust die zich kan aanpassen aan bijvoorbeeld geleidelijke gevolgen van klimaatveranderingen.’

We noemen dit: ‘dynamisch kustbeheer’ en we definiëren dit als (Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen, 2002):

‘Het zodanig beheren van de kust dat natuurlijke processen, al dan niet gestimuleerd, zoveel mogelijk ongestoord kunnen verlopen, waarbij de processen zodanig worden beheerd dat de veiligheid van het achterliggende gebied gewaarborgd blijft.’

Belangrijke randvoorwaarde voor het dynamisch kustbeheer is dat de kustlijn, waar nodig, op zijn plaats gehouden wordt met behulp van suppleties. De noodzaak voor het 'ouderwetse', intensieve beheer van de zeereep, gekenmerkt door helmaanplant, stuifschermen en het beteugelen van dynamiek, is daarmee komen te vervallen. Sterker nog: er zijn in de afgelopen decennia mogelijkheden gekomen voor de aanleg van kerven en de uitvoering van andere dynamiseringsmaatregelen in de zeereepduinen. In eerste instantie kwam de wens voor meer dynamiek vanuit het natuurbeheer. Een dynamische zeereep vormt een meer geleidelijke overgang tussen strand en duinen en herbergt allerlei gradiënten. Dit is nodig om verjonging in het landschap tot stand te brengen. Ook is het een middel om negatieve effecten van verzuring en stikstofdepositie tegen te gaan, en zorgt het voor een grotere biodiversiteit. Tegenwoordig is er ook vanuit de kustverdediging toenemende interesse: via een dynamische zeereep kan zand het duinsysteem inwaaien, waardoor het in volume kan groeien. Een dynamische zeereep biedt daarmee kansen voor het Kustfundament om mee te groeien met de zeespiegelstijging.

Als we het over dynamiseren hebben, bedoelen we ingrijpen om de ontwikkeling van kerven, stuifkuilen, of een rollende zeereep op gang te brengen door verstuiving van zand door de wind. Bij het dynamiseren van de zeereep proberen we eigenlijk het aanbod van vers stuifzand weer nieuw leven in te blazen. Soms is er meer mogelijk, bijvoorbeeld op de Waddeneilanden waar ook water bij kan dragen aan dynamiseren door de vorming van washovers. In deze handleiding bespreken we deze zeldzamere vormen echter niet.

Ingrijpen voor meer dynamiek gebeurt met wisselend succes; het dynamiseren van de zeereepduinen gaat niet altijd zo goed als gewenst. Doelen, mate en gewenste vorm van dynamisering zijn niet altijd duidelijk. De verstuiving komt niet op gang, het stuift weer dicht, of het stuift juist te sterk of gaat niet in de gewenste richting. Dit leidt tot extra onkosten en is niet efficiënt. Ook leiden de ingrepen soms tot onvoorziene bijeffecten, zoals verlies van ecologische of cultuurhistorische waarden, of overlast voor infrastructuur.

De kennis over dynamiseren is in ontwikkeling. Er is op dit moment veel aandacht voor kerven; er zijn verschillende projecten uitgevoerd of in uitvoering. De ervaring vanuit de praktijk neemt toe, maar ook wetenschappelijk komen er steeds meer feiten boven water, zowel vanuit de nationale als uit de internationale literatuur. Wij zetten in deze handleiding de bestaande praktijkkennis en wetenschappelijke inzichten op een rijtje, om zo beheerders houvast te bieden en de kans op succes voor toekomstige ingrepen te vergroten. Deze handleiding bouwt voort op eerder werk op dit gebied (o.a. Löffler et al., 2010; Deltares, 2011) en op een evaluatie van bestaande dynamiseringsprojecten (Nijenhuis, 2022). Aangezien de komende jaren steeds meer kennis vanuit onderzoek en praktijkprojecten beschikbaar zal komen, is het streven om deze handleiding regelmatig bij te werken. Een update met de meest recente inzichten zal dan via de STOWA website beschikbaar worden gemaakt.

1.1 Het systeem duinen

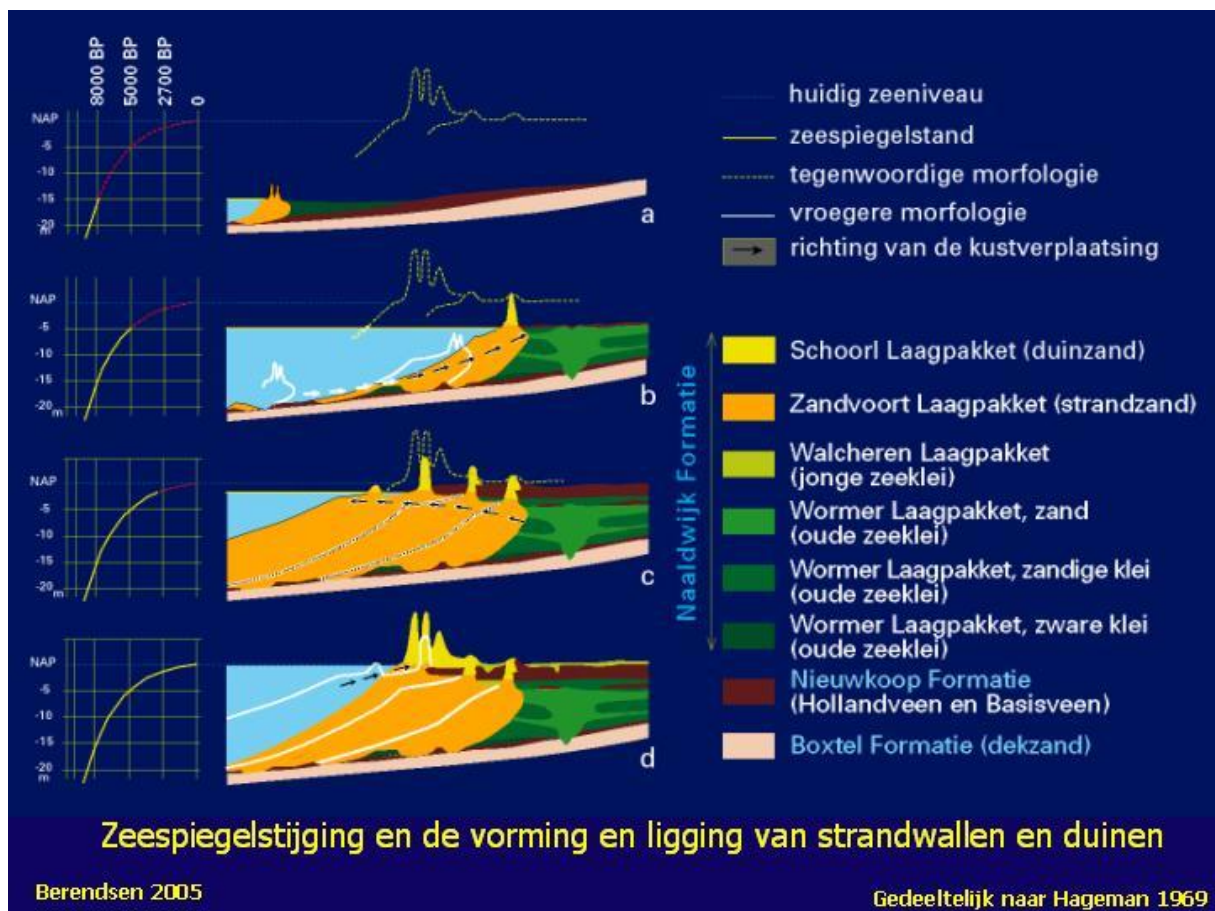
3. Het systeem duinen. Hoe zijn onze duinen gevormd, wat zijn belangrijke processen?

Hoewel we allemaal met duinen bezig zijn, is het toch goed om even stil te staan bij de ontwikkeling van ons kustgebied. Hoe zijn onze duinen gevormd, wat zijn belangrijke processen en wat is de rol van dynamiek in het systeem?



1.1.1 Duinvorming bij een stijgende zeespiegel

Onze duinen bestaan uit 'oude duinen' en 'jonge duinen', twee verschillende geologische eenheden. Na de IJstijd is door het smelten van het ijs de zeespiegel gaan stijgen. Figuur 3 geeft in een aantal dwarsdoorsneden verschillende momenten weer. Er is een periode geweest, grofweg tussen 5000 en 3000BP (verschil tussen b en c in Figuur 3), dat ondanks de stijgende zeespiegel de kust toch flink is uitgebouwd. Hierbij werden strandwallen gevormd, en op deze strandwallen zijn de oude duinen ontstaan, vrij lage duinen met niet al te veel reliëf. Rond circa 1000AD (verschil tussen c en d in Figuur 3) begon dit strandwallenlandschap te eroderen. Door de erosie aan de kust kwam er veel zand vrij dat naar binnen is gestoven, waarbij hogere en steilere duinen ontstonden die het oude duinlandschap langzaam maar zeker bedekten. Dit zijn de jonge duinen. In de jonge duinen zijn allerlei, soms heel grootschalige, vormen zichtbaar, zoals paraboool- en loopduinen en omvangrijke uitblazingsvalleien. De vormen zijn soms zo groot dat je ze in het veld niet eens goed kunt herkennen; op het AHN echter des te beter (<https://www.ahn.nl/ahn-viewer>, zie ook Figuur 12 en paragraaf 1.2.7). Tegenwoordig zijn de strandwallen bijna overal onder de jonge duinen verdwenen, alleen hier en daar steken ze aan de binnenkant van de duinen nog onder het jonge duinmassief uit. De oude duinen zijn kalkarm; door hun hoge leeftijd zijn ze vaak diep ontkalkt. De jonge duinen zijn ten zuiden van Bergen kalkrijk, maar het oppervlak kan, zeker in de binnenduinen, ook ontkalkt zijn.



Figuur 3. Opschuiven van het landschap bij een stijgende zeespiegel voor verschillende momenten, a rond 8000BP, b rond 5000BP, c rond 2700BP en d de huidige situatie. De linker diagrammen geven de stand van de zeespiegel bij iedere situatie en de mate van stijging t.o.v. de vorige situatie (Berendsen 2005, naar Hageman, 1969).

De oude duinen kenden waarschijnlijk een beperkte dynamiek. We stellen ons een landschap voor zoals op de Hors op Texel: een breed strand met steeds weer nieuwe gordels van vrij lage duinen, die snel dichtgroeien. De jonge duinen met hun vaak enorme vormen, kenden een extreme dynamiek, waarbij in verloop van vrij beperkte tijd hele landschappen werden bedolven onder vers stuifzand. De dynamiek in de kalkarme duinen was groter dan in de kalkrijke duinen, omdat door het gebrek aan voedingsstoffen de vegetatie het moeilijker heeft. Van de Schoorlse duinen, Vlieland en Terschelling zijn verhalen bekend van extreme verstuingen ('een ijzelijke zandgletsjer'). In de morfologie is dit ook zichtbaar. In het kalkrijke duin zijn de dominante, grootschalige vormen de paraboolduinen, waar de vorm bepaald wordt door een wisselwerking tussen zand en vegetatie. In het kalkarme duin zijn het vaak loopduinen; vormen waar vegetatie niet aan te pas komt, pure woestijnduinen dus.

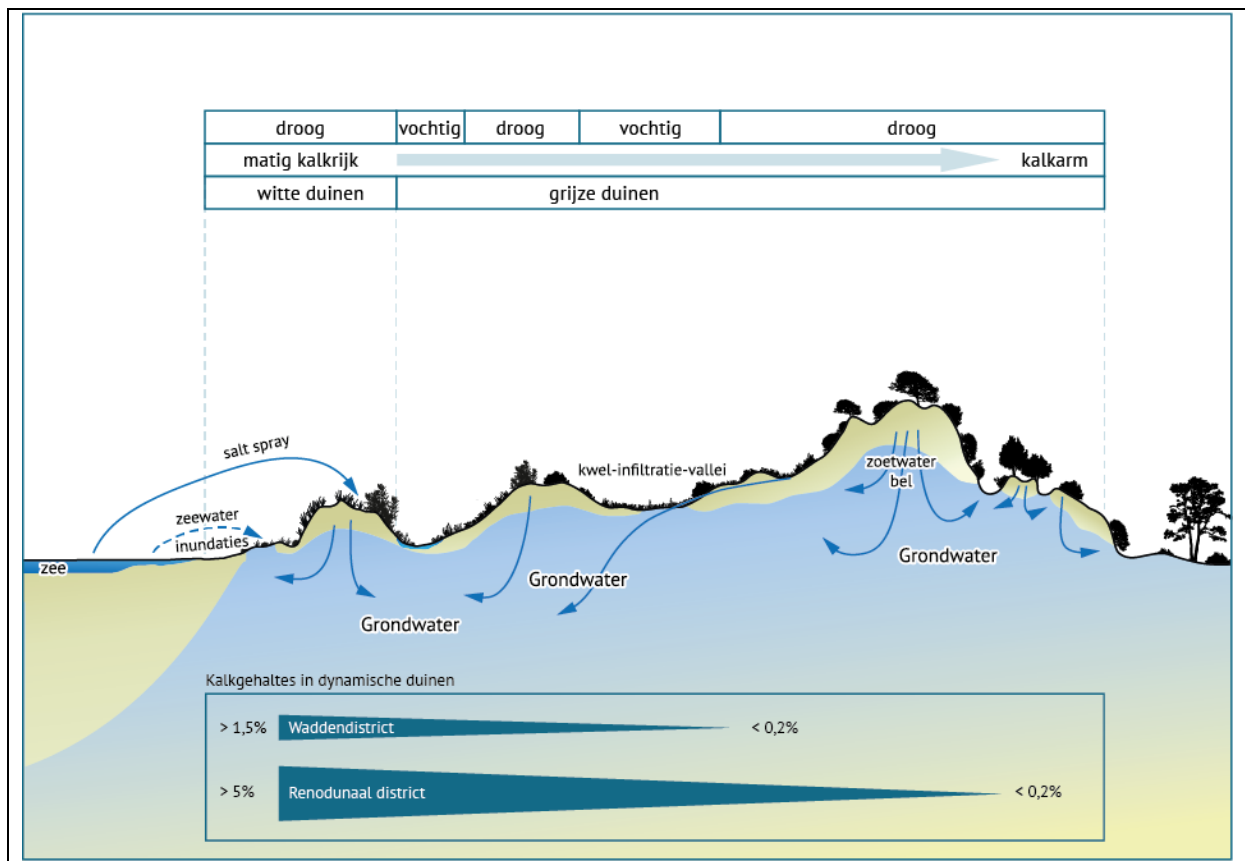
In het uiteindelijk stabiliserende en geleidelijk ontkalkende, duin kwam een successie (veroudering) van de vegetatie op gang. Dit werd deels tegengegaan doordat de mens helm en hout uit het duin haalde en het vee vrijelijk liet grazen. Eind 18^e eeuw werd de successie versneld door bosaanplant. Pas in de laatste eeuwen kon de vegetatie zich geleidelijk natuurlijker ontwikkelen. De laatste decennia is dit echter ernstig verstoord door de stikstofdepositie.

Het duingebied heeft in de loop der eeuwen een soms intensief, soms extensief medegebruik gekend. Landbouw, jacht, konijnenteelt, houtkap, waterwinning, aanplant van houtopstanden, schoonmaken van visnetten, bouw van vakantiewoningen, aanplant van helm, bouw van verdedigingswerken, recreatie hebben allen in meerdere of mindere mate hun stempel op het landschap gedrukt.

1.1.2 Gradiënten binnen het duinlandschap

Bij een kust die stabiel of aangroeiend is, verwacht je de volgende opeenvolging van landschapstypen: strand, embryonale duinen, witte duinen, grijze duinen en gestabiliseerde duinen (ook wel bruine duinen genoemd). Waarbij van witte naar grijze naar gestabiliseerde duinen de mate van bodemvorming en successie steeds verder toeneemt.





Figuur 4. Dwarsdoorsnede van het duin- en kustlandschap met ligging van habitats, hydrologie en gradiënten (© Oscar Langevoord (OBN, z.d.) De volgende factoren die een rol spelen in het duinlandschap zijn hier al uit af te leiden; wind- en waterdynamiek, (aanwezigheid van) grondwater/zoetwaterbel, kalkgehalte (verschil Rhodonaal en Wadden) en hoogteverschillen.

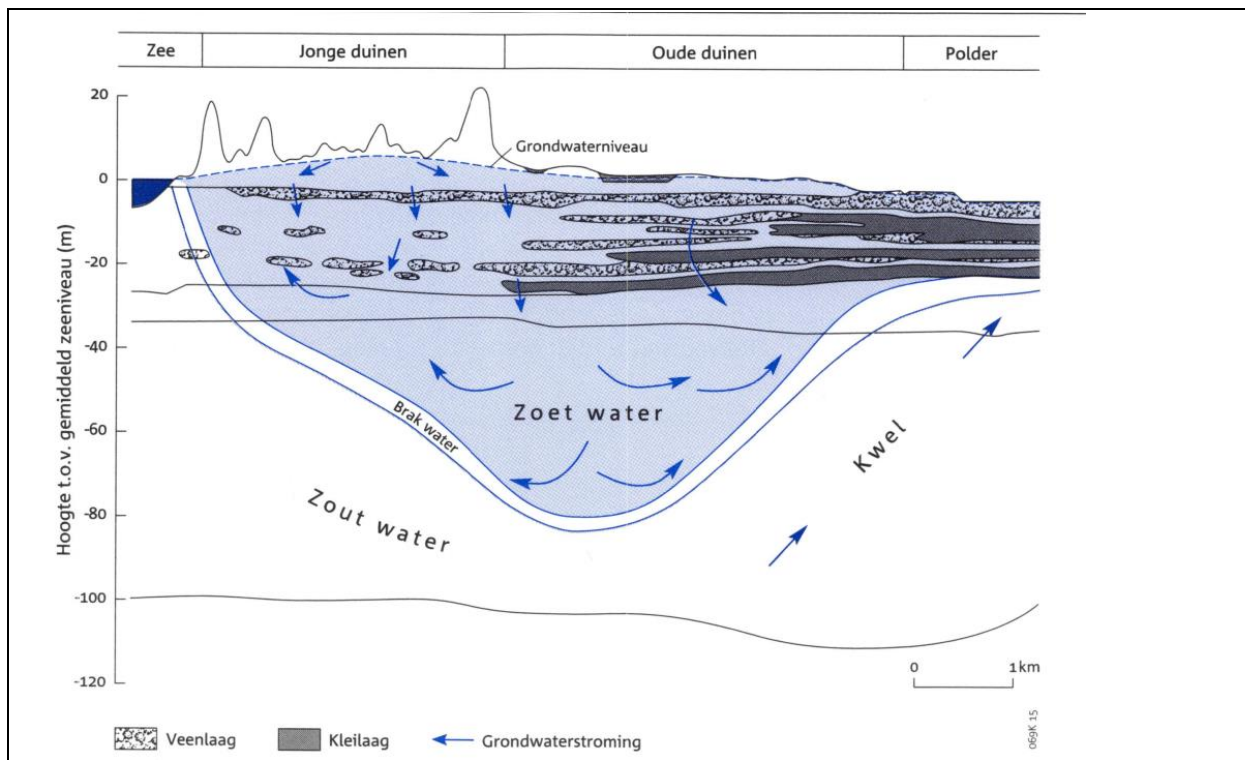
Op verschillende plaatsen komen nog stabiele of uitbouwende kusten voor met deze volgorde. Bij een eroderende zeereep zijn geen embryonale duinen aanwezig, omdat deze voortdurend door de zee worden weg geërodeerd. Bij (grootschalige) kusterosie dynamiseert de zeereep en bewegen de witte duinen onder invloed van de wind (deels) over grijze en bruine duinen heen, net zoals de jonge duinen vrijwel het gehele oude duinlandschap hebben begraven. Figuur 4 geeft de abiotische factoren die van belang zijn weer.

1.1.3 Het hydrologisch systeem

Langs de kust dringt zout zeewater landinwaarts door in de ondergrond. Door inzijging van het neerslagoverschot dat we in Nederland hebben (de hoeveelheid neerslag is groter dan de hoeveelheid verdamping) ontstaat er een zoetwaterbel boven dit zoute grondwater. Omdat zoetwater lichter is dan zout water, drijft deze zoetwaterbel op het zilte grondwater (Figuur 5). Deze zoetwaterbel is essentieel voor alle natte duinlandschappen.

De grootte van de zoetwaterbel in een duingebied wordt bepaald door de breedte van het duinmassief, de hoeveelheid neerslag die infiltreert in de ondergrond en de doorlatendheid van de bodem (Bakker, 1981). Belangrijke oorzaken van het kleiner worden van de zoetwatervoorraden in de Nederlandse duinen zijn: het afgraven van de oude duinen waardoor het duinmassief smaller is geworden, het inplanten van duinen met naaldbos waardoor minder regenwater infiltreert, het

aanleggen van sloten waardoor zoet grondwater wordt afgevoerd, het onttrekken van zoet grondwater voor de drinkwatervoorziening en een laag peilbeheer in aangrenzende percelen.



Figuur 5. Dwarsdoorsnede door het duingebied Berkheide. Doordat het infiltrerende regenwater lichter is dan het zoute water in de ondergrond vormt zich een 'zoetwaterbel' (Runhaar et al. 2000).

In een aangroeiend duin zal de grondwaterstand stijgen en daarmee het grensvlak tussen zoet en zilt grondwater dalen, waarbij de zoetwaterbel groter wordt. In laagten zorgt deze algemene stijging voor vernatting (Figuur 6). Natte duinvalleien kunnen daarbij veranderen in duinmeren. Bij kustafslag zal de grondwaterstand juist dalen en de zoetwaterbel kleiner worden. Als duinen breder en/of hoger worden door duindynamisering, heeft dit een vergroting van de zoetwatervoorraad in de duinen tot gevolg (OBN z.d.-b).

Regenwater dat infiltreert in droge duinen stroomt door kalkrijk zand naar lager gelegen natte duinvalleien en voert opgeloste kalk uit het duinzand aan. In de kalkarme duinen van de Nederlandse Waddeneilanden en de kop van Noord-Holland ten noorden van Bergen is zulk kalkrijk water essentieel voor instandhouding van soortenrijke basenminnende vegetaties (Grootjans et al 1995).



Figuur 6. Natte duinvallei bij paal 13 op Terschelling (Foto M. Nijenhuis).

1.2 Vormen van duindynamiek

4. Er zijn verschillende vormen van duindynamiek. Hier staan ze op een rijtje.

Dynamiek door verstuiving kent vele vormen. Waar de kust aangroeit ontstaan nieuwe duinen en is meestal sprake van een milde dynamiek, lichte overstuiving, hier en daar winderosie op kleine schaal en een gradiënt van snel afnemende dynamiek landwaarts. Waar de kust stabiel is of licht erodeert, kan de verstuiving steeds grootschaligere vormen aannemen, van een kleinschalige, incidentele stuifkuil tot een volledig paraboliserend landschap of een landschap met washovers en/of sluffers.

De mate van overstuiving maakt nogal wat uit voor het uiteindelijke effect. Bij sterke overstuiving wordt de begroeiing volledig begraven. Climax vegetatie kan zo onder het zand verdwijnen, waarna de vestiging van nieuwe vegetatie vanuit niets opnieuw kan beginnen. Aan de andere kant van het spectrum spreken we van overpoederen, als de overstuiving zo licht is dat deze niet of nauwelijks meer tot hoogteveranderingen leidt, maar nog wel ecologisch effect heeft. Begraven door sterke overstuiving treedt over het algemeen direct rondom kerven of stuifkuilen op. Het overpoederen kan honderden meters ver reiken. Door turbulentie wordt het zand hoog in de lucht opgenomen, in een vorm van suspensie met de wind mee gevoerd en op grote afstand weer afgezet. Het overpoederen is bij uitstek het proces waardoor de kwaliteit van grijze duinen kan verbeteren of op peil worden gehouden. Tussen volledig begraven en overpoederen zit een hele range aan omstandigheden, van heel extreem tot heel subtiel.

Hieronder beschrijven we de verschillende vormen van dynamiek door wind, waarbij de eerste drie kenmerkend zijn voor een aangroeiende kust, de overige meer voor een stabiele of erosieve kust.

1.2.1 Duinenveld

Duinenvelden kunnen alleen daar ontstaan waar brede zandplaten aanwezig zijn, waar zandaanvoer en duinvorming op grote schaal kunnen plaatsvinden. De duinen zijn vaak relatief laag en groeien langzaam in de hoogte. De dynamiek is mild en vrij kleinschalig. Vooral in de tussengelegen duinvalleien en laagten kan zich een sterk diverse flora ontwikkelen door de grote variaties aan kalkgehalte, zuurgraad, vochtigheid, exposure, saliniteit en dynamiek. Voorbeelden kunnen gevonden worden op de Hors op Zuidwest Texel en Rottumerplaat. Brede zandplaten kunnen ook ontstaan door interventies van de mens, hetzij direct, zoals de Zandmotor, hetzij indirect, zoals bijvoorbeeld het Kennemerstrand als gevolg van de aanleg van de pier bij IJmuiden. Ook op dergelijke zandplaten kan een duinenveld met natuurlijke eigenschappen ontstaan.



Figuur 7. Duinenveld op de Hors, Texel (Foto B. Arens).

1.2.2 Embryonale duinen

Dit zijn deels begroeide, lage duintjes op het strand en de buitenste rand van de zeereep. Ze vormen een prille fase van duinvorming en zijn kenmerkend voor aangroeiende kusten. Deze duinen worden ook wel primaire duinen genoemd. Embryonale duinen vormen een buffer voor veiligheid en beperken afslag van het buitentalud van de zeereep.

De vorming van de duintjes begint vaak door overstuiving van door de zee achtergelaten aanspoelsel zoals wier en schelpen (vloedmerk). Daarin kiemt biestarwegras, een soort die veel zand invangt en essentieel is voor de vorming van duinen; zodra het duintje zoet water begint vast te houden, kan zich ook helm vestigen. Afhankelijk van de dominante begroeiing vallen embryonale duinen onder het habitatype Embryonale duinen (dominant biestarwegras) of Witte duinen (dominant helm).

Vaak bestaan embryonale duinen maar kort, omdat de zee ze tijdens een flinke storm of springvloed overspoelt en wegvaagt. Dan begint het proces van duinvorming opnieuw. Soms echter worden de duintjes steeds hoger en rijgen ze zich aaneen tot een langere keten: een 'nieuwe zeereep'. Deze nieuwe zeereep wordt gerekend tot het habitatype Witte duinen. Tussen deze nieuwe en de oude zeereep kan op het oorspronkelijke strandoppervlak een duinvallei ontstaan, een primaire duinvallei. Deze wordt gekenmerkt door zoete, brakke tot zoute condities. De aanvoer van zoet water wordt in hoge mate bepaald door de grootte van de meer landwaarts gelegen duinen, de aanvoer van zout water door overstromingen. De oorspronkelijke zeereep komt meer in de luwte te liggen en zal op den duur minder dynamisch worden; naar verwachting zal er daardoor minder zand naar de duinen achter de oorspronkelijke zeereep stuiven. Op Schiermonnikoog ligt een mooi voorbeeld van een recente spontaan ontwikkelde zeereep.

1.2.3 Aanstuivende zeereep

Waar de strandvlakten niet zo breed als bij de duinvelden zijn en er niet voldoende ruimte is voor de ontwikkeling van embryonale duinen, kan aangevoerd strandzand tegen de zeereep ophopen. In deze aanstuivingszones kunnen ecologische karakteristieken voorkomen, vergelijkbaar met embryonale duinen. De dynamiek in een aanstuivende zeereep is over het algemeen beperkt tot de instuiving van zand. Winderosie is beperkt en daardoor is er weinig kans voor de vorming van secundaire duinvormen (duinvormen die ontstaan door winderosie van bestaande vormen) zoals een gekerfde zeereep of paraboolduinen.



Figuur 8. Nieuwe duinvorming voor de zeereep. Merk op dat het inwaaien van vers zand ook leidt tot vitale helm in de zeereep, die daardoor beter wordt vastgelegd. Schouwen (Foto A.P. Oost).

1.2.4 Doorstuivende zeereep

Een doorstuivende zeereep is bedekt met een open helmvegetatie, onderbroken door open stuifplekken en stuifkuilen. De zeereep varieert daardoor in vorm en hoogte. Het helmgras vormt vitale pollen: door de regelmatige aanstuiving van vers strandzand en salt spray krijgen schimmels en aaltjes minder kans om de wortels van helmgras aan te tasten dan in een dicht begroeide zeereep. Er stuift enig zand door naar de direct achter de zeereep liggende duinen, die daardoor (beperkt) aangroeien. De stuivende zeereep vormt het habitatype Witte duinen. Het extensiveren van het zeereepbeheer (dynamisch zeereepbeheer) heeft op veel plaatsen al tot een doorstuivende zeereep geleid.

1.2.5 Gekerfde zeereep

De dynamiek in een gekerfde zeereep is sterker dan in een stuivende zeereep. Kerven ontstaan meestal uit stuifkuilen in de zeereep. Een gekerfde zeereep fungeert als doorgeefluik van zand van het strand naar de achterliggende duinen, die daardoor langzaam hoger worden. Het doorstuivende zand verstikt oudere duinbegroeiingen, die vervolgens plaats maken voor pionierssoorten. Enige mate van stuivend zand is essentieel voor het behoud van habitatype Grijze duinen; dit zijn duingraslanden die rijk zijn aan flora en fauna. Langs de kust van Terschelling, het Noordhollands Duinreservaat en de Meeuwenduinen op Schouwen zijn fraaie voorbeelden te vinden. Alle kerven die tot nu toe spontaan zijn ontstaan vertonen vrijwel geen tekenen van stabilisatie, behalve als ervoor op grote schaal embryonale duinen ontstaan. De ingang wordt dan vaak afgesloten, en de kerf gaat verder als stuifkuil.

Men ziet kerven vaak als gaten in de zeereep en daarom bestaat de angst dat de zee door die gaten naar binnen stroomt. Maar omdat kerven vrijwel altijd een geleidelijk oplopend profiel hebben is die angst ongegrond. Kerven dempen de golven met storm. Bij storm is de schade door afslag aan de kerven dan ook minder dan aan de aangrenzende zeereep. Voor de Springertduinen op Goeree heeft een modelstudie aangetoond dat bij een grote storm, die de waterkering nog zou moeten doorstaan, weinig erosie plaatsvindt binnen de kerven en zand van nabij gelegen duinen deels in de kerven accumuleert (de Ridder & Broers, 2020). Voor een kust met kerven is de totale afslag met een maatgevende storm niet groter dan voor een kust zonder kerven.

Net als stuivende zeerepen kunnen gekerfde zeerepen spontaan ontstaan door het extensiveren van zeereeponderhoud. Een erosieve, afslaanze zeereep is een pré maar geen voorwaarde. Bij een gekerfde zeereep wordt meestal vooraf afgesproken tot hoe diep de kerven 'mogen' uitstuiven. Wordt de kerf te diep dan kan er met het gericht plaatsen van bijvoorbeeld stuifschermen of rietpoten voor gezorgd worden dat de hoogte weer toeneemt





Figuur 9. Overzicht verschillende vormen kerven langs de Nederlandse kust. De 'kleinere' kerven staan in de bovenste rij en de grotere op de onderste. Met uitzondering van Terschelling paal 5 zijn alle voorbeelden aangelegd. Boven v.l.n.r. Vlieland, Terschelling paal 5, Schouwen, Schoorl. Onder v.l.n.r. Meijndel, Noordwest Natuurkern, Ameland, Terschelling paal 15-20 (Foto M. Nijenhuis).

Het is ook mogelijk om actief een kerf aan te leggen. Aanleg van kerven is wisselend succesvol, maar de kerven die 'het nog niet goed doen' hebben mogelijk langer nabehoor nodig om echt op gang te komen.



Figuur 10. Natuurlijke kerven, Schouwen (Foto M. Nijenhuis).

Verstuivingen in de achter de zeereep liggende duinen zijn vaak kleinschalig en hebben daarmee een beperkt lokaal effect en vaak een beperkte levensduur. Verstuivingen vanuit de zeereep kunnen dan bijdragen aan het in stand houden van de dynamiek van stuifkuilen. Daarmee neemt de afstand waarover verstuiving plaats vindt toe en daarmee de ruimtelijke effecten van overstuiving. In sommige situaties, met name op de Waddeneilanden, is verstuiving vanuit de zeereep (zogenoemde primaire verstuiving), vrijwel de enige manier om enige dynamiek in het duingebied te brengen en kalkhoudend zand naar binnen te krijgen.



1.2.6 Rollende zeereep

Een serie van (grotere kerven) kan een hele zeereep in beweging brengen. Als de zeereep in zijn geheel in beweging komt is er sprake van een rollende zeereep. In principe kan een rollende zeereep worden aangelegd door een groot aantal forse kerven dicht op elkaar aan te brengen. In het verleden (rond 1990) werd deze maatregel ook toegepast om de zeereep 'gecontroleerd' naar achteren te laten bewegen als de voorzijde te steil werd en/of het strand te smal. Een voorbeeld van een rollende zeereep was de Zandloper net ten zuiden van Den Helder (Nieuwjaar, 1995). In het pre-dynamiseringstijdperk werd de zeereep hier in zijn geheel in beweging gebracht. Niet voor natuurdoelen, maar omdat de voorzijde van de zeereep en het profiel van de aangrenzende vooroever door jarenlange erosie te steil waren geworden. Het risico bestond daardoor dat bij een extreme storm een groot deel van de zeereep weg zou slaan. Daarom werden boven op de zeereep in zuidwestelijke richting kerven gegraven die in extreme verstuiwing resulteerden. Aan de luwe zijde werd het zand gecontroleerd ingevangen met stuifschermen, zodat hier zich een nieuwe rug kon opbouwen. Het is verrassend dat in deze tijd dat dynamiek in de zeereep nog een taboe was, juist dynamiek werd toegepast om een veiligheidsdoel te bereiken.

Een ander voorbeeld is te vinden op Terschelling (Figuur 11) waar een serie van kerven werd aangelegd en het onderhoud van de zeereep werd gestaakt (het gehele gebied tussen paal 15-20). Daarbij leidde de achteruitgang van de duinen door winderosie tot een gebrek aan zand op de plaats van de oorspronkelijke zeereep, maar een sterke aanzanding verder landwaarts. Toen aan de voorzijde de aanzanding weer toenam was uiteindelijk de totale hoeveelheid zand aanmerkelijk toegenomen. Dit soort experimenten is alleen mogelijk in brede duingebieden, waar de veiligheid gewaarborgd is doordat achter de zeewaartse duinen nog een gesloten duinenrij van voldoende hoogte/breedte aanwezig is of op de Waddeneilanden op plekken waar geen veiligheidsrisico is. Op Terschelling leidde de grootschaligheid van de ingreep wel tot onrust en onzekerheid over waterveiligheid bij de inwoners.

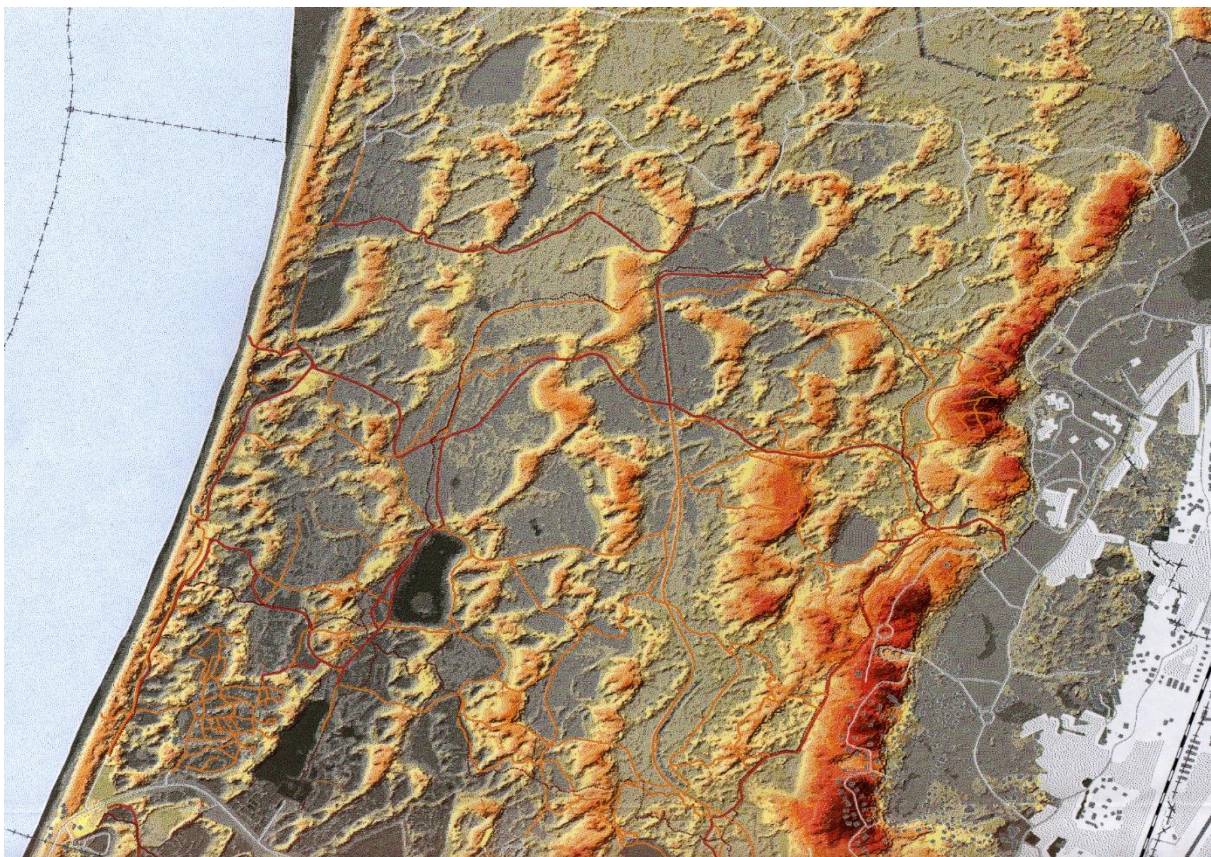


Figuur 11. Rollende zeereep, Terschelling, Paal 15-20 blik naar het oosten (Fotoarchief Rijkswaterstaat).

De rollende zeereep behoort, evenals de stuivende zeereep en de gekerfde zeereep, tot het habitatype Witte duinen. Dit proces is belangrijk voor het hele duingebied. De uitblazingslaagten fungeren als doorgeefluik van zand van strand naar duinen, die kunnen meegroeien met de stijgende zeespiegel. Het stuivende zand vergroot de landschappelijke variatie in het achterliggende duingebied en zorgt voor verjonging van de vegetatie. Als de uitblazingslaagten erg diep uitstuiwen, kan de zee incidenteel hierdoor de duinen in stromen (zie 1.2.8 Slufter). Omdat het grensprofiel van de waterkering landwaarts ligt, kan dit voor de veiligheid geen kwaad.

1.2.7 Paraboliserende zeereep

Paraboolduinen zijn mobiele duinen die vanuit de zeereep 'landinwaarts' wandelen. Deze duinvormen ontstaan vanuit afslagsituaties. In een paraboliserende zeereep heeft de wind vrij spel en ontstaan diepe kuilen en kerven. Dit kan leiden tot een serie paraboolduinen die dan langzaam landinwaarts bewegen. Paraboolduinen behoren tot de grootste duinvormen in het Nederlandse landschap. Figuur 12 geeft een voorbeeld van een uitgestrekt landschap in Zuid-Kennemerland, net ten zuiden van het Noordzeekanaal, met verschillende series paraboolduinen. Kenmerkend voor paraboolduinen is de paraboolvorm met armen die in de richting van de wind wijzen (zie ook Klijn, 1981), een kop die met de wind mee beweegt en de vaak uitgestrekte uitblazingsvallei aan de loefzijde, waar uitstuiwing tot op het grondwater heeft plaatsgevonden. De typische paraboolvorm ontstaat als gevolg van interactie met vegetatie. Het is de hoop dat bij het ontstaan van een paraboliserende zeereep op de lange termijn ook weer actieve paraboolduinen vanaf de zeereep landinwaarts gaan bewegen. Op kleine schaal is dit al te zien bij de actieve kerven op Terschelling en in het Noordhollands Duinreservaat.



Figuur 12. Series van paraboolduinen in Zuid-Kennemerland, zoals zichtbaar gemaakt met het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN). De paraboolduinen worden van west naar oost steeds groter. De lengte van de witte balk is 1 km.

1.2.8 Slufter

Een slufter is een doorbraak door de zeereep waar met hoog tij de zee regelmatig het achterliggende gebied binnenstroomt via een geul die het strand doorsnijdt. De vegetatie in de sluffervlakte wordt daarbij regelmatig verjongd en de sluffervlakte groeit (in beperkte mate) mee met de stijgende zeespiegel. Er kunnen slufters ontstaan langs afslag- en langs aangroekusten (Arens & van der Meulen, 1990).

Langs afslagkusten ontstaan slufters na een doorbraak in de eerste duinenrij. Langs aangroekusten kunnen slufferachtige situaties ontstaan na de ontwikkeling van nieuwe duinen op het strand. Geulen tussen de nieuwe duintjes kunnen met stormvloed volstromen, waardoor er een variatie aan zoete en brakke omstandigheden ontstaat.

In slufters is vaak een grote variatie aan habitats te vinden: schorren en zilte graslanden op de lage delen, zilte pioniervegetaties op de iets hogere delen, vochtige duinvalleien op plaatsen waar grondwater uittreedt en droge duinvegetaties aan de randen. De meest dynamische plaatsen, op het strand en in de sluffermonding, zullen onbegroeid zijn. Door de ontwikkeling van embryonale duinen kan een deel van het strand van de zee worden 'afgesnoerd'. Als de embryonale duinen een gesloten rij vormen, wordt het strand volledig afgesnoerd; zijn ze niet gesloten dan noemen we het een niet volledig afgesnoerde strandvlakte. Hierin kan zich een slufferachtig gebied ontwikkelen, dat of door het dagelijks getij wordt overstromd (noordwesten van Rottumerplaat), of alleen bij stormvloed (Kwade Hoek). Twee bekende slufters zijn De Slufter op Texel en Het Zwin op de grens van Zeeland en Vlaanderen.



Figuur 13. Slufter, Noordsvaarder Terschelling (Foto A.P. Oost).

1.2.9 Washovers

Een overslaggrond (of 'washover') bestaat uit een doorbraak door de zeereep en een daarachter gelegen afzetgebied. Alleen bij een stormvloed dringt de zee het achterliggende gebied binnen en zet daar zand of slib af. De vegetatie wordt daarbij telkens verjongd en de overslaggrond groeit (in beperkte mate) mee met de stijgende zeespiegel. Overslaggronden kunnen zowel in aangroei- als afslagkusten voorkomen.



Op overslaggronden zijn veel overgangen te vinden, bijvoorbeeld van zoet naar zout, van zandig naar slibrijk en van nat naar droog. Daardoor is de diversiteit aan habitats en soorten relatief groot. Welke soorten er precies voorkomen, hangt af van de frequentie van overstromen en de samenstelling van de ondergrond. Op plaatsen met relatief weinig dynamiek kunnen algenmatten ontstaan, die het zand enigszins vastleggen. Op nog luvare plaatsen kan organische stof zich ophopen en een begroeiing van zoutminnende of zouttolerante pioniersoorten zoals zeekraal, gewoon kweldergras en zilte rus zich vestigen. Waar de bodem brak is, start de successie met soorten als strandduizendguldenkruid en sierlijke vetmuur. Nog verder buiten de invloedssfeer van het zoute water, waar zoet water uit het achterliggende duingebied kwelt of waar regenwater stagneert, kunnen zich natte duinvalleivegetaties vestigen.



Figuur 14. Washover bij paal 10 Schiermonnikoog (Fotoarchief Rijkswaterstaat).

1.3 Dynamiseren door ingrijpen

5. Hoe natuurlijk of onnatuurlijk is je handelen? En wat aansprekende voorbeelden.

Vanzelfsprekend heeft het de voorkeur om waar mogelijk de dynamiek langs natuurlijke weg te laten ontstaan. Er zijn inmiddels veel voorbeelden van plaatsen waar, vaak na enige afslag, de dynamiek op gang is gekomen en tot aansprekende resultaten heeft geleid. Wanneer je de indruk hebt dat op een bepaalde plek een spontane ontwikkeling van dynamiek op gang begint te komen, laat de natuur dan haar gang gaan.

Een belangrijke vraag, waar veel discussie over is, is of we met het dynamiseren een proces herstellen of kunstmatig in leven willen houden (brengen). Zijn de jonge duinen fossiele vormen, dus ontstaan uit processen die vandaag de dag niet meer actief (kunnen) zijn? Denk bijvoorbeeld aan stuwwallen: het ijs is weg, dus onder de huidige omstandigheden kunnen deze vormen niet meer tot ontwikkeling komen. Of zijn de processen kunstmatig onderdrukt en hoeven ze alleen maar weer op gang gebracht te worden? Bijkomende vraag is of wellicht door klimaatveranderingen (met als belangrijkste factoren de toenemende temperatuur en gemiddelde hoeveelheid neerslag, waardoor



het groeiseizoen aanzienlijk is verlengd) de omstandigheden voor verstuiwing niet zodanig verslechteren dat herstel van dynamiek een illusie is (global greening, zie bijvoorbeeld Jackson et al., 2019). Bovenstaande constatering dat er inmiddels veel plaatsen zijn waar de dynamiek vanzelf op gang is gekomen, geeft echter al aan dat het proces van dynamiseren nog steeds actueel is. De omstandigheden rond de zeereep, met de invloed van wind, zeewater, zout en zandstralen, zijn blijikbaar zodanig heftig dat het zand het hier nog steeds van de vegetatie kan 'winnen'.

Realiseer je daarom waar je mee bezig bent. Hoe natuurlijk of onnatuurlijk is je handelen? Probeer je een natuurlijke situatie of natuurlijk proces te herstellen? Bedenk dat het vaak een illusie is om in één keer klaar te zijn. Met een ingreep reset je niet in één keer het hele systeem, want er blijft bijvoorbeeld een erfenis achter in de vorm van wortels. Soms is jarenlang nabeheer nodig om van deze erfenis af te komen. Soms is er langdurig kunstmatig handelen nodig om een natuurlijk proces weer echt tot leven te brengen.

De praktijk zal leren hoe duurzaam verstuiwing is onder de huidige omstandigheden. Met deze handleiding willen we de huidige kennis op een rijtje zetten, maar ook een aanzet geven om op een gestructureerde manier nieuwe kennis over dynamiseringsprojecten te verzamelen en ervaringen van verschillende beheerders en gebieden te bundelen. Door bij elkaar te kijken en van elkaar te leren wordt de kans dat een dynamiseringsproject succesvol verloopt aanzienlijk vergroot.

Voor veel zeereepduinen langs de kust is al gekozen om de zeereep minder strak te beheren dan voor 1990 ('Dynamisch kustbeheer'). Vanaf 1990 is het aandeel zeerepen langs de Nederlandse kust dat dynamisch beheerd wordt (dus waar dynamiek wordt toegelaten) gestegen van 11% in 1990 tot 51% in 2017. In 2017 is de dynamiek van de zeereep per strandraai in kaart gebracht (<https://www.openearth.nl/coastviewer-static/>). Ondanks extensivering van het beheer blijkt uit de gegevens dat stabiele zeerepen hun karakter vaak langdurig behouden (IJff et al. 2019). Dit hangt waarschijnlijk samen met het al dan niet optreden van zware stormen. In dat geval kan de gewenste ontwikkeling op gang gebracht worden met gerichte ingrepen zoals het verwijderen van vegetatie.

Er zijn inmiddels aansprekende voorbeelden van dynamiseringsprojecten. Positieve resultaten hebben tot nog toe vooral betrekking op de ontwikkeling van verstuiwingen en morfologische veranderingen. Uitgevoerde projecten zijn vaak nog te pril om ook conclusies over de ecologische ontwikkeling te kunnen trekken. Enkele voorbeelden van goed gedocumenteerde projecten worden hier kort behandeld, waarbij voor verdere informatie verwezen wordt naar beschikbare literatuur.

De Kerf bij Schoorl is in 1997 aangelegd en had de vorm van een opening in de duinen die zo laag was dat bij stormvloed de zee kon binnendringen in de achterliggende duinvallei. Er ontstond dus een kleine slufte. Later stook het gat in de zeereepduinen deels dicht en vormde zich een kerf. De ingreep is uitgebreid onderzocht op de ontwikkeling van geomorfologie, vegetatie, paddenstoelen en loopkevers. Na vijf jaar is het project geëvalueerd (Vertegaal et al., 2003). Als direct gevolg van de toegenomen zee-involed ontstonden vloedmerkvegetaties, kweldervegetaties en (zoete of brakke) watervegetaties. Veel soorten van vloedmerken en kwelders doken nieuw op in het gebied, waaronder waardevolle soorten als gelobde melde, strandbiet en zilt torkruid. Ook vestigden zich enkele nieuwe soorten van natte duinvalleien, zoals de moeraswespenorchis. Evenals de hogere planten reageerde de paddenstoelenflora verrassend snel op de ingrepen. In de jaren na aanleg werden veel nieuwe soorten gevonden, waaronder enkele zeer zeldzame. Vooral het aantal soorten en groeiplaatsen van zeereepsoorten en soorten van vloedmerken nam fors toe, waaronder zeldzame soorten als duinfranjehoed, duinstinkzwam en kleine viltinktzwam. Vrijwel alle soorten loopkevers lieten na 1997 een meer of minder spectaculaire toename zien. Met name soorten die kenmerkend zijn voor vochtige omstandigheden en voor de kust namen sterk toe; in 1997 (voor aanleg) ontbraken deze soortgroepen



nog vrijwel geheel in het studiegebied. De belangrijkste ontwikkeling in 'de Kerf' was de vestiging van de bontbekplevier, een waardevolle kustsoort, die met 1-2 paren in de omgeving van de afgeplagde vallei is gaan broeden.

Uit de analyses van veranderingen in het voorkomen van indicatorsoorten en ecologische groepen komt een duidelijk en consistent beeld naar voren dat duidt op een toename van de dynamiek en de gradiëntrijkdom in het studiegebied. Ondanks uitgebreide monitoring en aandacht voor opzet en uitvoering toch een paar missers, met name in die van broedvogels en herpetofauna.

Voor kerfjes op Ameland oost concludeerde Riksen (Riksen et al., 2016) dat het effect van op de landwaarts gelegen grijze duinen beperkt was. Het effect op de witte duinen was groter (meer dynamiek vergeleken met de naast liggende zeereep zonder kerven), maar volgens de auteurs stonden de positieve effecten niet in verhouding tot de inspanning die nodig was om de kerven aan te leggen.

Voor het project Noordvoort is vijf jaar na aanleg de ontwikkeling van geomorfologie en ecologie geëvalueerd. De aanleg van 17 stuifkuilen in de zeereep heeft geleid tot een enorme toename van de landschappelijke diversiteit, met een veel grotere variatie aan eolische vormen. Ecologisch gezien was de onderzoeksperiode nog te kort om verschillen waar te kunnen nemen. De buitenste zeereep van een duingebied is van oudsher soortenarm, zodat hier dus geen al te hoge verwachtingen moeten zijn van de florabiodiversiteit (Kruijzen et al., 2018).

De ingrepen in de Noordwest Natuurkern hebben tot een grootschalig dynamisch landschap opgeleverd. Geomorfologisch gezien is de ontwikkeling spectaculair, maar ook zeer interessant met depositielobben die inmiddels meer dan 400 m landwaarts reiken en paraboolduinen die langzaam aan de wandel lijken te gaan. Loopkevers van duinsoorten als grote tandklauw, duintandklauw, korte glimmer en duinroodpootglimmer zijn flink toegenomen. Zoals te verwachten reageerde ook de kleine julikever met een fikse toename. Omgekeerd zijn zeventien keversoorten niet meer aangetroffen, maar deze zijn landelijk vooral (zeer) algemeen. Ook op populaties van wilde bijen, zoals van de wilgenspecialist, de grote zijdebij en de gele composietenspecialist duinzijdebij, hadden de ingrepen een positief effect. De bedreigde kustbehangersbij en haar kleptoparasieten, de ernstig bedreigde grote kegelbij en de algemenere duinkegelbij profiteerden, net als aardrupsendoders. Onze grootste graafbij de harkwesp, een makkelijk te inventariseren soort van open zandterreinen, nam in aantal toe.

De volgende filmpjes maken helder hoe de duinen werken of geven mooie voorbeelden van dynamiek.

- [Kerven, Waterschap Hollandse Delta](#)
- [Kerven Noordwest Natuurkern](#)
- [Simpele uitleg over de kust](#)
- [Nog meer simpele uitleg](#)
- [Groeiende duinen](#)
- [Duinen in beweging; voor mens en natuur](#)



2 Doelen van dynamiseren



2.1 Inleiding

6. Stel realistische doelen en formuleer deze zo scherp mogelijk.

Uit een inventarisatie van dynamiseringsprojecten (Nijenhuis, 2022) blijkt dat de doelen niet overal even specifiek benoemd zijn. Voor een succesvol project is het cruciaal om dat wel te doen. Het is daarbij slim om de doelen zoveel mogelijk te koppelen aan de Natura 2000 beheerplannen en de natuurbeheerplannen van de terrein beherende organisaties, omdat die een belangrijke motor achter dit soort projecten zijn. In de natuurbeheerplannen staat vaak een veel bredere doelstelling, bijvoorbeeld ten aanzien van fauna, dan in de Natura 2000 beheerplannen.

Stap één in het dynamiseringsproces is nadenken over welke doelen je wilt bereiken en of deze wel realistisch zijn. Dat begint met kijken naar de zaken die je zelf niet kunt veranderen. Dit zijn de randvoorwaarden voor wat je wel of niet kunt bereiken (hoofdstuk 3, 4 en 5). Binnen deze randvoorwaarden moet je met andere beheerders en eventueel opdrachtgevers samen goed nadenken over: 1) wat je wilt bereiken 2) of dat haalbaar is op die locatie en 3) of er combinaties te maken zijn met andere doelen binnen het gebied.

2.1.1 Belang van helder doel formuleren

Met een helder doel maak je concreter wat je nou precies wilt bereiken, wat er voor de ingreep nodig is (en wat juist niet nodig is). Het is wel zaak om met beide benen op de grond te blijven staan. Bij het dynamiseren ontketen je natuurlijke krachten die je niet geheel kunt voorspellen. Een droog of nat jaar of een paar zware stormen of stormvloed(en) kunnen een wereld van verschil maken. Dus wees je ervan bewust dat je niet op de vierkante centimeter doelen moet formuleren, want dat is gedoemd te mislukken. Probeer dat te ondervangen door in te schatten wat er zou kunnen gebeuren onder diverse scenario's en dat op te nemen in je doelen. Dus niet: 'over 2 jaar na aanleg van de kerf moet 25 hectare achterliggend gebied weer kwalificerend grijs duin zijn', maar 'we mikken erop dat tussen de 15 en 35 hectare achterliggend gebied weer kwalificerend grijs duin wordt in het komende decennium, e.e.a. afhankelijk van de natuurlijke ontwikkelingen.'

Belangrijk is ook om je bewust te zijn van de subjectiviteit van keuzes. Het niet helder benoemen van de doelen heeft tot gevolg dat er ruimte ontstaat voor verschillende interpretatie. En dat geeft weer allerlei verschillende meningen over het wel of niet geslaagd zijn van het project. Concrete doelen kun je naderhand toetsen. Uit onderzoek bleek dat er zelfs binnen dezelfde organisatie verschillende meningen kunnen ontstaan over het succes van kerven. Wat de ene beheerder succesvol vindt, kan een andere beheerder juist slecht vinden. Door jezelf af te vragen: 'Waarom wil ik dit?' en dat ook aan andere beheerders en eventueel opdrachtgevers te vragen, kun je deze valkuil vermijden.

Dat sommige doelen soms een eigen leven gaan leiden, toont het voorbeeld van de Kerf bij Schoorl. Bij de planvorming van het project werd als doel gesteld allerlei gradiënten te verbeteren, zoals droog-nat, zout-zout, hoog-laag, dynamisch-stabiel. Eén van de processen waarmee dit moest worden gerealiseerd was het instromen van zeewater in de vallei achter de kerf. Een doorbraak graven door



de zeewering om de zee naar binnen te laten was toen zelfs internationaal nieuws. Dit sprak zo tot de verbeelding dat dit in het collectieve geheugen als hoofddoel bleef hangen. Toen de opening na verloop van tijd door aanstuiving te hoog werd, kon de zee de achterliggende vallei niet meer bereiken en was het project in de ogen van velen mislukt, terwijl, zo lang na dato, er nog steeds dynamiek is en de flora en fauna bijzonder is.



Figuur 15. De Kerf bij Schoorl in 2004 (Foto F. Erinkveld).

2.1.2 Haalbaarheid

De haalbaarheid van een doel hangt af van veel factoren. Voor je keuze van de exacte vorm van ingrijpen om je doelen te bereiken is het bepalend hoeveel ruimte het kustlandschap biedt en wat voor dynamisering er mogelijk is. Klimatologische parameters, waterveiligheid, huidige kustontwikkeling, zoetwatervoorraad of recreatie kunnen allemaal van invloed zijn op de haalbaarheid van je doel. Een smalle zeereep en achterliggend klein duinmassief biedt vanuit veiligheidsoogpunt weinig perspectief voor verstuingen, hooguit op kleine schaal. In een breed duingebied zal minder snel een veiligheidsprobleem ontstaan en is er aansluiting mogelijk op achterliggende parabolen of verstuingenlobben, waardoor de dynamiek verder in het achterliggend duin kan doordringen. De aanwezigheid van infrastructuur voor waterwinning kan beperkend zijn voor de mate van dynamiek die toegelaten kan worden. Ook andere infrastructuur of bijvoorbeeld archeologische waarden in de ondergrond en zelfs andere natuurwaarden (een goed ontwikkelde natte duinvallei) kunnen 'in de weg liggen'. Er zijn inmiddels verschillende voorbeelden van het op grote schaal overstuiven van fietspaden, waardoor conflicten ontstaan met andere belangengroeperingen. Wanneer in een gebied veel munitie in de bodem is achtergebleven kan het explosiefvrij maken van de bodem om toch



verstuingen te initiëren een grote kostenpost opleveren. Het is dus noodzakelijk om bij het begin van de planvorming voor een project grondig te inventariseren welke factoren in je gebied relevant zijn m.b.t. het initiëren van dynamiek. Hoofdstukken 3, 4 en 5 gaan in detail in op de verschillende randvoorwaarden en hoe daarmee om te gaan. Samen bepalen deze randvoorwaarden de haalbaarheid van dynamiseringsprojecten.

2.2 Mogelijke doelen

7. Baseer je doelen op een integrale afweging van waterveiligheid, klimaatadaptatie, natuur, behoud zoetwatervoorraad, recreatie, etc.

In deze handleiding hebben wij het over het weer op gang brengen van verstuingen door zee, zand en wind vrij spel te geven. Dit kan van groot- tot kleinschalig, om een meer specifiek doel te bereiken (bijvoorbeeld een gekerfde zeereep of een lichte overstuiving van landwaarts liggende grijze duinen). Om je specifieke doel te bepalen is er eerst behoefte aan een integrale afweging op het gebied van waterveiligheid, klimaatadaptatie, natuur, behoud zoetwatervoorraad, recreatie, etc. Zo een afweging (soms zelfs een beleidskeuze) zou normaliter moeten worden vastgelegd in beheerplannen die voor beheerders een leidraad zijn. Beheerders zouden deze keuze niet alleen moeten maken; het is heel belangrijk dit af te stemmen met andere belanghebbenden.

2.2.1 Doel systeemherstel

Eén van de meer grootschalige doelen die momenteel meer en meer aandacht krijgt is systeemherstel. Met systeemherstel bedoelen we hier het op landschapsschaal terug brengen van dynamiek door het toelaten van de natuurlijke, geomorfologische processen. Zo kunnen de landschapsvormende processen weer een actieve rol spelen in de ontwikkeling van het landschap. De zo ontwikkelende gradiënten kunnen een mozaïek produceren met een enorm palet aan ecologische condities (zie Figuur 4). De invulling van het landschap gaat spontaan; patronen ontstaan weer vanzelf door de werking van processen, nu eens hier, dan weer daar. Na herstel kan het systeem zich idealiter met weinig of geen gericht beheer door de natuurlijke dynamiek verder ontwikkelen. We streven geen oorspronkelijke referentie (het landschap vóór menselijke beïnvloeding) na, deze referentiesituatie is vaak niet bekend. Voor maatregelen ten behoeve van systeemherstel is voldoende ruimte nodig, of er is een grote maatschappelijke noodzaak (bijvoorbeeld nieuwe hoogwaardige natuur voor stikstofcompensatie. Een voorbeeld van systeemherstel is te vinden in de Noordwest Natuurkern in Zuid-Kennemerland (beheerders: PWN en Natuurmonumenten, zie **Fout! Verwijzingsbron niet evonden.**). Hier is de zeereep op grote schaal gekerfd en zijn landwaarts verschillende parabolen kaal gemaakt. Het doel is weer een levend landschap te creëren. Duinen bewegen door het landschap en begraven daarbij climax vegetaties. Tegelijkertijd ontstaan door uitstuiving nieuwe duinvalleien met ruimte voor pioniervegetaties. Voor je zulke grootschalige doelen stelt wordt aanbevolen om deskundig advies te vragen over de complexiteit van grootschalige ingrepen en de aanpak, realiseerbaarheid en te verwachten veranderingen in het landschap, bijvoorbeeld bij het deskundigenteam Duin- en kustlandschap van Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit (<https://www.natuurkennis.nl/deskundigenteams/>).



2.2.2 Doel terugbrengen van gradiënten

Terugbrengen van gradiënten voltrekt zich op een wat kleinere schaal dan systeemherstel. Gradiënten in onder meer mate van overstuiving, zout, vocht, kalkgehalte en voedselrijkdom zijn essentieel voor de biodiversiteit in de duinen, omdat ze zorgen voor een variatie aan omstandigheden waarin verschillende soorten goed groeien (Preadvies Duin- en Kustlandschap, ministerie LNV, 2009). Dynamiek in het duinlandschap is belangrijk voor het terugbrengen en handhaven van dit soort gradiënten. Door overpoedering, overloping of overstroming krijgen gradiënten en hun soortengemeenschappen een periodieke 'reset'. Het resultaat is een dynamisch landschap met een 'schuivend mozaïek' van microbiotopen en soorten. Een stijgende zeespiegel kan een bedreiging vormen voor gradiënten als de beschikbare ruimte door erosie afneemt. Een natuurlijk dynamisch landschap zal bij een stijgende zeespiegel aan de zeewaartse zijde krimpen, maar zou zich bij een vrije ontwikkeling aan de landwaartse zijde weer kunnen uitbreiden, waarbij de bestaande gradiënten mee schuiven. Zo blijven de habitats bestaan in hun onderlinge morfologische samenhang (van der Heide, pers. Com).

Onder andere kustbroedvogels, verschillende insecten en plantensoorten en paddenstoelen profiteren van de toename aan dynamiek. Het opnieuw introduceren van dynamiek wordt daarom ook gezien als de meest kansrijke maatregel om de biodiversiteit op de lange termijn te kunnen behouden (Löffler, Spek, & Gelder-Maas, 2011)

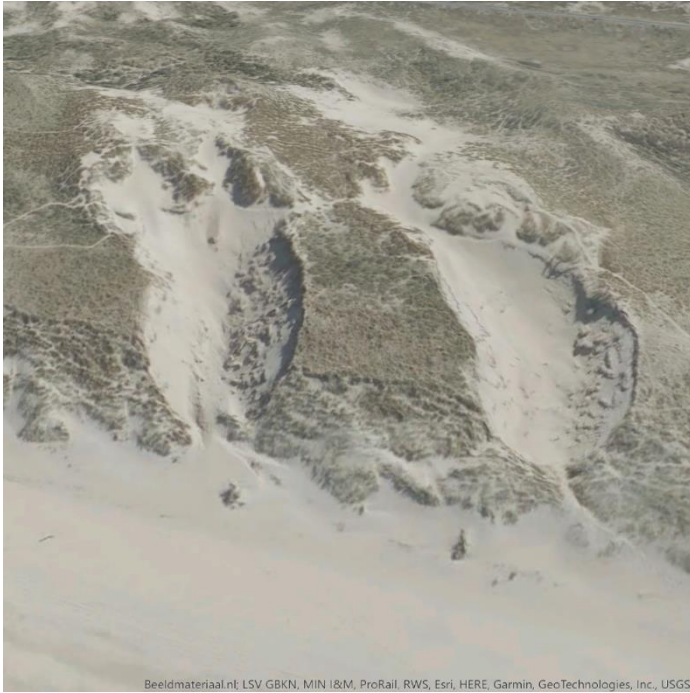
2.2.3 Doel landschappelijke diversiteit

Je doel kan ook zijn om een grotere landschappelijke diversiteit na te streven. De stuifdijken die vooral in de vorige eeuw werden aangelegd op de Waddeneilanden en in de vijftiger jaren zijn versterkt, leveren een monotoon landschap op. De natuurlijke dynamiek is verdwenen en het reliëf is eenvormig geworden. Hetzelfde geldt voor grote stukken van de zeereep langs de Hollandse kust en in de Delta, die eeuwen lang intensief zijn beheerd, met helmaanplant zijn vastgelegd en het karakter van een onnatuurlijke zanddijk hebben gekregen. Door verstuingen kan het monotone reliëf in de loop van de tijd natuurlijker worden. De vorm van de zeereepduinen wordt grilliger door de ontwikkeling van kerven en stuifkuilen. Daarnaast veranderen de achterliggende duinen en duinvalleien ook van vorm door de import van zand middels overstuiving. Na verloop van tijd verliezen de zeereepduinen hun stuifdijk-karakter en vormen ze geomorfologisch gezien meer een geheel met het achterliggende landschap.

Niet alleen verstuingen zorgen voor een grotere diversiteit. Ook sluffers en washovers (vooral op de eilandstaarten op de Wadden) vergroten de natuurlijkheid van het landschap. Hiermee wordt het landschap afwisselender, wat voor recreanten ook weer aantrekkelijker is (Arens, Löffler, & Nuijen, 2007). Het vergroten van de belevingswaarde en belevingsmogelijkheden is dan ook voor veel beheerders van belang. Het beleefbaar maken van een kerf (zoals in de Noordwest Natuurkern) kan het draagvlak voor een ingreep bij bijvoorbeeld bewoners en gemeentes dan ook vergroten.

Een mooi voorbeeld van een project waar landschappelijke diversiteit een belangrijke doelstelling was is Noordvoort, tussen Zandvoort en Noordwijk, geïnitieerd door Waternet, in de zeereep van Rijnland (zie Arens, 2018, Figuur 16). Hier is een aantal stuifkuilen gegraven die in relatief korte tijd (minder dan 5 jaar) een enorme opleving van dynamiek en spectaculaire hoogteveranderingen opleverden, waardoor het beeld van de zeereep grondig is veranderd.





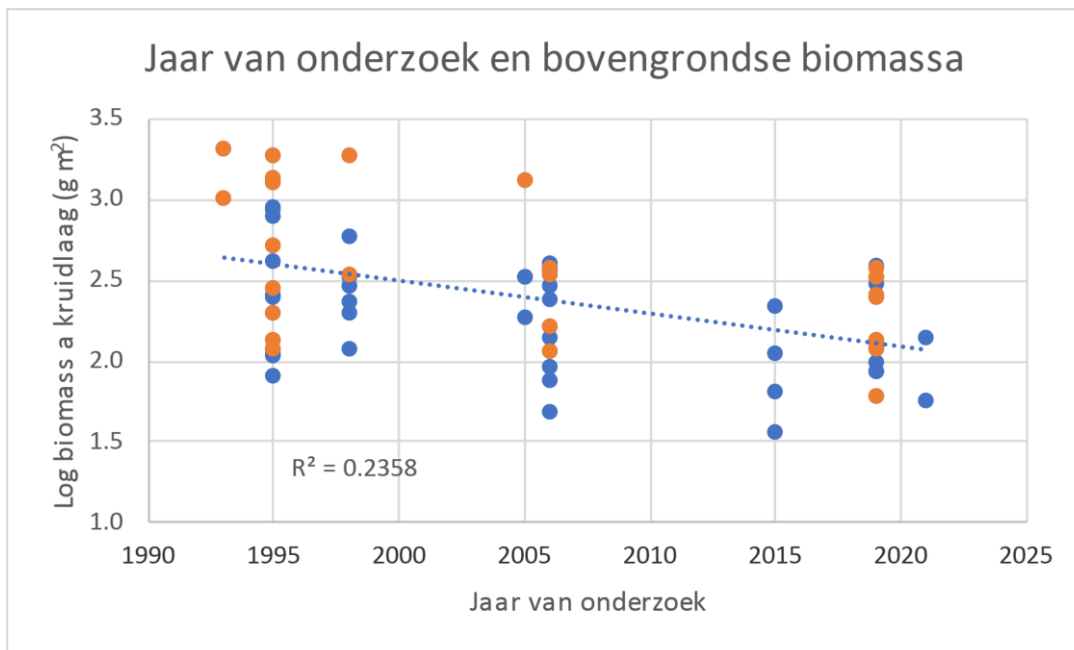
Figuur 16. Gegraven stuifkuilen bij Noordvoort (Beeldmateriaal ESRI).

2.2.4 Doel verjonging of terugzetten van de successie

Misschien wel het vaakst nagestreefde doel is om door middel van dynamiek de successie terug te zetten en de vegetatie te verjongen. Dit is tegelijkertijd een neven doel van alle hierboven genoemde doelen. Verjonging is op verschillende schaalniveaus te realiseren. Overpoedering met kalkrijk zand geeft de bestaande vegetatie een oppepper zonder dat het habitatype of het vegetatietype wezenlijk hoeft te veranderen. Bij grootschalige overstuiving zal vegetatie zelfs geheel kunnen verdwijnen, hetzij door erosie, hetzij doordat de vegetatie geheel begraven wordt. Er wordt een maagdelijk kaal zand oppervlak gecreëerd waar de vegetatie opnieuw kan beginnen. Het habitatype verandert naar Witte duinen. Voor de korte termijn kan dit een verlies van grijze duinen betekenen, maar wanneer op de langere termijn de dynamiek weer tot rust komt, kunnen juist weer grijze duinen tot ontwikkeling komen. Verlies van grijze duinen is in de Natura 2000-systematiek niet zomaar toegestaan (zie ook Hoofdstuk 4).

2.2.5 Doel bestrijden gevolgen stikstofdepositie

De stikstofdepositie is nog steeds te hoog; ook in de duinen. Het zeker stellen van de natuurdoelen gebeurt op twee manieren: enerzijds door de aanvoer van stikstof te verminderen en anderzijds door actief verbeteren van de levensomstandigheden voor de bedreigde habitats, via herstelstrategieën. De stikstofdepositie in de duinen is inderdaad gedaald van ca. 25 kg/ha/jaar in 1990 naar 15 kg/ha/jaar in 2020 (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-stikstofdepositie>). Dit lijkt tot gevolg te hebben gehad dat de bovengrondse biomassa van de kruidlaag in onbegraste grijze duinen ook gedaald is, en dat het aantal soorten vaatplanten toegenomen is (Figuur 17). Dat geeft aan dat we op de goede weg zitten, ook al zijn we er nog niet. Behalve stikstofdepositie zijn ook de zuurgraad van de bodem en de hoeveelheid organische stof van belang: hoe zuurder de bodem, en hoe meer organische stof erin zit, hoe hoger de biomassa productie van de kruidlaag.



Figuur 17. Afname bovengrondse biomassa van de kruidlaag in onbegraasde grijze duinen tussen 1992 en 2021. De punten zijn gemiddelde waarden van meerdere metingen per gebied: oranje = Wadden district; blauw = Renodunaal district (A.M.Kooijman & M. van Til, ongepubliceerde resultaten).

Bij de herstelstrategieën voor grijze duinen is dynamisch kustbeheer een belangrijk onderdeel. Door verstuiving te bevorderen, zal door het inwaaien van kalkrijk zand de bodem minder zuur worden en de effecten van stikstofdepositie voor een deel worden tegengegaan. Kalk heeft ook een effect op de fixatie van fosfaat. In kalkhoudende bodems wordt het aan kalk gebonden, waardoor het niet beschikbaar is voor planten, maar in zure bodems wordt fosfaat mobiel. Kooijman et al. (2021) geven een mooi overzicht van de relatie tussen kalk, pH, fosfaatbeschikbaarheid en stikstofdepositie. In kalkrijke duinen houdt verstuiving de pH hoog, zelfs als de bodem veel organisch materiaal bevat. Een kanttekening is wel dat je niet overal moet streven naar pioniersvegetatie. Immers: ook oudere kalkrijke duingraslanden zijn van belang, doordat die zich kenmerken door bijzondere soorten zoals liggend bergvlas en kruisbladgentiaan. Kalkarme duinen zijn nog gevoeliger voor verzuring, doordat er maar een beetje kalk in het zand zit, en verstuiving in het algemeen sneller inactief wordt. Maar in kalkarme duinen kan verstuiving extra belangrijk zijn, omdat de bodem lokaal minder zuur wordt en minder organische stof bevat, waardoor de soortenrijkdom in de vegetatie omhoog gaat.

2.2.6 Doel waterveiligheid

Verstuivingen in combinatie met een aanvoer van zand kunnen de waterkering robuuster maken. De waterveiligheid kan versterkt worden door een 'zwakkere' plek in de achterliggende primaire kering (zie begrippenlijst, Bijlage 2) gericht te laten overstuiven zodat deze hoger wordt. Een directe versterking kan je ook aanleggen door het zand dat vrijkomt bij het aanleggen van een kerf mechanisch op de 'zwakkere' plek neer te leggen. Er wordt bij de waterschappen (o.a. HHNK) al geëxperimenteerd met het bewust inzetten van verstuiving om de waterveiligheid te versterken. Het besef neemt toe dat netto instuiving de duinen versterkt en daarmee bij kan dragen aan waterveiligheid. Instuiving zorgt er ook voor dat de vitaliteit van helmplanten toeneemt. Vitale helm groeit in pollen, die worden afgewisseld met kaal zand. Helm die geen zand meer invangt groeit veel meer in dichte, monotone matten die de gehele bodem bedekken en mede daardoor de dynamiek remmen. Met een dynamische, stuivende zeereep kan een duingebied dus beter meegroeien met de

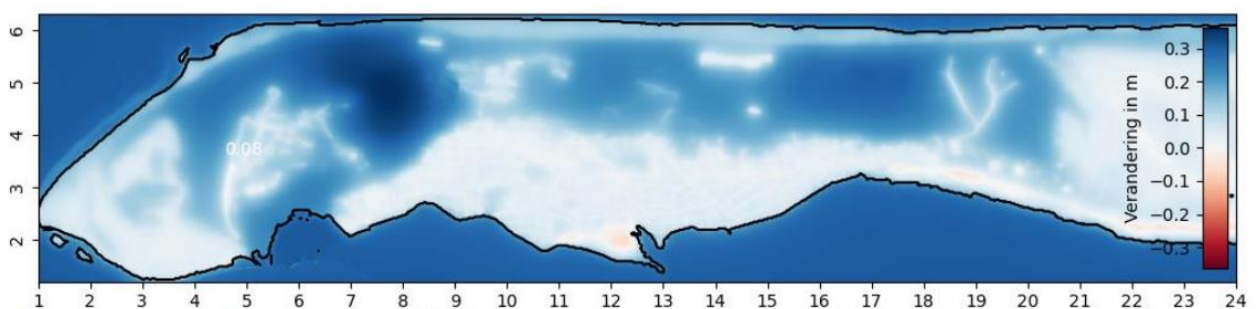
zeespiegelstijging, doordat wind de ruimte krijgt om extra sediment af te zetten. Een dichtbegroeide en stabiele zeereep belemmert dit proces.

Uit recent onderzoek blijkt dat duingebieden met kerven de zeespiegelstijging in grotere mate kunnen opvangen dan gebieden zonder kerven. Als er voldoende zand aanwezig is, kan er door een kerf in korte tijd veel zand worden afgezet. Direct rondom een kerf kan dit wel een meter verhoging per jaar opleveren, op grotere afstand gaat het om centimeters tot decimeters. Kanttekening hierbij is dat het zand niet perfect verdeeld zal zijn over het achterliggend gebied; binnen de kerf kunnen door winderosie immers ook laagtes ontstaan. De verplaatsing van zand is echter goed te sturen met bijvoorbeeld stuifschermen, zodat met gerichte maatregelen lagere plekken opgevuld kunnen worden. Daarmee is er voldoende aanleiding om te concluderen dat kerven een aanzienlijke bijdrage kunnen leveren aan het opvangen van de zeespiegelstijging (Wegman, Leenders, & Arens, 2022).

2.2.7 Doel zoetwaterzekerheid

Door het vergroten van de zoetwatervoorraad in de duinen kunnen langdurige droogteperioden door klimaatverandering beter worden opgevangen. Dit is niet alleen van belang voor natuurwaarden maar ook voor de omgeving, omdat meer grondwater uit het duinmassief afstroomt naar de omgeving. Een duingebied heeft meer mogelijkheden dan een polder om het neerslagoverschot in het winterhalfjaar op te vangen en vertraagd af te voeren. Omliggende polders profiteren gedurende periodes met een neerslagtekort van dit vertraagd afstromende zoete water uit het duingebied. Zoet water is nodig voor peilhandhaving en om verzilt water door te spoelen. Hoe groter de zoetwatervoorraad in het duingebied, hoe langer het deze functie kan vervullen. Met name in de Zeeuwse Delta en op de Waddeneilanden is afstromend duinwater in droge perioden de enige bron van zoet water, omdat geen aanvoer van elders mogelijk is. Zoals ook in paragraaf 3.3 aangegeven zal de zoetwaterbel maar heel traag reageren op veranderingen, in de orde van eeuwen, terwijl de grondwaterstand vrij snel kan reageren in de orde van maanden.

Klimaatverandering heeft waarschijnlijk tot gevolg dat het neerslagoverschot gemiddeld over het jaar toeneemt. Ook daardoor stijgt de grondwaterstand in het duinmassief, zeker als voorkomen wordt dat dit extra water wordt afgevoerd, door bijvoorbeeld sloten in het duin te dempen (Caljé, 2022, zie Figuur 18). Zo ontstaan nieuwe kansen voor natte natuur in de duinen.



Figuur 18. Verwachte toename van de grondwaterstand in de duinen van Terschelling in 2050 door toename van de jaarlijkse neerslagsom (Caljé, 2022).

Door stijging van de zeespiegel wordt de zoetwaterbel in het duinmassief omhoog gedrukt. Daardoor zal het in de toekomst steeds vaker voorkomen dat valleien direct achter de zeereep eerst vernatten en vervolgens verdrinken. Tenzij snelle afstroom (sloten e.d.) dit verhindert, maar dan zal de zoetwaterbel in de duinen afnemen in volume.

Duindynamisering, vooral als zij grootschalig is, kan effect hebben op de zoetwatervoorraad in de duinen. Wanneer door grootschalige zandaanvoer en kustuitbreiding (Kwade Hoek, Zandmotor) nieuwe rijen duinen ontstaan wordt het duinmassief breder, waardoor de zoetwaterbel in omvang toeneemt. Zo wordt de zoetwatervoorraad in de duinen vergroot en stijgt het grondwater in het duinmassief. Bij kustafslag gebeurt het omgekeerde. Het duinmassief wordt smaller en de grondwaterstand in de duinen zal dalen en de zoetwaterbel wordt kleiner.

Door grootschalige verstuiving ontstaan nieuwe duinvalleien die tot op het grondwaterniveau kunnen uitstuiven. Hier vestigen zich nieuwe vegetaties van natte duinvalleien. Wandelende duinen zorgen aan de loefzijde (waar de wind vandaan komt) ook voor de vorming van nieuwe natte duinvalleien (Geelen e.a., 2022; Geelen, 2022). Instuiven van zand kan er dan voor zorgen dat de bodem zodanig verhoogd dat de ligging ten opzichte van het grondwater relatief gelijk blijft en meervorming wordt voorkomen. Zo kan ook ophoging van de duinen en duinvalleien bijdragen tot behouden of vergroten van grondwatervolumes.

Dynamiek kan ook gebruikt worden in verdroogde landschappen waar, door wat voor reden dan ook, het grondwater sterk is gedaald. Door uitstuiving tot op het grondwater kunnen nieuwe natte duinvalleien ontstaan.

2.2.8 Doel recreatiezoning

Zoning van recreatie wordt toegepast in gebieden om intensievere vormen van recreatie te concentreren in bepaalde delen van het gebied en daarmee te zorgen voor voldoende rust in andere deelgebieden. Hierdoor kunnen specifieke waardevolle en/of kwetsbare planten- en diersoorten, die gebaat zijn bij rust of die erg gevoelig zijn voor verstoring, zich ontwikkelen. Zoning wordt door beheerders vaak gecombineerd met dynamiseren. Een voorbeeld is de Noordwest Natuurkern in Zuid-Kennemerland (Bloemendaal aan Zee), waar de eerste kerf (hier sleuf genoemd), het dichtst bij de parkeerplaats, te beleven is voor publiek, terwijl de overige vier niet toegankelijk zijn.

2.2.9 Doel kennis vergroten

Er zullen zelden of nooit dynamiseringsprojecten worden uitgevoerd met als enige doel het vergroten van kennis. Maar vrijwel alle projecten zullen nieuwe informatie over de (on)mogelijkheden van dynamiseren opleveren en kunnen daarmee als nevendoeel het vergroten van kennis hebben. Bovendien is monitoring nodig om uiteindelijk te kunnen bepalen of doelen zijn bereikt. Het is daarom goed om na te gaan in hoeverre jouw project nieuwe kennis kan opleveren. Misschien herbergt jouw gebied unieke aardkundige vormen? Is het sediment afwijkend? Heeft de zeereep een expositie die uitzonderlijk is? Bedenk dat sowieso ieder gebied een unieke verzameling kenmerken heeft en vanuit dat oogpunt per definitie nieuwe kennis zou kunnen opleveren.



2.3 Richting geven aan je doelen

8. Goed dat je je doelen weet, maar laat het terrein het toe? Ga dat na.

Figuur 19 geeft een eerste idee van welke doelen bij bepaalde vormen van dynamiek zijn na te streven. De kleuren geven een indicatie van haalbaarheid van een bepaald doel. Welk doel kan je, afhankelijk van de lokale situatie, stellen? Zo is het bijvoorbeeld niet handig om een paraboliserende zeereep te willen ontwikkelen voor verjonging van het landschap bij een zeewaartse kustontwikkeling. Een ander voorbeeld is dat het onwaarschijnlijk is dat je met een stuivende zeereep de zoetwaterzekerheid zomaar even kunt vergroten. Anderzijds is de kans groot dat je met een paraboliserende of rollende zeereep de landschappelijke kwaliteit verbetert. Het kopje 'Natuurlijk' geeft aan welke vorm van dynamiek bij een bepaalde natuurlijke ontwikkeling past. Het kopje 'Kunstmatig' geeft aan hoe je die vorm van dynamiek door ingrijpen kunt bereiken. 'Schaal' heeft zowel betrekking op de schaal van de maatregelen. Hiermee wordt bedoeld: de ruimtelijke schaal van het na te streven landschap of landschapselement. 'Waterveiligheid' is vooral geredeneerd vanuit zandvolumes: wat kan een bepaald type dynamiek bijdragen aan een toename van het zandvolume.



Vorm van dynamiek	Duinenveld Onregelmatig duinenveld ontstaan op brede strandvlakte	Embryonale duinen Jonge duintjes op het strand	Aanstuivende zeereep Veelal onregelmatige rij duinen	Doorstuivende zeereep Zeereep met stuifplekken en ondiepe kuilen, levert vooral overpoeding achterliggend gebied	Gekerfde zeereep Zeereep met stuifkuilen of kerven tot afgesproken diepte	Paraboliserende of rollende zeereep Niet geheel gesloten zeereep met diepe kuilen en kerven	Slufter Doorbraak door zeereep; dagelijkse getijwerking	Washover Doorbraak door zeereep naar achter-liggende zee, actief bij stormvloed
Kust ontwikkeling	zeewaarts	zeewaarts	zeewaarts	stabiel	stabiel/landwaarts	stabiel/landwaarts	stabiel/landwaarts	stabiel/landwaarts
Schaal	groot	midden	klein	klein	midden/groot	groot	groot	zeer groot
Natuurlijk	aanlanden zandplaat	aangroekust afsnoering	aangroekust	erosieve zeereep	erosieve zeereep	zeer erosieve zeereep	onvolledige afsnoering	natuurlijke eilandstaart
Kunstmatig	mega suppletie	suppleren	suppleren	weghalen helm	aanleg kerven	aanleg verschillende / grote kerven	doorbreken stuifdijk	doorbreken stuifdijk op grote schaal
Systeem-herstel	groot	matig	gering	gering	groot	zeer groot	zeer groot	zeer groot
Terugbrengen gradiënten	zeer groot	groot	gering	matig	groot	zeer groot	zeer groot	zeer groot
Landschappelijke kwaliteit	groot	matig	gering	matig	groot	zeer groot	zeer groot	zeer groot
Verjonging	groot	groot	gering	matig	groot	zeer groot	zeer groot	zeer groot
Bestrijden gevolgen stikstofdepositie	gering	gering	gering	matig	groot	zeer groot	zeer groot	zeer groot
Waterveiligheid	zeer groot	groot	matig	gering	groot	groot	geen	geen
Zoetwater-zekerheid	groot	matig	gering	zeer klein	matig	groot	klein tot negatief	klein tot negatief
Zoneringskansen	zeer groot	groot	matig	matig	groot	groot	zeer groot	zeer groot

Figuur 19. Overzicht van de verschillende doelen die haalbaar zijn met verschillende vormen van dynamisering. Voor uitleg zie paragraaf 2.3.

2.4 Overige doelen in het dynamiseringsgebied

9. Neem andere doelen in het gebied mee en probeer tot slimme combinaties te komen.

In ieder gebied zijn meer belanghebbenden. Inventariseer of er wensen zijn bij andere belanghebbenden en in hoeverre deze wensen aan kunnen sluiten bij je eigen doelen. Soms kunnen doelen tegenstrijdig zijn, maar er zijn ook veel situaties waarbij verschillende doelen elkaar kunnen versterken. Er zijn veel voorbeelden te noemen. Het doel van een waterschap om de duinen door verstuiving robuuster te maken voor (toekomstige) waterveiligheid, gecombineerd met de wens van de natuurbeheerder in het achterliggende gebied om door verstuiving verzuring tegen te gaan (voorbeeld Springer duinen, Goeree, Waterschap Hollandse Delta en Natuurmonumenten). Het doel om de waterveiligheid rondom een infiltratiegebied te vergroten en de wens om de voorliggende zeereep te dynamiseren (voorbeeld Kieftenvlak, PWN en Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier). De wens om op grote schaal te dynamiseren en de behoefte vanuit de omgeving om deze 'wilde' natuur te kunnen beleven (voorbeeld Noordwest Natuurkern, PWN, Hoogheemraadschap Rijnland en Gemeente Bloemendaal). Ga in gesprek met andere belanghebbenden en beheerders van aangrenzende gebieden om te onderzoeken of verschillende doelen te combineren zijn. Het kan het draagvlak voor jouw gewenste ingreep vergroten, maar het kan ook de financiële middelen voor je ingreep verruimen. Belangrijk is om na te gaan wie je waarvoor nodig hebt, hoe je samen kunt werken en welke afspraken je vast moet leggen.

2.5 Omgaan met veranderingen

10. Probeer de gevolgen van trendmatige ontwikkelingen in te schatten en in hoeverre deze van invloed kunnen zijn op de gestelde doelen voor de komende 20-50 jaar.

Gezien de relatief lange termijn die een dynamisering en het vervolgens weer begroeid raken in beslag neemt, minstens één tot meerdere decennia, is het belangrijk om na te denken over de haalbaarheid van doelen bij veranderingen die zich tot voorbij deze periode voltrekken. Daarbij gaat het om abiotische, biotische en antropogene veranderingen.

- Door de stijgende temperatuur wordt het groeiseizoen steeds langer, waardoor vegetatie langer de kans heeft om te groeien en verstuivingen te stabiliseren.
- Ook door meer neerslag zou de groeikracht van de vegetatie kunnen vergroten, wat dynamiseren moeilijker maakt. Anderzijds kan door extremere droogte de groei beperkt worden, wat dynamiseren juist stimuleert.
- Bouwplannen rondom een projectlocatie kunnen de stikstofdepositie doen toenemen, waardoor een gewenste vegetatieontwikkeling onmogelijk wordt gemaakt.
- Ontwikkeling van recreatie kan de druk op een gebied vergroten, waardoor verstoring toeneemt, met negatieve gevolgen voor bijvoorbeeld broedvogels.
- Veranderingen in recreatiedruk en terreingebruik door recreanten zijn vooraf te bedenken, maar niet helemaal te voorspellen. De effecten hiervan kunnen soms onverwacht zijn, en zowel positief (betreding kan dichtgroeien van dynamische plekken beperken) als negatief uitpakken (groepen fietsers die een kerf vanaf het strand gebruiken als trainingsobject en op die manier verstoring werken). Verandering in recreatief gebruik kan ook pas na langere periode optreden.



- Door versnelde zeespiegelstijging zou op de langere termijn bepaalde infrastructuur onhoudbaar kunnen blijken. Projecten die nu nog ondenkbaar zijn door bijvoorbeeld de aanwezigheid van zulke infrastructuur zouden dan op langere termijn wel realistisch kunnen blijken.
- Structurele veranderingen in het kustbeleid, zoals bijvoorbeeld de aanleg van zandmotoren rondom kustdorpen om het hoofd te kunnen bieden aan steeds sterkere zeespiegelstijging, zouden het karakter van de kust ingrijpend kunnen veranderen. Dynamisering zou daarmee steeds problematischer worden, tenzij er ook delen van de kust (tussen de kustdorpen) helemaal los gelaten zouden worden.

Voor de vigerende klimaatveranderingen voor Nederland kan een redelijk up-to-date beeld worden verkregen via de KNMI website. Voor andere zaken kan ook vaak goede informatie worden gevonden bij diverse beherende organisaties en hun beheerplannen en verkenningen.



*Extreme overstuiwing achter spontaan ontwikkelde kerven voor de boswachterij op de Kop van Schouwen, 23 april 2022
(Foto B. Arens)*



Deel II Randvoorwaarden en vooronderzoek

11. Ga goed na welke beperkingen er gelden in je gebied.

Bij het dynamiseren van de zeereep is het belangrijk dat je weet welke factoren van invloed zijn op de haalbaarheid van jouw doelen. Daarbij kun je kijken naar abiotische, biotische en antropogene factoren. We volgen hier het rangordemodell van grote naar kleine schaal van Bakker, Klijn & van Zadelhoff (1979), met wat aanpassingen. In het algemeen geldt: hoe groter de schaal, hoe minder beïnvloedbaar de factoren zijn. Deze moet je daarom beschouwen als harde randvoorwaarden waarbinnen de dynamisering moet plaatsvinden. Ze bepalen in hoge mate je keuze voor de soort en wijze van dynamisering. De kleinschaligere factoren (bijvoorbeeld aanwezigheid van duindoorn, ontwikkeling van embryonale duinen) zijn soms wel te beïnvloeden en kunnen worden aangepast om te dynamiseren.

De randvoorwaarden waarbinnen de dynamisering moet plaatsvinden worden in dit hoofdstuk besproken. Lokale factoren die een rol spelen bij de voorbereiding en de realisatie zijn heel uiteenlopend en erg locatie-specifiek. Ze kunnen dynamisering in de weg zitten of juist bevorderen. De meeste hiervan zijn van tevoren al bekend. Maar je moet ze wel systematisch nalopen om te komen tot een goede inschatting van de mogelijkheden en onmogelijkheden (Arens & Janssen, 2009). Zo kunnen nare verrassingen vermeden worden, zoals vertraging door aanwezigheid van munitie of archeologische artefacten, of het niet volledig kunnen benutten van de mogelijkheden, zoals bijvoorbeeld door het ontbreken van een ontgrondingsvergunning, waardoor maximaal 2 meter kan worden afgegraven.





Spontane kerfontwikkeling op de Noordsvaarder Terschelling, 26 mei 2016 (Foto B. Arens)



3 Abiotische randvoorwaarden



In het rangordemodell zijn klimaat, morfologie, hydrologie en bodem de abiotische randvoorwaarden. Deze zijn sturend voor de biotische randvoorwaarden.

3.1 Klimaat

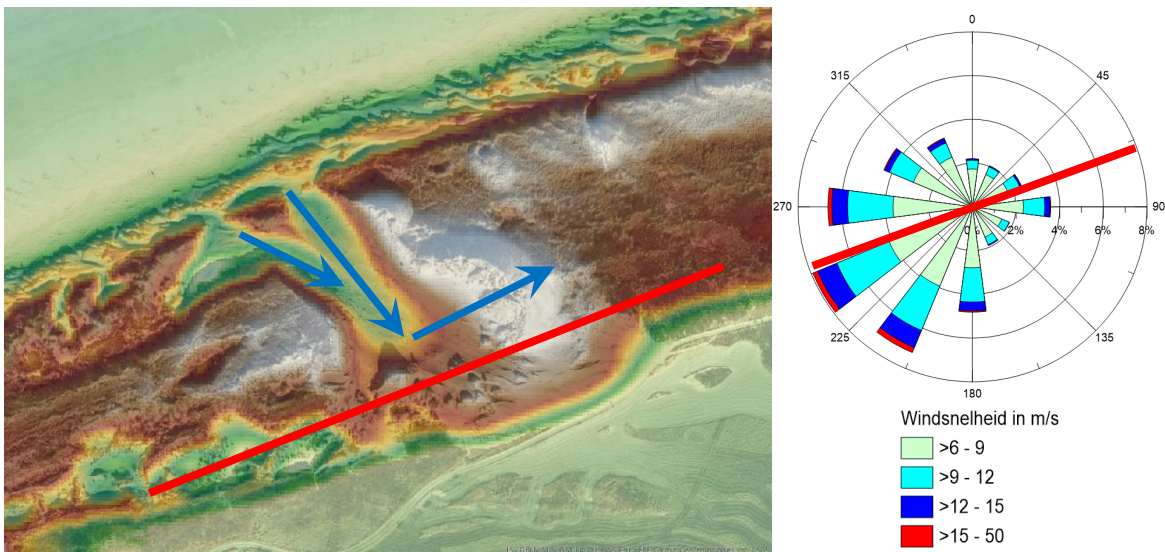
12. Kijk naar windklimaat, droogte en neerslag en hun doorwerking in je gebied.

De gematigde klimaatzone waarin Nederland ligt, drukt een belangrijke stempel op de duin- en kustontwikkeling (Arens e.a., 2007). De belangrijkste factoren zijn windklimaat (richting en snelheid), neerslag en verdamping. Het windklimaat is bepalend voor het aantal gebeurtenissen met zandtransport en de gemiddelde richting waarin het zand zich beweegt. Neerslag heeft over het algemeen een beperkende invloed op zandtransport door de wind (de zandkorrels gaan plakken). Verdamping kan leiden tot verdroging, waardoor zand makkelijker door de wind kan worden opgenomen. De 'meest actieve' windrichting (hieronder verder dominante windrichting genoemd, hoewel het over een beperkt percentage van de windroos gaat) is vaak terug te vinden in de grootschalige duinvormen in het landschap. Langs de Hollandse kust is deze richting bijna overal westzuidwest naar oostnoordoost. Op de Waddeneilanden, waar de kust meer op het noorden is georiënteerd, zijn vaak noordwest-zuidoost richtingen te vinden. Bedenk wel dat deze richtingen een reflectie zijn van de tijd dat dit soort grootschalige duinvormen ontstonden, vaak meer dan 100 jaar geleden. Rondom stuifkuilen zijn vaak depositiepluimen te zien naar het oostnoordoosten (door de westzuidwesten wind) en naar het zuidwesten (door de droge, noordoostenwinden die vaak in de winter waaien en dan voor behoorlijk wat zandtransport kunnen zorgen). Rondom stuifkuilen kunnen ook pluimen in andere richtingen voorkomen, doordat het omringende reliëf erg sturend kan zijn voor de richting van het zandtransport. Waar de zeereep oost-west loopt is de hoeveelheid aanlandige wind veel kleiner dan waar een zeereep noord-zuid loopt en is er zelfs kans op aflagend transport. Maar dat houdt dus ook in dat je op een krommende zeereep steeds goed moet opletten wat de oriëntatie op de hoofdwindrichting(en) is, om te beslissen of het nut heeft om te kerven.

Het is nuttig voor het exacte ontwerp van kerven rekening te houden met de windroos voor je gebied. Via de website van het KNMI zijn windgegevens voor een groot aantal stations langs de kust op te vragen. Omdat de windrichtingen verdeling ook kan variëren van jaar tot jaar, is het het beste om te kijken over een wat langere periode van 30 jaar. Voor de hoofdstations kun je de langjarig gemiddelde windrozen bekijken in <https://www.knmi.nl/klimaat-viewer/grafieken-tabellen/windrozen/>. Zaak is dan wel om de zeereeporiëntatie erlangs te leggen om te weten te komen welke hoofdrichtingen je vanaf zee door de duinen mag verwachten. Check welk station het dichtst bij je gebied ligt. Besef overigens wel dat het lokale windklimaat, afhankelijk van onder andere reliëf en mate van begroeiing, behoorlijk af kan wijken van wat op de KNMI-stations geregistreerd wordt. Bedenk dat alleen de windrichtingen die vanaf de zee kant kunnen komen (ruwweg een halve cirkel) zand naar binnen brengen. De doorvoer van zand wordt mede bepaald door de oriëntatie op de dominante windrichtingen. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het verschil tussen de overstuiving bij de kerven van de Noordwest Natuurkern (west-oriëntatie, 100 meter breed en doorstuiving tot honderden meters) en die van oost-Ameland (noord-oriëntatie, tientallen meters breed en alleen lokale verstuiving). De oriëntatie van de kerf op de dominante windrichting zorgt dus voor zoveel mogelijk verstuiving naar het achterland.



Als er in je gebied spontane kerven zijn ontstaan, is het nuttig de richting van opening en depositie lob te bekijken. De ontwikkeling van de lokale kerven is na te gaan met behulp van AHN (<https://www.ahn.nl/ahn-viewer>). Dit wordt geïllustreerd voor de situatie voor Terschelling (paal 20) in Figuur 20. De grootschalige duinkustoriëntatie van het eiland wordt gegeven door de rode streep. De meest frequente winden komen uit west tot zuidwest. De richtingen die we in de kerf terug zien zijn (west)noordwest (de blauwe pijlen die naar zuidoost en oostzuidoost wijzen) en noordoost (de blauwe pijl die naar noordoost wijst, in de richting van de hoge zandlob). Noordwesten- en noordoostenwind komen maar beperkt voor, maar drukken hun stempel op het landschap. Vanwege de expositie van de kustlijn heeft de zuidwestenwind, hoewel zeer frequent, hier blijkbaar nauwelijks invloed op de ontwikkeling van de kerven zelf, wel op het aangrenzende duin aan de oostkant. De hoogte hiervan zal vooral onder invloed van westen- en zuidwestenwind toenemen.



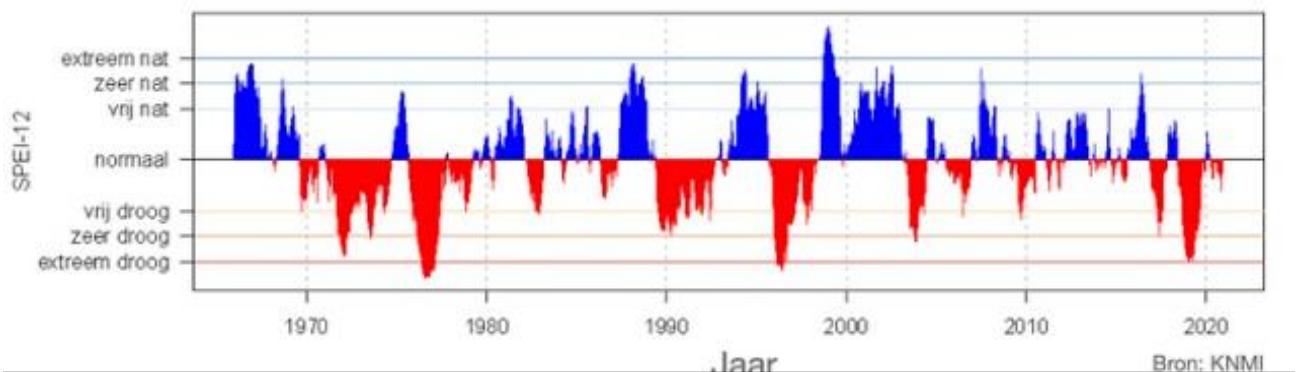
Figuur 20. Langjarig gemiddelde windrichting bij Hoorn, Terschelling en de spontane verstuiving ter hoogte van paal 20 op Terschelling (AHN noord is bovenkant; wit is hoog, blauw-geel is laag). Rode lijn is de kustoriëntatie. De belangrijkste windrichtingen uit west tot zuidwest vertalen zich niet naar de ingangs-richting. De richting van de eerste ingang vanaf het westen is westnoordwest-oostzuidoost, wat een vrij sterke windrichting is maar niet de dominante windrichting. De richting van de 2^e ingang is noordwest-zuidoost, geen dominante windrichting, maar vrijwel loodrecht op de kust. Opbouw van het duin aan de oostkant van de kerf lijkt wel gestuurd door west tot zuidwestenwind. Waarschijnlijk wordt de wind ook in belangrijke mate gestuurd door het reliëf, wind uit het westen zal door de oriëntatie van de kerf naar het zuidoosten afbuigen. De kerf beïnvloed met zijn vorm dus zijn eigen ontwikkeling en als er in de kerf zelf een windroos wordt gemeten zal deze behoorlijk afwijken van de windroos bij Hoorn.

Het is goed om je te realiseren dat het klimaat in een hoog tempo aan het veranderen is. De luchttemperatuur neemt toe waardoor het groeiseizoen in lengte toeneemt. Dit betekent meer plantengroei en snellere stabilisatie van een kale bodem. Ook neemt de jaargemiddelde neerslag toe, wat ook gemiddeld een positief effect op de vegetatiegroei heeft. Ondertussen nemen ook extreem droge periodes in frequentie toe, waardoor soms zelfs vegetatie afsterft en de bodem in verstuiving kan komen. Ingrepen voor dynamiseren worden vaak in het najaar uitgevoerd. Het broedseizoen is dan voorbij, de vegetatiegroei komt tot een einde en het stormseizoen komt op gang: veel wind, maar vaak ook veel regen. Neem je de maatregelen in het groeiseizoen, dan is de kans groot dat achtergebleven wortels snel weer uitgroeien en het oppervlak bedekken (Figuur 21). Het kan gunstig zijn om een project zo te plannen, dat na oplevering droge omstandigheden voorkomen. De kans daarop is het grootst in april, de maand met gemiddeld de minste neerslag. Verder speelt de factor geluk een rol; ons klimaat is immers behoorlijk variabel. Extreem natte en droge jaren wisselen elkaar

af (Figuur 22). Als je de pech hebt, dat na je ingreep een aantal zeer natte jaren volgen, dan is de kans groot dat de dynamiek moeizaam of niet op gang komt. Bij de planning van ingrepen is hier vanzelfsprekend geen rekening te houden; het weer voor de lange termijn is onvoorspelbaar. Kijkend naar Figuur 22 kan het dus een goed idee zijn om niet al je verstuiwingsprojecten in één keer aan te leggen, zodat de kans dat neerslag alles bederft afneemt. Een andere mogelijkheid is om je ingrepen dermate groot en dermate grondig uit te voeren, dat ze niet in een paar jaar kunnen dichtgroeien.



Figuur 21. Nieuwe uitlopers van helm, 4 maanden na aanleg kerf Terschelling (Foto A.P. Oost).



Figuur 22. Gestandaardiseerde neerslag-verdampings index als lopend gemiddelde over 12 maanden in de periode 1965-2020 op basis van maandgemiddelde neerslag en potentiële verdamping data van 13 stations verspreid over Nederland (<https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/recente-droogtes-in-historisch-perspectief>).

Hoe klein Nederland ook is, van zuid naar noord zijn er al klimaatverschillen waar te nemen. Dit kan belangrijk zijn voor je doelen op het gebied van flora en fauna.

3.2 Zeespiegelstijging

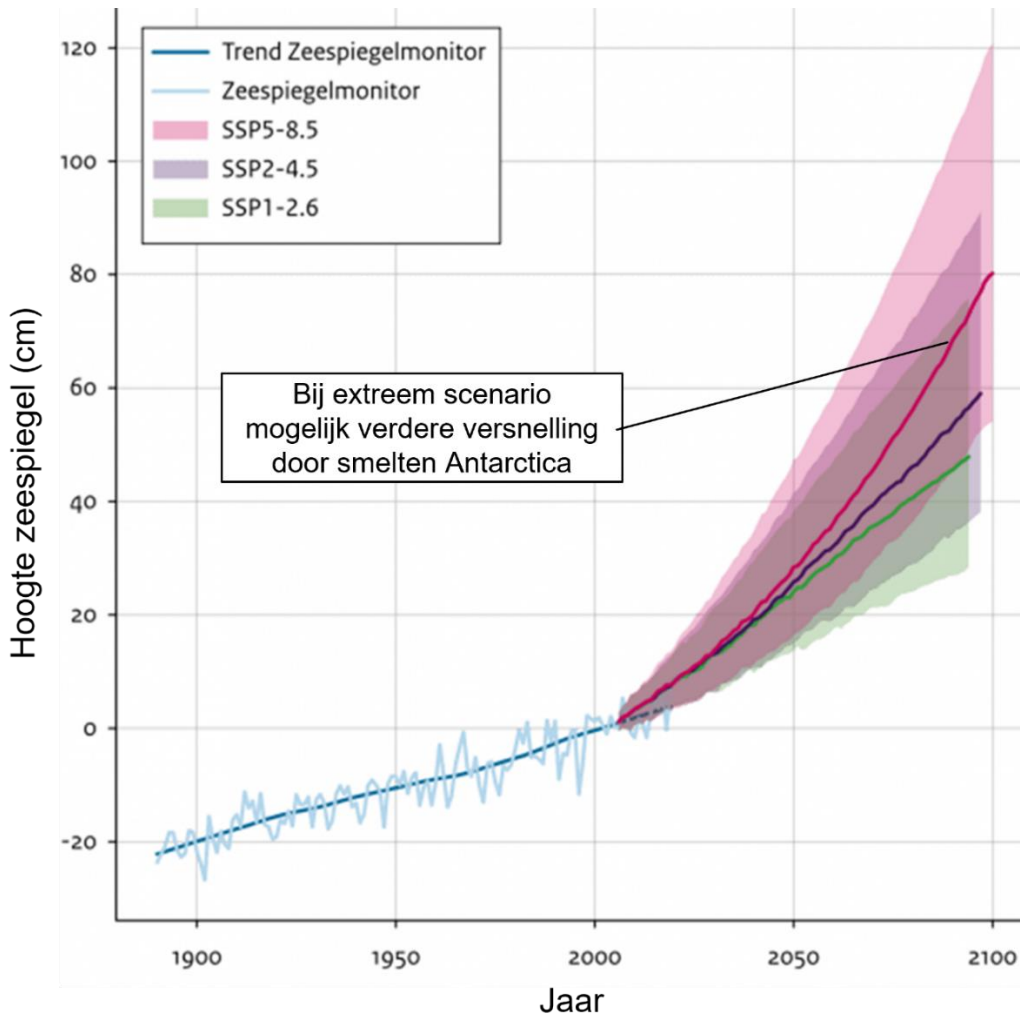
13. De versnelling van de zeespiegelstijging is begonnen en laat ons in het slechtste geval steeds minder tijd en mogelijkheden voor maatregelen. Neem dat mee in je oplossingen.

Als de uitstoot van broeikasgas niet verminderd wordt, zou de zeespiegel in 2100 met zo'n 0,88 (0,54-1,21) m kunnen stijgen. Mocht de Antarctische ijskap instabiel worden dan kan dit zelfs 2 m worden. Bij het huidige klimaatbeleid lijkt het waarschijnlijker dat we op het midden-scenario SSP2-4.5 uitkomen van zo'n 60 cm zeespiegelstijging (Figuur 23). Ook na 2100 zal de zeespiegelstijging nog eeuwen doorgaan. In het slechtste geval van een instabiele Antarctische ijskap moet zelfs met een stijging van 7,50 m in 2200 rekening gehouden worden. Het KNMI geeft aan dat vooralsnog dit scenario niet uit te sluiten is, waardoor we gedwongen worden om er rekening mee te houden.

Sinds 1901 was de snelheid van zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust ruim 1,8 mm/jaar, waarvan een kwart door bodemdaling <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21>. Onlangs werd duidelijk dat de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust is versneld (Steffelbauer et al. 2022), iets wat ook wereldwijd gemiddeld wordt waargenomen.

Bij een ongunstiger scenario kan de versnelling zo hard gaan dat er steeds minder tijd is om maatregelen te nemen om de stijging bij te houden. Dit impliceert dat sommige maatregelen afvallen, omdat ze domweg niet snel genoeg tot resultaten leiden binnen de beschikbare tijd of er te vaak moet worden ingegrepen, bijvoorbeeld elk jaar overal suppleties. Zo kan kustlijnverzorging bijvoorbeeld gedwongen raken om steeds vaker over te gaan op megasuppleties die ook de duinen zullen beïnvloeden, bijvoorbeeld via brede stranden die leiden tot embryonale duinvorming en verminderd succes van dynamisering van de zeereep. Een ander voorbeeld is dat waterschappen gedwongen worden om de primaire kering in de duinen sterk te laten groeien in zandvolume ten behoeve van de waterveiligheid. Ook de natuur krijgt dan minder tijd om zich aan te passen aan zowel de maatregelen als de zeespiegelstijgingsveranderingen. Gelukkig wordt de soep niet zo heet gegeten: een groot deel van de Nederlandse duinen en de daarin aanwezige primaire waterkering is massief en hoog, zodat zelfs een paar meter zeespiegelstijging geen probleem is. Op plaatsen met een gering duinvolume zullen op termijn ingrepen nodig zijn voor de waterveiligheid. Daarnaast zijn er in elk gebied lagere delen waar het stijgende zeewater op termijn de grondwaterspiegel omhoog kan duwen, waardoor vernatting optreedt. Uitstuiving zal dit proces versterken; instuiving juist verminderen.





Figuur 23. Gemeten zeespiegelstijging en de toekomst (Naar: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/zeespiegel-nederlandse-kust-stijgt-snel-er-door-klimaatverandering>.)

3.3 Morfologie

14. In welk (deel van het) kuststelsel zit je? Hoe heeft de kust zich door de tijd heen ontwikkeld? Kijk goed naar de morfologische vormen in het landschap en hun aardkundige waarden.

3.3.1 Delta, Wadden of Hollandse kust?

Op de grootste schaal kent de Nederlandse kust drie totaal verschillende regio's: de Waddenkust met zijn eilanden, de Hollandse kust (of vastelandskust) en de Delta, met de Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden.

De Waddenkust kent door het aanlanden van zandplaten een 'golvend' patroon van aangroei afgewisseld met afslag, die meestal vanaf zowel de koppen als de staarten naar het centrum trekken. Tijdens een aangroefase kan het strand zo breed worden dat er groene strandvorming optreedt, die kan overgaan in nieuwe duinvorming of zelfs een hele nieuwe zeereep. De oude zeereep wordt daardoor steeds meer vastgelegd, waardoor de dynamiek afneemt. Het grootste deel van de kust van

Ameland en Schiermonnikoog heeft een noordelijke expositie. Terschelling en Vlieland hebben een noord tot noordwestexpositie. Texel is qua expositie vergelijkbaar met de vastelandskust. De veel voorkomende zuidwestenwind is op de Friese Waddeneilanden vaak aflagdig. De Wadden behoren tot het kalkarme district, maar er zijn weer verschillen tussen de eilanden: Texel, Ameland en Schiermonnikoog zijn nog enigszins kalkhoudend, Vlieland en Terschelling zijn extreem kalkarm. De zeereep is wel overal kalkhoudend door de nabijheid van strand met schelpen en in sommige gevallen ook door de invloed van instuivend suppletiezand dat kalkhoudend is.

De Hollandse kust is, mede door de suppleties, overwegend een aangroeikust met embryonale duinvorming. Ondanks de (vaak milde) aangroei is dynamisering van de zeereep mogelijk, maar de aanwezigheid van embryonale duinen is wel een extra aandachtspunt. Ook hier treden op het strand 'golven' van terugtrekking en uitbouw op, maar deze zijn minder sterk dan bij de Waddeneilanden. De expositie van de kust is overwegend zuidwest, verschuift van zuid naar noord meer naar west. Overigens hoort het noordelijk deel van de Hollandse kust, boven Bergen, geologisch gezien tot het Waddendistrict, met kalkarm zand, vergelijkbaar met Vlieland en Terschelling. Het deel vanaf Callantsoog naar Den Helder bestond vroeger uit eilandjes. Deze zijn met stuifdijken aan elkaar en aan de vastelandskust geknoopt. Ten zuiden van Bergen is het zand kalkrijk.

De Zuidwestelijke Delta wordt nog steeds sterk gedomineerd door de grote getijdengeulen die uit de (voormalige) zeegeaten en zeearmen richting Noordzee lopen en vaak vlak onder de kust liggen. Dit maakt het reliëf steil en de duinen en kust overwegend smal. Primaire waterkering en de zeereep vallen in deze regio vaak samen. Daar wordt dan ook vrij weinig dynamisering toegelaten; behoud van het bestaande duinmassief staat meestal centraal. Er kan minder vrijheid worden gegeven aan verstuiwingsprocessen, ook al omdat er weinig duin achter aanwezig is om het instuivende zand te ontvangen. Uitzonderingen zijn de Kop van Schouwen met een omvangrijk duingebied en de Kwade Hoek op Goeree met uitgebreide nieuwe duinvorming. De expositie van de kust varieert. Walcheren is een extreem voorbeeld, met ten zuiden van Westkapelle een zuidwestexpositie, ten noorden een noordwestexpositie overgaand naar een noordexpositie bij Oranjeson. Ook op Schouwen, Goeree en Voorne draait de kust van zuidwestexpositie aan de zuidkant naar noordexpositie aan de noordkant. Net als op de Wadden variëren de eilanden in de Delta in kalkgehalte, met Walcheren als kalkarm uiterste.

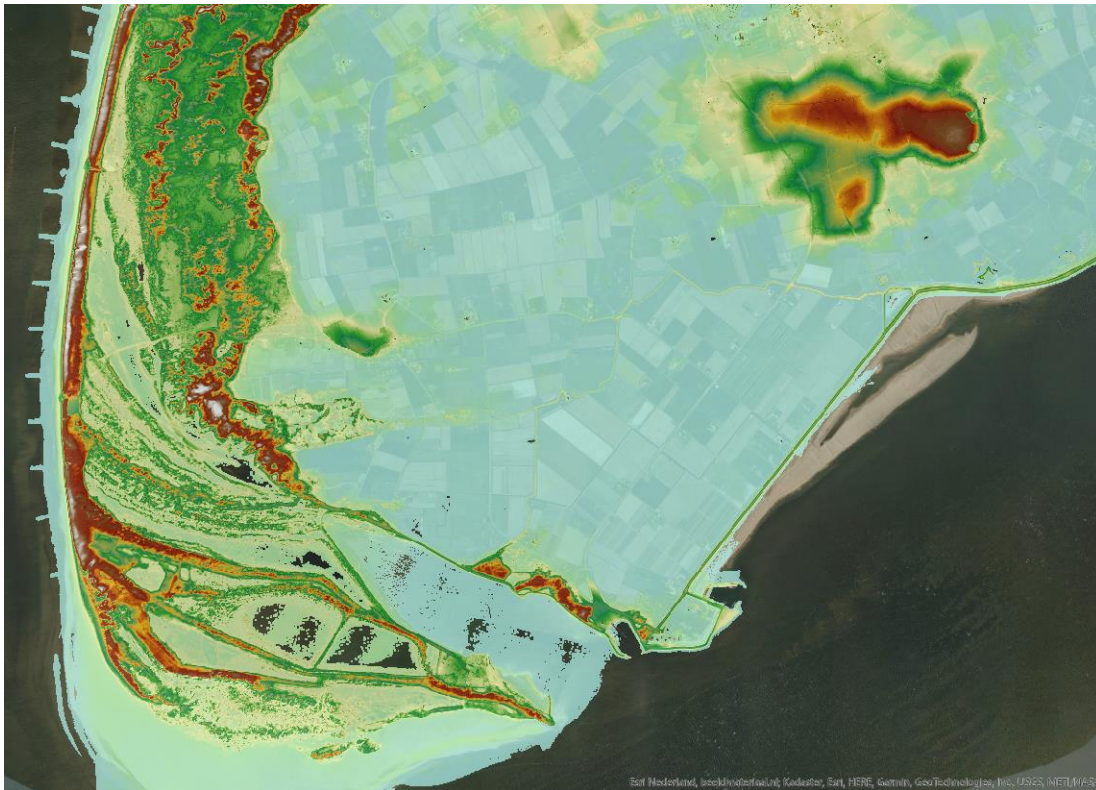
Het is belangrijk dat je naar het hele morfo-ecologische systeem kijkt. Met andere woorden: waar zit je met je locatie? Op de Wadden, langs de Hollandse kust, in de Delta? En meer in detail: zit je op een eilandkop, het -midden of -staart op een Waddeneiland? Of zit je in de Delta aan de zuidwestzijde of aan de noordwestzijde? Een systeemanalyse geeft onder meer inzicht in de ontstaansgeschiedenis van het duingebied en recente veranderingen in de morfologie, eigenschappen van ondergrond zoals het voorkomen van scheidende lagen en kalkrijke sedimenten, de morfologie en dynamiek van de duinen, en processen die het voorkomen van planten en fauna bepalen (Bakker et al. 1979; Grootjans et al. 1995; Runhaar et al. 2000).

3.3.2 Kustontwikkeling, lange en korte termijn

Het is belangrijk om te begrijpen hoe oud je landschap achter de zeereep is. De kusterosie is grotendeels tot stilstand gebracht na de Watersnoodramp van 1953, door investeringen in de zeereepduinen en intensief beheer ervan. Door het intensieve beheer zijn de zeereepduinen veelal verouderd en verstarde, met daarachter (verouderde) grijze duinen of bos. Vanaf 1990 veranderde het kustbeleid; voortaan werd de kustlijn op zijn plaats gehouden met suppleties. Sindsdien is er op grote schaal sprake van een geleidelijke overgang van een eroderende naar een licht aangroeiende of



stabiele kust. Stranden zijn breder geworden en op veel plaatsen kunnen nu embryonale duinen groeien.



Figuur 24. Duinvalleien en duinrichels ontstaan in de afgelopen 900 jaar onder een hoek op de zeereep op ZW Texel door draaiende kusterosie in de periode 1870-1990.

Op grotere tijdschaal zijn er locaties met verschillende fasen van aangroei en afslag. Figuur 24 laat dit zien voor de zuidpunt van Texel. De oriëntatie van de kust is tijdens deze fasen gedraaid. Bijzonder is dat er binnen deze langetermijntoontwikkeling een kortere cyclus van aanzanding en erosie optreedt. Zo een cyclus duurt vaak een halve eeuw tot meer dan een eeuw, waarbij nu eens geulen de kust doen afslaan en dan weer grote zandplaten dit verlies ongedaan maken en duinen kunnen worden opgebouwd en weer geërodeerd.

Gelukkig is er relatief veel bekend over de ontwikkeling van de Nederlandse kust. Bijvoorbeeld in de beheerbibliotheken van Rijkswaterstaat is per kustvak veel informatie te vinden over de ontwikkeling over langere tijd, de werking van het kuststelsel (morfologie, ecologie en socio-economie) en effecten van suppleties. <https://publicwiki.deltares.nl/pages/viewpage.action?pageId=131142282>.

Wat betekent dit voor je keuzes voor dynamisering? De lokale kustsituatie is sterk bepalend voor wat er aan ontwikkeling mogelijk is (Löffler e.a., 2011). Groeit de kust sterk aan of slaat deze juist af? Heb je veel ruimte of juist weinig? Figuur 26 geeft aan wat er mogelijk is. Het eerste waar je naar moet kijken is of je te maken hebt met een uitbouwende kust. In dat geval zijn vooral zeewaartse ontwikkelingen kansrijk. Een zeereep dynamiseren waar aan de voorzijde op grote schaal embryonale duinen ontstaan is meestal niet zinvol, tenzij een onderdeel van het plan is de embryonale duinen te verwijderen (en te zorgen dat ze niet terug komen). Gaat het om een statische of afslagkust met een voorkeur voor landwaartse ontwikkelingen? Dan zijn er meer mogelijkheden voor kerven en doorstuiving. In een aantal gevallen hebben zich na het staken van zeereeponderhoud (rond 1995) spontaan kerven gevormd die vaak nog steeds actief zijn. Bij afslagkusten kan de dynamiek wat

gemakkelijker spontaan op gang komen omdat de afslag kan zorgen voor aangrijpingspunten voor de wind. De locaties waar spontaan kerven tot ontwikkeling komen zijn vanzelfsprekend minder voorspelbaar dan de locaties die jij uitkiest voor dynamiseren.

Over het algemeen verdient het de voorkeur om in een uitbreidende kust de 'natuur haar gang te laten gaan', tenzij andere randvoorwaarden dit onmogelijk maken. Dat betekent dan wel dat je daarmee accepteert dat de duinen landwaarts van deze nieuwe natuur zullen verouderen. Dit kan deels tegengegaan worden met gerichte beheermaatregelen. Omdat de nieuwe duinen, duinvalleien en eventueel sluffers vanzelf ontwikkelen tot grijze en witte duinen en daarmee de rol overnemen van de oorspronkelijke duinen, kan er echter ook worden gekozen voor verruiging en, op termijn, natuurlijke kustbosvorming.



Figuur 25. Smal strand en smalle duinen: weinig mogelijkheden voor dynamisering, Oost Vlieland (Foto A.P. Oost).

Het is dus van belang dat je de huidige kustontwikkeling in kaart brengt. Komt er een zandgolf van kustuitbouw aan? Dan moet op termijn embryonale duinontwikkeling worden verwacht. Wat zie je aan duinafslag/aangroei over de afgelopen jaren? Wat verwacht je voor de komende jaren voor kust en duinontwikkeling? De manier om snel na te gaan hoe de kust zich ontwikkelt, is via de kustlijnkaarten, die elk jaar worden uitgebracht door Rijkswaterstaat. Op deze kaarten staat op het niveau van dwarsstransecten met een onderlinge afstand van 200-250m wat de verwachte kustlijnverplaatsing (de trend) is voor het komende jaar en wat de ligging van de kustlijn is ten opzichte van de Basiskustlijn (BKL). De BKL wordt met zandsuppleties gehandhaafd (zie paragraaf 5.2.2). De aanwezigheid van zand is daarmee dus gewaarborgd (Valk et al., 2013; Arens e.a., 2007). De kustlijnkaarten geven vier mogelijkheden.

- 1) de trend is zeewaarts (dus de kustlijn groeit aan) en de ligging ten opzichte van de BKL is zeewaarts (dus er is nog reserve). In dat geval heb je met aangroei te maken en kan je verwachten dat embryonale duinen zich (al langer) ontwikkelen. Hier zal voorlopig niet gesuppleerd worden.
- 2) de trend is zeewaarts en de ligging ten opzichte van BKL is landwaarts. Hoewel de BKL is overschreden zal er waarschijnlijk, vanwege de zeewaartse trend, niet op korte termijn

gesuppleerd worden. Afhankelijk van hoe lang de zeewaartse trend aanhoudt (of hoe lang er al sprake is van een zeewaartse trend) zullen er embryonale duinen kunnen ontstaan.

- 3) de trend is landwaarts en de ligging ten opzichte van de BKL is zeewaarts. De BKL is niet overschreden, dus er is nog geen reden voor suppleren, maar dat gaat mogelijk in de toekomst veranderen, gezien de landwaartse beweging van de kustlijn.
- 4) de trend is landwaarts (dus de kustlijn erodeert) en de ligging ten opzichte van de BKL is ook landwaarts (dus er is geen reserve meer). In dat geval is het waarschijnlijk dat er op korte termijn gesuppleerd zal worden.








Heb je met situatie 1 of 2 te maken dan is het waarschijnlijk dat je rekening moet houden met embryonale duinontwikkeling. Is deze ontwikkeling sterk, dan kan dit dynamiseringsingrepen in de weg zitten. Is er toch een wens voor dynamiseren, dan zal bijvoorbeeld bij de ingreep embryonaal duin moeten worden verwijderd, en/of zal rekening moeten worden gehouden met nabehoor om te voorkomen dat de ontwikkeling van nieuwe embryonale duinen de dynamisering hindert. Heb je met situatie 3 of 4 te maken dan zijn de omstandigheden voor dynamiseren gunstiger, omdat je waarschijnlijk gebruik kan maken van enige erosie die op zal treden en het ontstaan van dynamiek vanzelf stimuleert. Aan de hand van de kaarten is heel snel inzichtelijk wat je voor jouw deel van de kust voor het komende jaar kan verwachten.

Bij smalle duingebieden is er meestal niet veel dynamisering mogelijk, behalve door middel van zeewaartse uitbouw van de kust. (Löffler e.a., 2011) (zie ook Figuur 22). Primaire waterkering (voor definitie zie Bijlage 2) en zeereep vallen dan vaak samen en de ruimte voor verstuivingsprocessen is gering, vooral als landwaarts weinig duingebied aanwezig is om het instuivende zand te ontvangen. Als de duinen breed zijn, is dynamisering voor verstuiving gemakkelijker.

Figuur 26 geeft, afhankelijk van de lokale kustontwikkeling, de mogelijkheden voor dynamisering aan. Heel zwart-wit gezien zijn er twee mogelijkheden:

- 1) Bij een uitbouwende kust ontstaat de dynamiek vooral aan de zeewaartse zijde, ontstaat deels nieuwe natuur en is het moeilijker om de zeereep te dynamiseren, omdat processen op het strand (afslag, extra veel wind, extra veel zand) niet meewerken. De embryonale duinen beperken afslag en vangen wind en zand af voor achterliggende kerven. Hoe sterker de zeewaartse uitbouw, hoe groter de schaal van de nieuwe natuur. Dit kan variëren van een geheel nieuw duinenveld (zoals bijvoorbeeld op de Zandmotor en op de Hors op Texel is ontstaan) met verschillende gradiënten (en mogelijkheden voor de ontwikkeling van verschillende habitattypen) tot een beperkte strook embryonale duinen tegen de zeereep aan (met alleen ontwikkeling van embryonale en/of witte duinen).



	Duinenveld Onregelmatig duinenveld ontstaan op brede strandvlakte	Embryonale duinen Jonge duintjes op het strand	Aanstuivende zeereep Veelal onregelmatige rij duinen	Doorstuivende zeereep Zeereep met stuifplekken en ondiepe kuilen, levert vooral overpoeding achterliggend gebied	Gekerfde zeereep Zeereep met stuifkuilen of kerven tot afgesproken diepte	Paraboliserende of rollende zeereep Niet geheel gesloten zeereep met diepe kuilen en kerven	Slufter Doorbraak door zeereep; dagelijkse getijwerking	Washover Doorbraak door zeereep naar achterliggende zee, actief bij stormvloed
Kustontwikkeling								
	+	+	+	±	-	-	-	-
	+	+	+	±	-	-	-	-
	-	+	+	+	±	±	±	±
	-	±	±	+	+	±	±	±
	-	-	-	+	+	+	+	+
	-	-	-	+	+	+	+	+
	-	-	-	+	+	+	+	+

Figuur 26. Mogelijkheden ontwikkeling dynamiek gerelateerd aan de aanwezige ruimte (uitgebreid op basis van Löffler e.a., 2011). +=mogelijk, ±=mogelijk afhankelijk van lokale omstandigheden, -=niet mogelijk. Gele pijlen geven kustuitbreiding weer, blauwe pijlen kusterosie. Hoe groter de pijl, hoe groter de verplaatsing van de kustlijn.

- 2) Bij een eroderende kust ontstaat er haast vanzelf dynamiek in de zeereep die zich landwaarts uitbouwt door overstuiving van de lijzijde, processen op het strand werken mee en kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan het in stand houden van de dynamiek. Hoe sterker de erosie, hoe grootschaliger de verstuingen en hoe verder deze landwaarts zullen doorwerken. De schaal kan ook hier variëren van heel kleinschalig, in de vorm van stuifplekken en kleine stuifkuilen, tot heel grootschalig, in de vorm van een paraboliserende zeereep, waarbij de range aan habitattypen die beïnvloed worden of baat hebben bij de dynamiek uitgebreider is dan bij de zeewaartse vormen van dynamiek.

Overigens is het niet per se zo dat grootschaligere dynamiek altijd samen gaat met grootschaligere erosie van de kust. Figuur 26 laat zien dat de verschillende vormen van landwaartse dynamiek allemaal met verschillende mate van kusterosie kunnen samen gaan. Slufters en washovers vertegenwoordigen een aparte vorm van landwaartse dynamiek, waarbij ook het water een belangrijke rol speelt. Bij een sluffer moet de achterliggende vallei laag genoeg liggen om te garanderen dat deze regelmatig volstroomt met zeewater. Bij een washover is er sprake van een verbinding tussen Noordzee en Waddenzee. Washovers zijn dus per definitie beperkt tot de Wadden.

3.3.3 Morfologische bijzonderheden, aardkundig erfgoed

Het landschap dat je beheert behoort tot ons aardkundig erfgoed. Bedenk dat natuur meer is dan alleen de plantjes en beestjes, ook het onderliggende landschap herbergt een belangrijke waarde. Sommige elementen zijn misschien al eeuwen geleden ontstaan. Alle duinen zijn aangemerkt als Aardkundig Monument. Wees daarom voorzichtig met graven. Je kan unieke vormen onherstelbaar beschadigen. Als er in je gebied sprake is van bijzondere morfologische elementen in het veld, zoals stilgevallen Middeleeuwse paraboolduinen of (Texel) zeer oude duinvalleien die onder een hoek staan met de kust, of een extreem hoog duin dat een herkenningspunt is in het landschap, dan moet je voorzichtig zijn met ingrijpen. Hetzij omdat je de vorm door graven direct aantast, hetzij dat deze door grootschalige overstuiving onder het zand kan verdwijnen. Het is ook belangrijk om te weten hoe oud deze elementen zijn en in hoeverre ze ook nog ecologische en culturele waarden vertegenwoordigen. Niet alleen met graven verstoort je het landschap. Als de afvoer van zand en/of plagsel niet mogelijk is, wordt er vaak voor gekozen om het materiaal lokaal weg te werken. Dit zou alleen een oplossing moeten zijn als er echt geen betere voorhanden is. Depots worden zelden netjes in het landschap ingepast. Bedenk dat zo een depot tot in de lengte der dagen zichtbaar zal blijven, ook als je dynamiseringsmaatregel al lang is uitgewerkt. Door de geroerde grond raakt zo een depot meestal ook begroeid met een storingsvegetatie, alleen daaraan is het als depot te herkennen. Er zijn wel manieren om een depot zodanig weg te werken dat het in het landschap niet meer te zien is, bijvoorbeeld door aangrenzende stuifkuilen (deels) op te vullen. Bedenk heel goed hoe de voordelen van de ingreep die je wilt doen opwegen tegen de nadelen, bijvoorbeeld als gevolg van de aanleg van een depot of andere verstoringen. Weeg beide tegen elkaar af en, als de balans niet overduidelijk positief is, overweeg dan de ingreep achterwege te laten. Een geomorfoloog kan je helpen een depot in het landschap in te passen.





Figuur 27. Aardkundig erfgoed: Veenprofiel in de Nieuwe Westerse Laagte, Schouwen met tanden/kiezen van een jonge bruine beer (2018; Foto Bert van der Valk).

Met de dynamische instelling bij Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) krijg je een gedetailleerd beeld van de hoogteligging (<https://www.ahn.nl/ahn-viewer>) en van de verschillende vormen in het landschap. Daarnaast is in de Natura 2000 beheerplannen veel informatie terug te vinden over de geomorfologie, geologie en bodem, hoogteligging, geohydrologie en oppervlaktewateren (<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/natura-2000-beheerplannen/>). Als je twijfelt, raadpleeg een deskundige op het gebied van morfologie, bodem of hydrologie.

3.4 Hydrologie: grootschalige grondwater en oppervlaktewater patronen

15. Heeft je beoogde maatregel mogelijk een effect op je grootschalige grondwater en oppervlaktewater patronen?

In de voorbereiding van je dynamiseringsproject is het belangrijk om te weten of de dynamiseringsmaatregelen invloed hebben op de hydrologie. Ook als je project geen hydrologisch doelstelling heeft kunnen de maatregelen het hydrologische systeem veranderen. Over het algemeen zal de invloed pas echt belangrijk worden als je grootschalig gaat dynamiseren.

Dit komt omdat de zoetwaterbel als het ware 'drijft' op het zwaardere zeewater dat dieper in de ondergrond zit. De wortel van de zoetwaterbel zit in Nederland gemiddeld ca. 12 keer zo diep onder gemiddeld zeeniveau als de top er bovengruit steekt. Dat is een enorme massa zoetwater; het groeien of krimpen van de zoetwaterbel in de ondergrond is daardoor een traag proces, van vele tientallen of honderden jaren. De grootte van de zoetwaterbel verandert weliswaar voortdurend, maar dit proces



gaat zo langzaam dat we daar in de dagelijkse praktijk weinig van merken. In de praktijk is er in de Nederlandse duinen nergens een evenwicht tussen de opbolling van het grondwater en de grootte van de zoetwaterbel in de ondergrond (Bakker, 1981).

Het stijgen of dalen van de grondwaterstand gaat juist erg snel, binnen een periode van weken of maanden. Zo kunnen ingrepen, zeker in combinatie met maatregelen die de afvoer beïnvloeden, een snelle doorwerking hebben op de hoogte van de grondwaterspiegel. Natte duinvalleien kunnen bijvoorbeeld veranderen in meren of juist opdrogen. Daarmee is het dus van belang dat je de invloed van jouw maatregelen op de hoogte van de grondwaterstand probeert in te schatten.

In het verleden stonden duinvalleien in het duingebied vele maanden per jaar onder water. Maar vanaf het begin van de twintigste eeuw zijn drinkwatermaatschappijen het zoete water gaan oppompen ten behoeve van drinkwater. Polderpeilen achter de duinen werden verlaagd. Door deze ingrepen zijn grondwaterstanden in de duinen sterk gedaald en nam de zoetwatervoorraad in het duinmassief steeds verder af. Daarom zijn waterbedrijven zoet oppervlaktewater gaan infiltreren om een balans te krijgen waarbij de zoetwatervoorraad niet verder afneemt, maar grondwaterstanden nog steeds lager zijn dan vroeger. Als je de dynamiseringsmaatregelen kunt combineren met een verhogen van de lokale grondwaterstanden kan dat dus een ecologische plus opleveren. Of dat voor menselijk medegebruik wel wenselijk is moet worden afgewogen.

Zo is het omvormen van naaldbos in het duin naar loofbos of open duin bijvoorbeeld een effectieve maatregel om de zoetwatervoorraad te vergroten. Omdat minder water verdampt, infiltreert meer regenwater en stijgt het grondwater in het duin. Daarnaast is het van belang om sloten in de duinen te dempen en afvoer van grondwater te voorkomen. In veel naaldbossen in de duinen zijn sloten aangelegd die het zoete grondwater afvoeren. Het dempen van deze sloten is een belangrijke maatregel om de zoetwatervoorraad te vergroten. Door klimaatverandering neemt de jaargemiddelde neerslag waarschijnlijk toe. Ook dit leidt tot meer infiltratie van regenwater en toename van de opbolling van het grondwater.





Figuur 28. Omvorming en kap 7,6 ha bos bij Schoorl (Foto Staatsbosbeheer).

Verder is het van belang, met name bij grootschalige maatregelen als rollende zeerepen of paraboliseren van duinen, na te denken of dit invloed kan hebben op de grondwaterstromen. Voorbeelden van vragen die helpen om inzicht te krijgen in het systeem zijn: Speelt getijdewerking een rol? Hoe verloopt de zoet-zoutgradiënt? Waar bevindt zich zoetwater aan het maaiveld? Wat is de baserijkdom van het grondwater? Hoe stroomt grondwater vanuit het duinmassief af naar de omgeving en waar worden natte duinvalleien gevoed met kalkrijk grondwater? Vaak zul je een specialist of specialistisch onderzoek moeten raadplegen om deze vragen te beantwoorden.

3.5 Bodem: kalk- en mineralengehalte en zuurgraad

16. Waar heb je kalkhoudend zand en waar is de bodem ontkalkt?

Belangrijke processen in de bodem van de duinen zijn: ophoping van organische stof en mineralisatie, verzuring, verrijking, verwerking en uitspoeling van voedingsstoffen zoals kalk. Zoals blijkt uit Figuur 4, zit er een verschil in kalkgehalte tussen de duinen van het Wadden- en het Rhododunaal district. Het Rhododunaal district is kalkrijker dan het Waddendistrict. Dit komt door de aanvoer van mineraalrijk zand uit het Rijnsysteem en doordat er een rijkere schelpenfauna is met eenvoudig te vergruizen schelpen. De grens tussen deze twee gebieden ligt ongeveer ter hoogte van Bergen in Noord-Holland. Dit heeft belangrijke gevolgen voor verstuiwing. Door het hogere kalkgehalte hebben planten in de Rhododunale duinen vaak kleinere wortelstructuren, waardoor verstuiwing over het algemeen gemakkelijker in gang kan worden gezet (Kooijman et al., 2021). De erodeerbaarheid van de bodem is groter, dat wil zeggen dat de bodem gevoeliger is voor winderosie. Dit speelt overigens vooral in de duinen achter de zeereep; veel minder in de door helm gedomineerde zeereep. Als je puur naar het zand kijkt, is kalkarm zand juist makkelijker verstuiwbaar dan kalkrijk zand. In kalkrijk zand zorgen de



kalkdeeltjes voor een grotere interne cohesie (samenhang) en daarmee grotere weerstand tegen verstuiving. Begroeiing komt op een kale kalkarme bodem minder makkelijk op. Zoals we in paragraaf 1.1.1 al zagen had dit in het verleden gevolgen voor de mate van verstuiving (extremer in het kalkarme dan in het kalkrijke duin) en de morfologie (paraboolduin in het kalkrijke duin, loopduinen in het kalkarme duin) .

Daarnaast is er een kalkgradiënt vanaf de kust landinwaarts. De witte duinen in de zeereep zijn logischerwijs kalkrijker dan de meer landwaarts gelegen grijze duinen, omdat ze jonger zijn, dichter bij zee liggen, en daardoor overstoven worden met kalkrijk zand vanaf het strand (zie ook Figuur 29). In sommige gebieden gaan de jonge duinen aan de landwaartse kant over in oude duinen, die veel ouder en daardoor ook vaak ontkalkt zijn. Door het verschil in kalk- en mineralengehalte komen er andere soorten voor en is de vegetatiestructuur anders. Het heeft daardoor ook invloed op de successie. Dit zie je terug in de struweelvorming. Dat treedt veel sneller op in kalkrijke duinen dan in kalkarme duinen. Dit alles heeft vanzelfsprekend ook een grote invloed op de samenstelling van de fauna (OBN, zonder datum).

De invloed hiervan op de habitats komt verder aan de orde bij de biotische factoren. Bij bodems zonder verstuiving is ontkalking en verzuring een normaal proces, omdat er in Nederland een neerslagoverschot is en de neerslag, bij het door de bodem sijpelen, kalk oplost. Dit proces wordt nog eens versterkt door de hoge depositie van stikstof. Verstuiving van kalkrijk zand is daarom een belangrijk proces om de basenrijkdom van de bodem te verhogen (de verzuring tegen te gaan). Aangezien het kalkgehalte in het Waddendistrict sowieso lager is, is dit proces voor basenminnende vegetaties daar nog belangrijker (OBN, 2016).

4 Biotische randvoorwaarden

17. Kijk naar de diverse schalen van je ecologische systeem om zo een optimale keuze te maken voor je dynamiseringsingreep.

Net als bij de abiotische factoren, zijn ook voor de biotische factoren verschillende schaalniveaus te onderkennen. De grootste schaal, het ecomorfologische landschap, bepaalt welke habitattypen aanwezig zijn en, tot zekere hoogte, wat hun kwaliteit is. Dit geeft al richting voor ingrijpen. Op de middenschaal kun je kijken welke habitattypen aanwezig zijn en welke kwaliteit ze hebben op de plaats waar je wilt dynamiseren. Dit bepaalt op welke exacte plek ingrijpen het meest wenselijk is. Ook bepaalt dit de mate en wijze van ingrijpen (bijvoorbeeld afgraven en plaggen). Op de kleinste schaal, van soorten en individuen, schep je met je ingrepen gunstigere randvoorwaarden voor de vestiging, maar moet je ook rekening houden met eventuele extreme kwetsbaarheid van een soort, zoals bijvoorbeeld de blauwe kiekendief. Een en ander wordt in dit hoofdstuk verder uitgewerkt.

Het is ook aan te bevelen om op verschillende tijdschalen te denken. Het kan zijn dat je ingreep op de korte termijn negatief uitpakt voor bijvoorbeeld habitatype Grijze duinen, omdat de overstuiving te groot is. Maar op langere termijn, als de dynamiek is afgenomen, zijn er dan juist weer goede randvoorwaarden voor de ontwikkeling van nieuwe grijze duinen. Afname van grijze duinen door ingrijpen is een probleem in de systematiek van Natura 2000. Dit vereist dan ook afstemming met beleidsmakers (Provincie).

4.1 Grootste schaal: het eco-morfologische landschap

18. Ga goed na hoe je kustlandschap eco-morfologisch in elkaar steekt en wat de ontwikkelingsprocessen zijn geweest over de afgelopen millennia en eeuwen.

Zoals in hoofdstuk 3 al besproken, is het Nederlandse kustlandschap ontstaan door een fase van kustuitbouw waarbij zich op strandruggen kleine duintjes vormden; de zogeheten fase van de oude duinen. Door hun ouderdom zijn de duinen die toen gevormd zijn vrijwel geheel ontkalkt. Vanaf ca. 1000 AD volgde er een fase van kustterugtrekking die resulteerde in de vorming van overwegend paraboolduinen met in de Zuidwestelijke Delta en de Wadden ook nog rijen meer kustparallele duinen en losse wandelende duinen. Dit is de zogeheten fase van de jonge duinen. De jongere kustnabije delen zijn kalkrijker dan de oudere meer landinwaarts gelegen duinen. Als gevolg daarvan is de grote trend in deze duinen één van successie van het plantendek in landwaartse richting: van strand naar Embryonale duinen, (H2110) naar Witte Duinen (H2120) met lokaal Duindoorstruweel (H2160), en Grijze kalkrijke duinen (H2130A) naar Grijze kalkarme duinen (H2130B) met hun bijbehorende Duinvalleien (H2190) en Heischrale Grijze duinen (H2130C), naar Duinheiden met kraaihei (H2140) en Duinheiden met struikhei (H2150) en Kruiwilgstruweel (H2170) naar Duinbossen (H2180). Door de kusterosie zul je vaak zien dat de kustnabije habitats wat op elkaar gedrongen zitten en niet zulke brede zones vertegenwoordigen. Dit komt enerzijds gewoon omdat de kust wordt opgerold. Daardoor worden de oorspronkelijk aanwezige habitats onder de voet gelopen door Witte duinen en Grijze duinen die gevoed worden met kalkrijk zand dat uit de kust afkomstig is. Anderzijds gaat de successie gewoon door en zal verruiging en verbossing zich zeewaarts uitbreiden tot de invloed van de zee (o.a. zoutspray, wind, zandaanvoer) de omstandigheden te slecht maakt en de uitbreiding tot staan komt.

Zoals gezegd, dat is het grote verhaal, maar voor elk kustlandschap blijkt het toch weer even anders te zijn. Enerzijds komt het omdat de kust in het afgelopen millennium niet constant alleen maar afgeslagen is maar ook fasen heeft gekend van stilstand en zelfs aangroei. Dat maakt dat soms habitats worden “uitgerekt” of zelfs herhaald. Daarnaast kan de kustuitbouw ook draaien in oriëntatie en afslag en aangroei zich onder verschillende hoeken manifesteren met alle gevolgen voor de habitatopeenvolging. Dit gebeurt met name in de buurt van zeegaten. Bij wijze van voorbeeld: in de vroege 16^e eeuw lag op zuidwest Texel het vissersgehucht Borkamer open aan het strand. Door aanlanding van meerdere grote zandplaten trad een kustuitbouw op over meer dan 2,5 kilometer, waarbij de zeereeporiëntatie (dus de kuststrook) tegen de wijzers van de klok in draaide. Vervolgens trad vanaf 1880 weer erosie op over ca. 1 kilometer waarbij de kustlijn zich terugtrok onder een hoek met de duinen die in de voorgaande fase waren gevormd. Rijkswaterstaat en het waterschap hebben de erosie beteugeld door eerst een massieve zanddijk in de zeereep te vormen, die regelmatig achteruit verlegd moest worden, omdat deze maatregelen niet voldoende waren. Vanaf 1990 kon middels suppleties de kustlijn worden gehandhaafd waardoor de afslag definitief tot stilstand gebracht werd. Het gevolg van de erosie is dat er vrijwel geen sprake is van grijze duinen op grote delen van zuidwest Texel, maar dat heide tot dicht bij de kust voorkomt. De stuifdijk is door de stilstand en de beplanting nu een dicht met helm begroeid landschap met hier en daar duindoornvelden (Figuur 29).

De boodschap is hier dat je goed moet nagaan hoe je kustlandschap ecomorfologisch in elkaar steekt en wat de ontwikkelingsprocessen zijn geweest, zodat je een optimale keuze kunt maken voor je dynamiseringsproject. Op welke plekken is de meeste winst te halen voor dynamiseringsprojecten en waar zit je al snel met ongewenste effecten? Kun je de grootschalige dynamische processen weer opnieuw toelaten, zodat de samenhang en connectiviteit van het landschap weer kan worden hersteld? Of ben je toch gedwongen om te kiezen voor meer bescheiden dynamisering in de vorm van kerven of overpoedering?

4.2 De middenschaal: habitattypen en effecten van dynamiek

19. Kijk welke habitattypen voorkomen en ga na wat het effect van dynamiseren kan zijn.

De duinen staan bekend om hun hoge biodiversiteit en internationaal gezien is de natuur in de Nederlandse duinen van enorme waarde. Het is namelijk het grootste, vrijwel aaneengesloten, duinareaal van Noordwest-Europa. In de loop der eeuwen zijn veel duingebieden verloren gegaan door bebouwing. Een relatief groot deel is echter gespaard gebleven dankzij grootgrondbezit, wat bebouwing heeft tegen gehouden, later gevolgd door wetgeving op het gebied van natuur en ruimtelijke ordening. Waterwinning heeft hier ook een rol in gespeeld. Het is niet verrassend dat een groot gedeelte van de Nederlandse duinen is aangewezen als Natura 2000-gebied. Een belangrijk deel hiervan bestaat uit grijze duinen. Het ecosysteem, en veel van de soorten die daarin leven, staat echter onder grote druk. Door onder andere stikstofdepositie, recreatie, klimaatverandering en kustbeheer (Martens & ten Holt 2020). Dit zorgt ervoor dat er continu beheer- en herstelmaatregelen nodig zijn (Geelen et al., 2022). Dynamiseringsprojecten in de duinen zijn daar een onderdeel van.

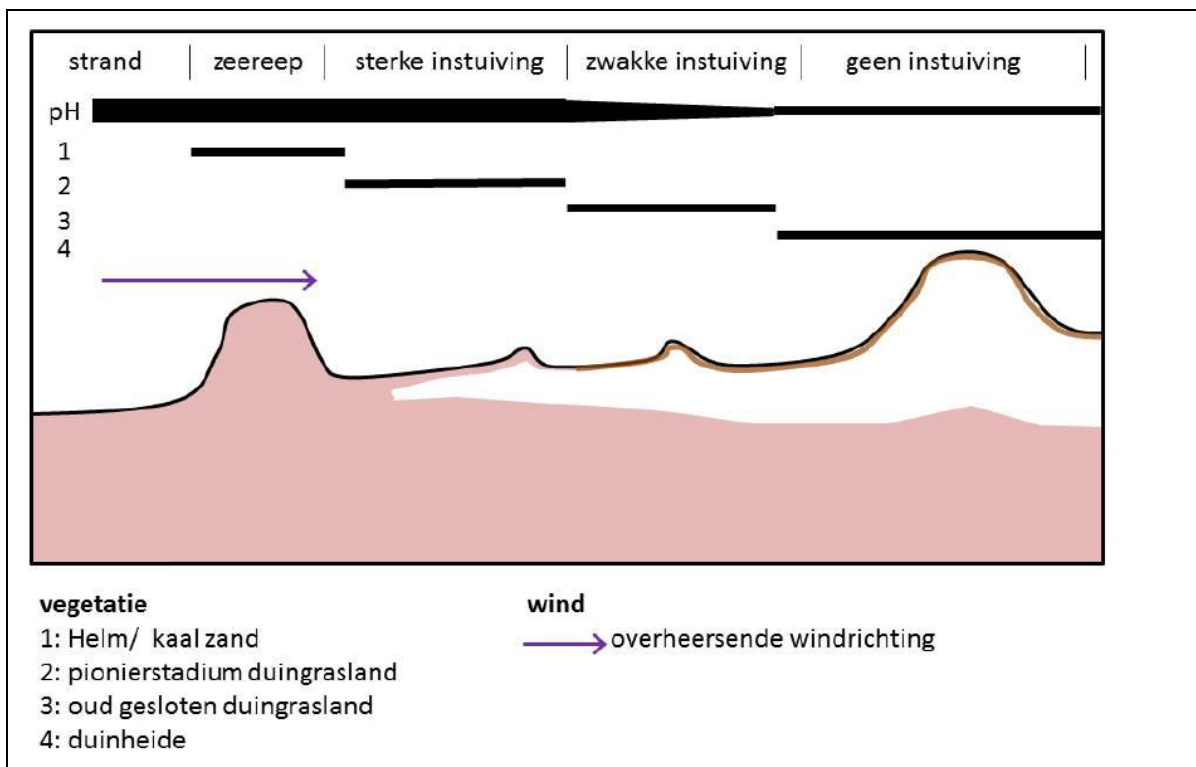
De biotische lokale factoren die je mee moet wegen worden in de eerste instantie gegeven door de aanwezigheid van een serie habitats. Met behulp van habitatkaarten kun je nagaan welke habitattypen er voorkomen in je gebied; vaak zijn deze in de beheerplannen voor Natura 2000 terug te vinden evenals de opgaven voor natuurherstel (<https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/natura-2000-beheerplannen/>). Voor een ruimtelijk overzicht van de vegetatie van een



duingebied en de landschappelijke relaties is het beter om een vegetatiekaart te bekijken. Veel beheerders laten die in het kader van het Subsiestel Natuur en Landschap (SNL) periodiek opstellen. Voor de Waddeneilanden wordt de ecohydrologie van de duinvalleien goed beschreven in Grootjans et al. (1975). Voor de Zuidwestelijke Delta is veel interessante informatie te vinden in van Haperen (2009) en zo kennen veel duingebieden dergelijke interessante studies. Een goede start is natuurlijk ook de website van OBN www.natuurkennis.nl.

Hieronder zie je wat de effecten van enkele belangrijke dynamiseringsingrepen op habitatniveau kunnen zijn:

1. Verwijderen vegetatie (maaïen, trekken en/of plaggen). De successie wordt hiermee vaak geheel teruggezet. Hierdoor ontstaan er mogelijkheden voor de nieuwvorming van witte en – op iets langere termijn – grijze duinen. Dit kan wel betekenen dat flora en fauna elementen verdwijnen en het ten koste gaat van bestaand habitat, meestal habitattypen 2160 (Duindoorn) of niet kwalificerend habitat.
2. Overpoeding met en lokaal begraven door lobben van kalkrijk zand. Stikstof slaat neer via de lucht vanuit zee en vanaf het land, hetgeen de veroudering van de vegetatie bevordert. Vergrassing en verstruweling slaan toe. Door overpoeding met kalkrijker zand kunnen kalkarme habitats in kalkrijkere habitats veranderen en vermindert het effect van verzuring. Het habitattypen Witte Duinen kan zo ontstaan. Ook is overpoeding een vorm van onderhoud voor grijze duinen om hun kwaliteit te verbeteren. Aanvoer van kalkhoudend zand is in de kalkarme grijze duinen altijd gunstig en feitelijk essentieel voor behoud van kalkrijk grijs duin. Er ontstaat zo een natuurlijke gradiënt (Figuur).



Figuur 29. Mate van verstuiving, bodem en vegetatie bij instuiving vanaf het strand in een diep ontkalkt en nutriëntarm duingebied (OBN, 2016). Roze: kalkhoudend zand, wit: ontkalkt.

In de zone waar kalkhoudend zand instuift zie je meer soorten verschijnen (duinsterretje, duinviooltje, hondsviooltje, kandelaartje, enz.). In deze zones zie je ook een open korte vegetatie: fosfaat wordt vastgelegd en organische stof verteert snel of krijgt geen kans op te hopen.

Voor grijze duinen geeft overpoedering, al dan niet in combinatie met voorafgaand plaggen of (herhaald) maaien of grazen), betere resultaten dan volledig begraven door migratie van zandlobben vanaf een diepe kerf. Te sterke overstuiving leidt namelijk ter plekke vooral tot nieuwvorming van witte duinen en pas op grotere afstand tot overpoedering. Overpoedering kan subtiel zijn waardoor de verticale ophoging heel langzaam verloopt, terwijl er wel kalk wordt afgezet. De mate waarin zand instuift is wel een punt. Plekken waar nu goed ontwikkelde grijze duinen voorkomen met hoge natuurwaarden, zoals de aanwezigheid van parelmoervlinders, wil je over het algemeen niet onder het zand zien verdwijnen. Ook kunnen aanwezige Natura 2000 duinstruwelen, duinbossen of duinheides worden overstoven, waardoor deze verdwijnen.

3. Opvulling van lagere delen. Door de aanvoer van zand, zeker door zandlobben, worden lagere delen zoals duinvalleien opgevuld, waardoor ze droog kunnen vallen. Dit leidt tot een overgang van het habitatype Natte duinvalleien naar een mogelijk habitatype Grijze duinen. Veel zandaanvoer over een breed front kan ook leiden tot het droger worden van een achterliggende duinvallei. Wanneer een paraboolduin gaat lopen door het landschap (loskomt van de zeereep) kunnen nieuwe duinvalleien ontstaan.

Belangrijk is om na te gaan aan de hand van de vegetatie- en/of habitatkaart en terreingegevens:

1. *welke vegetatie- en/of habitattypen in het bereik van de dynamiseringsprojecten komen;*
2. *in welke vegetatie- en/of habitattypen forse overstuiving onwenselijk is, of onnodig;*
3. *of de negatieve effecten van dynamisering niet groter zijn dan de positieve. In dat laatste geval wordt de voorziene dynamisering afgeraden of zou een andere vorm van dynamisering of gericht beheer moeten worden overwogen.*





Figuur 30. Grijs duin op Terschelling. Hier gaat het heischrale type (H2130C) geleidelijk over in het kalkarme type (H2130B) (Foto M. Nijenhuis).

4.3 Kleinste schaal: soorten

20. Soorten. Maak bewuste keuzes op basis van beschikbare inventarisatiegegevens.

4.3.1 Inleiding

In zijn algemeenheid zijn de duinen soortenrijk; tapuit, zandhagedis, konijn, duinviooltje, duinparelmoervlinder, duinsabelsprinkhaan, gelobde maanvaren, gewone vleugeltjesbloem en veel andere soorten vinden er hun plek.

Het is vrijwel onmogelijk dat een ingreep geen direct effect heeft op aanwezige soorten. Gezien de kwetsbaarheid en waarde van de flora en fauna moet je bij dynamiseringsprojecten daarom rekening houden met de impact op aanwezige soorten. Dit kan beperkingen opleggen als het soorten zijn met een beschermde status of die als habitatrictlijnsoorten (voorbeelden zijn: groenknolorchis, nauwe korfslak, zandhagedis, rugstreepblad en de meervleermuis) of als vogelrichtlijnsoorten (zoals tapuit, blauwe kiekendief, velduil en wulp) voor een dungebied zijn aangewezen. Daarom is het van belang om bewuste keuzes te maken op basis van beschikbare inventarisatiegegevens (bijvoorbeeld via de Nationale Databank Flora en Fauna NDFF).

4.3.2 Flora-elementen die aandacht verdienen

De afgelopen jaren zijn veel kenmerkende plantensoorten van de duinen in verspreiding vooruitgegaan. Dit komt door maatregelen die duinbeheerders hebben genomen (Compendium voor de Leefomgeving, zonder datum). Vaak gaat dynamisering hand in hand met revitalisering van het achterliggende gebied via bijvoorbeeld rooien, klepelen, plaggen, maaien of begrazen. Daarbij is het van belang om goed na te gaan waar eventuele bijzondere vegetaties aanwezig zijn. Overweeg deze te markeren en uit te zonderen van eventuele verstoringen. Voor habitatrichtlijnsoorten zoals de groenknolorchis is bescherming van de groeiplaats verplicht. Naast opvallende, gevarieerde natte duinvalleien met slanke gentiaan, teer guichelheil, parnassia, kan een beschermingswaardige vegetatie ook minder opvallend zijn, zoals duinhellingen met bijzondere mossorten, maanvaren en klein wintergroen.



Figuur 31. Gewone vleugeltjesbloem (links), gelobde maanvaren (rechts) beide Terschelling (Foto M. Nijenhuis).

Niet alle te beschermen plantensoorten zijn te helpen met dynamisering. Een aantal soorten als de groenknolorchis, parnassia, knopbies enz. moeten het vooral hebben van kustuitbreiding, waarbij jonge nieuwe duinvalleien zich kunnen vormen en ruimte ontstaat voor deze soorten. Bij wijze van voorbeeld: de groenknolorchis is een beschermde habitatrichtlijnsoort die vooral voorkomt in kalkrijke natte duinvalleien. Bij voldoende kalk, via bijvoorbeeld de aanvoer van kalkrijk grondwater, kan de soort tientallen jaren in een duinvallei voorkomen. Bij veroudering van de vegetatie en verzuring ruimt de soort het veld. De gewenste kalkrijkdom kan worden bewerkstelligd door overstuiving met kalkrijk zand, maar dan verdroogt de vallei juist, zeker als er een zandlob in migreert. Uitstuiving kan wel een tijdelijke oplossing zijn. Dynamisering is daarmee maar beperkt een weg tot behoud van de soort. Natte duinvalleisoorten hebben overigens wel baat bij dynamisering, wanneer aansluitend op de zeereep ook landwaarts door uitstuiving tot op het grondwater nieuwe natte duinvalleien ontstaan. Dit is al bij verschillende projecten succesvol gebleken.

4.3.3 Fauna-elementen die aandacht verdienen

Kenmerkende faunasoorten, vooral broedvogels, dagvlinders en reptielen, zijn echter achteruitgegaan sinds 1990 (Compendium voor de Leefomgeving, zonder datum).

Als hierboven besproken, zijn er speciale soorten die extra bescherming genieten. Als uit monitoringsresultaten blijkt dat ze ter plekke van de beoogde maatregel voorkomen, dan zijn speciale ontheffingen nodig. Doe daarom altijd vooraf een toets en indien er indicaties voor aanwezigheid van een populatie zijn, ook een uitgebreide inventarisatie. Ook zijn er gevallen bekend waarbij met succes kleine faunaelementen zijn verhuisd uit de beoogde verstuivingsgebieden naar andere gebieden.

Vaak gaat dynamisering hand in hand met redynamisering van het achterliggende gebied via bijvoorbeeld klepelen en plaggen. Daarbij is het van belang om goed na te gaan waar eventuele bijzondere faunaconcentraties aanwezig zijn. Overweeg deze te markeren en uit te zonderen van eventuele verstoringen. Hieronder volgt een kort overzicht van een aantal diergroepen waarop gelet moet worden bij dynamiseren.

4.3.3.1 Mollusken

Regelmatig zien we vrij grote concentraties slakken in de duinen. Met 20-50 tot meer dan 100 eieren per legsel en soms meerdere legsels per jaar vormen slakken een belangrijke voedselbron voor roofdieren (roofslakken, keverlarven, vogels, spitsmuizen, egels en sommige knaagdieren) en parasieten en vormen dus een belangrijke schakel in het voedselweb. Veel slakkensoorten hebben het moeilijk in Nederland. De nauwe korfslak is als habitatrichtlijnsoort in veel duingebieden aanwezig en daarmee een belangrijk aspect bij uitvoering van dynamiseringsprojecten..

De meeste kleine slakkensoorten leven vlak aan het aardoppervlak in de strooisel laag. Sommige soorten klimmen in planten of leven op boomstammen waar ze gewoonlijk van lichenen of algen leven. Veel soorten zijn in rusttoestand te vinden op koele schaduwrijke plaatsen verscholen onder hout, de strooisel laag, dichte vegetatie of iets onder het aardoppervlak. Naaktslakken verschuilen zich bij voorkeur dieper onder de grond of in spleten in hout. Bij ingrepen voor dynamisering wordt, door rooien, klepelen, maaien en plaggen, de vegetatie en de strooisel laag verwijderd en daarmee het biotoop voor slakken.

Net als bij veel andere biota treedt er een zekere zonerings op in landslakken. In de helmduinen aan de zeezijde kunnen de redelijk zeldzame bolle duinslak en segrijnslak voorkomen. Dat is niet altijd per se het geval; tijdens een onderzoek in de Coepelduinen zijn geen landslakken gevonden (<https://edepot.wur.nl/546655>). Aan de luwe zijde tussen duindoorsruweel komen meer soorten voor: naast generalisten als zwartgerande tuinslak, bolle duinslak, segrijnslak en grofgeribde grasslak zijn er ook valse clausilia, langwerpige barnsteenslak en doorschijnende glasslak en meer soorten te verwachten. Rondom de natte duinvalleien kunnen ook grotere slakken als de wijngaardslak massaal voorkomen. Een aantal van deze soorten staan momenteel behoorlijk onder druk en het kan wijs zijn om hier en daar plekken te ontzien om herkolonisatie te vergemakkelijken.

Veel grotere landslakken kunnen ongeveer een kilometer per week afleggen. Zelfs na zeer grootschalige dynamisering kan het gebied weer vrij snel worden gekoloniseerd vanaf de randen, als de condities (plantengroei en strooisel laag) in het verstuiwingsgebied weer goed zijn. Andere soorten zijn minder mobiel en zijn dermate bedreigd dat het aan te raden is om transplantaties van deze soorten uit te voeren uit het verstuiwingsgebied (bijvoorbeeld transplantatie Nauwe korfslak) en ze misschien zelfs later weer terug te brengen.

In duinmeertjes en natte valleien kunnen ook zoetwatermollusken voorkomen die waarschijnlijk zijn 'ingevlogen' met vogels. Vaak gaat het maar om enkele soorten. Veel Nederlandse zoetwatermollusken zijn bedreigd. Vanuit dat oogpunt is het zaak goed na te denken in hoeverre je wilt dat een duinmeertje gedempt wordt door dynamiek, of dat je dynamisering iets verlegd kan worden.

4.3.3.2 Insecten

Insecten hebben een beperkt leefgebied. Veel soorten brengen hun hele leven door op 10 m². Met name niet-vliegende insecten hebben het waarschijnlijk moeilijk om een gebied na dynamisering weer



te koloniseren. De vraag die je per groep moet stellen is: is het daarmee van belang om niet alle voorkomens in een gebied op te ruimen als je gaat dynamiseren (naar analogie van het sinusmaaien)? Is dat mogelijk? Zijn er speciale insecten die afhankelijk zijn van de zeereep en achterliggende witte en grijze duinen? Omgekeerd zullen ook een aantal soorten profiteren van verstuivingsprojecten. Hieronder volgt een korte bespreking aan de hand van voorbeelden.

Kevers

Echte zeereepsoorten hebben belang bij dynamiek. Zo zijn er in dynamische begroeiingen in dynamische gebieden niet alleen veel meer larven van de kleine julikever, maar kunnen ze ook na 1 i.p.v. 2 jaar volgroeid zijn. Er kunnen dus meer kevers vliegen, wat weer gunstig is voor hun predatoren. Zo wordt het verdwijnen van de grauwe klauwier als broedvogel in de Nederlandse duinen wel gekoppeld aan de afname van de kleine julikever door de vastgelegde zeereep.

Bijen en wespen

De meeste soorten solitaire bijen nestelen in de grond. Zandige open landschappen zijn van groot belang; dicht groeien van vegetaties vermindert de mogelijkheid om te nestelen. Belangrijk is ook dat voedselplanten niet veraf staan. Wanneer nestgelegenheid bij voldoende voedsel de beperkende factor is, kan dynamiek voor een snelle toename zorgen.

Dagvlinders

Een dynamische zeereep en andere dynamische plekken in het open duin vormen het leefgebied van de kwetsbare heivlinder. Deze heeft plekken met open zand nodig. Andere kenmerkende duinvlinders zoals kleine parelmoervlinder (Rode Lijst status Kwetsbaar), duinparelmoervlinder (Bedreigd), grote parel moervlinder (Ernstig Bedreigd), aardbeivlinder (Bedreigd) en kommavlinder (Bedreigd) profiteren meer indirect van dynamiek. Door lichte instuiving wordt het grijze duin, met de voor hun rupsen belangrijke voedselplanten (duinviooltje, hondsviooltje, dauwbraam en buntgras) vitaler.

Sprinkhanen

In de drie habitattypen van de duinen (H2110 - Embryonale duinen, H2120 - Witte duinen en H2130* - Grijze duinen) wordt een drietal sprinkhanen als typische soorten genoemd: blauwvleugelsprinkhaan, knopsprietje en duinsabelsprinkhaan. Deze soorten zijn allen afhankelijk van een onbegroeide, snel opwarmende bodem en/of verstoorde plekken in de omgeving waarbij de blauwvleugelsprinkhaan vooral profiteert van kleinschalige dynamiek wat verder van de zeereep. Hetzelfde geldt voor de duinsabelsprinkhaan. Een gevarieerd duingebied met open stukken afgewisseld met helm- of grasvegetatie is ideaal voor deze (bijna) uitsluitend in de duinen voorkomende soorten.

Zweefvliegen

Van de duinbollenzweefvlieg zijn momenteel maar twee locaties bekend in Nederland, beide in de duinen. De soort is voor zijn voortplanting afhankelijk van het zandblauwtje. Indien deze voorkomt, is dat met zeer schaarse begroeiingen.





Figuur 32. Holen van Graafbijen, Schoorl (Foto A.P. Oost).

4.3.3.3 Amfibieën en Reptielen

Deze soorten hebben het over het algemeen moeilijk in Nederland en het is dus goed om erbij stil te staan wat dynamisering voor dit soort organismen betekent. Zo komen rugstreeppadden massaal voor in een vele kilometers lange primaire duinvalei achter de zeereep op Noordwest-Terschelling. Voor de beoogde dynamisering werd geconcludeerd dat het niet erg is dat deze vele kilometers lange natte duinvalei doormidden werd geknipt door de verstuiwingslob en was de dynamisering dus geen probleem.

De duinen zijn belangrijk als leefgebied voor de zandhagedis. Enige dynamisering kan bijdragen aan verbetering van het leefgebied van de zandhagedis, maar grootschalige dynamisering kan negatief uitpakken. De soort is gebaat bij mozaïeken van wit duin met grijs duin en duinheide afgewisseld met bijvoorbeeld open struwelen en duinroosjes-vegetaties. Dynamisering moet zo worden uitgevoerd dat deze vegetatietypen in mozaïeken aanwezig blijven met redelijke oppervlakten. Ook hier geldt dat je je altijd moet afvragen of je lokaal het beste deel van een leefgebied van een amfibieën of reptielensoort zoals de zandhagedis kunt ontzien in een dynamiseringsproject.

4.3.3.4 Vogels

Het eerste waar je rekening mee moet houden zijn broedkolonies. Op dergelijke plekken kun je beter niet ingrijpen. Enerzijds omdat het het succes van de kolonie kan aantasten. Anderzijds omdat de grote hoeveelheid nutriënten in de bodem de ontwikkeling van vegetatie aanjaagt. Vanzelfsprekend dient uitvoering buiten het broedseizoen te worden gepland. Er zijn echter ook wel voorbeelden (Schouwen) waarbij dynamisering geen negatieve invloed leek te hebben op een nabij gelegen grote meeuwenkolonie en mogelijk zelfs een positieve. Het met struweel dichtgroeïende duingebied werd steeds minder geschikt voor deze soort en de dynamisering hielp dit tegen te gaan. Het hangt dus ook zeker van de betrokken soorten en de ontwikkeling van het duingebied af.

In steile hellingen kunnen speciale nestgaten aanwezig zijn waar oeverzwaluwen in zitten. Het periodiek ontstaan van deze tijdelijk (stabiele) steilwanden zijn voor een oeverzwaluw (of bijeneter) van cruciaal belang als broedgelegenheid. Dergelijke plekken met nestgelegenheid moeten worden ontzien, net als konijnenholten waarin de tapuit broedt. Gebrek aan dynamiek in de duinen zorgt er sowieso voor dat deze soorten geen kans krijgen. Ook voor de tapuit is enige mate van dynamiek

noodzakelijk, met name lichte overpoeding van grijs duin. Dit zorgt voor kleinschalige open plekken, kalkrijk kwalitatief goed (bloeiend) kort- en lang grasland en bijbehorende insectenfauna waar de tapuit van kan profiteren (van Oosten 2015).



Figuur 33. Net achter de zeereep een eerdere dynamisering met nesten van oeverzwaluwen, Noord Texel (Foto A.P. Oost).

Verder komen in duinsystemen ook broedvogels als roodborsttapuit en soms ook velduil, blauwe kiekendief en wulp voor. Deze soorten broeden in grijs duin of in duinheide. Voor deze soorten is het van belang dat dynamisering niet te grootschalig wordt uitgevoerd, omdat daardoor broedgebied verloren kan gaan. Of een grootschalige ingreep moet op voldoende afstand van het leefgebied worden uitgevoerd. Ook voor deze soorten geldt weer dat lichte overpoeding van grijs duin bijdraagt aan de kwaliteit van hun leefgebied.

Uiteraard zal het verwijderen van struwelen en/of bossen ten gunste van dynamisering ook negatieve effecten hebben op verschillende soorten. Zo kunnen nachtegalen en sprinkhaanzangers hierdoor leefgebied kwijt raken. Een goede afweging over de voors en tegens van dynamiseringsprojecten moet vooraf gemaakt worden.

4.3.3.5 Zoogdieren

Een zeer belangrijke soort in de duinen is het konijn, niet zozeer vanwege zijn zeldzaamheid, maar vanwege zijn bijdrage aan het 'beheer'. Het konijn vervult namelijk, met haar gegrave en geograas, een sleutelrol bij het open houden van het duin en de instandhouding en herstel van het habitatype Grijze duinen. Door een gebrek aan konijnen in veel duinsystemen vindt er relatief veel vergrassing en verstruiking plaats en groeien de duinen op veel plaatsen dicht. Dat is nadelig voor veel soorten die afhankelijk zijn van relatief open duinsystemen. Soorten die profiteren van de aanwezigheid van konijnen in de duinen zijn onder andere de bergeend, de tapuit en duinviooltjes. Helaas heeft het konijn het op veel plekken zwaar vanwege de vele virusziekten. Momenteel wordt op plekken geprobeerd de konijnenpopulatie te versterken door de inbreng van gevaccineerde konijnen (zie hiervoor [het werkprotocol Konijnen uitzetten voor populatieherstel](#)). Recent is ook onderzoek gedaan naar de mogelijkheid van herstel van populaties in de kustduinen (Dekker *et al.* 2022).

Zeereepdynamisering kan bijdragen aan het ontstaan en/of in stand houden van leefgebied voor konijnen. Zoek vooral uit hoe het gesteld is met de konijnenpopulatie in het gebied. Als er al een

goede populatie aanwezig is, is er waarschijnlijk al een grote dynamiek. Indien deze er niet is maar er wel dichtbij konijnen voorkomen, dan kunnen enkele aanvullende maatregelen mogelijk helpen om het konijn te faciliteren in het dynamiseringsgebied (zie hiervoor het eerdergenoemde werkprotocol).



Figuur 34. Konijnenhol met hondsvioltje op de voorgrond – Terschelling (Foto M. Nijenhuis).

Nederland kent weinig endemische muizensoorten – soorten die alleen in ons land voorkomen. De (ondersoort van de) Noordse woelmuis is er echter wel één. De soort is een relict van de laatste ijstijd die hier is blijven hangen en zich verder ontwikkeld heeft en momenteel sterk onder druk staat. Met name concurrentie met andere soorten zoals de aarmuis is een bedreiging voor het voortbestaan van deze soort. De duinen zijn niet het belangrijkste leefgebied voor de Noordse woelmuis in Nederland, maar de soort komt vooral op Texel nog vrij talrijk voor en ook in het noordelijk deel van de Zuidwestelijke Delta. Met name in de wat ruigere duinvalleien is de soort nog wel eens te vinden en daarom een factor om rekening mee te houden. Dynamisering lijkt in eerste instantie slecht uit te pakken voor deze soort en daarom is het goed om vooral te bekijken of de Noordse woelmuis in het plangebied voorkomt en of het leefgebied niet ontzien kan worden.

5 Antropogene randvoorwaarden

21. Ook de mens stelt beperkingen.

Naast abiotische en biotische factoren zijn ook de antropogene factoren, de invloeden van de mens, van enorm belang voor de (on)mogelijkheden en het succes van dynamisering in de duinen. Je kunt alleen daar waar het de waterveiligheid, bebouwing en drinkwaterwinning niet aantast, verstuiving toepassen, in afstemming met belanghebbenden. Lokaal moet je ook nog rekening houden met cultuurhistorische waarden en restanten van munitie. Verder moet je oppassen met overlast voor de aanwezige infrastructuur. Als bijvoorbeeld een fietspad volledig overstoven raakt, zou gezocht kunnen worden naar een alternatief tracé, maar dan moeten er wel alternatieven voorhanden zijn.

In de huidige omstandigheden, met een snel veranderend klimaat en een versnelling van de zeespiegelstijging, zullen discussies gevoerd gaan worden over de houdbaarheid van bepaalde infrastructuur. Vanuit beheer kan op deze discussies worden ingespeeld of wellicht aangehaakt. Dit zou op de langere termijn meer, nieuwe, of andere mogelijkheden voor dynamiseringsprojecten kunnen scheppen.

5.1 Bebouwing

22. Is er sprake van bebouwing in je te dynamiseren gebied? Dynamisering en bebouwing verdragen elkaar slecht: houd daar rekening mee.

Bij bebouwing zoals de kustdorpen, campings en achter de zeereep liggende recreatieparken, huizen of boerderijen kan verstuiving voor veel overlast zorgen. Strandbebouwing zoals horecagelegenheden en strand- en zomerhuisjes kunnen de dynamiek van de zeereep reduceren. Achter paviljoens die niet op palen staan, of een gesloten rij strandhuisjes, komt minder zand terecht en is de morfologische ontwikkeling van de zeereep duidelijk anders (minder natuurlijk) dan zonder bebouwing. (Löffler, 2010).

Waar bebouwing aanwezig is, is het vaak vrijwel onmogelijk om verstuiving op gang te brengen, ondanks dat het wel erg wenselijk kan zijn. Wel kan gekeken worden naar de mogelijkheid om plannen klaar te hebben liggen voor het geval de bebouwing afgebroken of vervangen wordt, om dan snel een dynamiseringsproject te kunnen uitvoeren voordat nieuwe bebouwing verschijnt. Bij bebouwing op hoge palen zijn er meer mogelijkheden voor verstuiving als er voldoende ruimte is tussen bebouwing en duinvoet. Het beheer van de kust op locaties waar bebouwing staat is anders dan waar geen bebouwing staat. Het beheer heeft ook grote invloed op de dynamiek in het duin. Omdat dynamiseringsingrepen in de vorm van grote stuifkuilen of kerven vaak publiek trekken, is de aanleg hiervan op korte afstand van recreatieve voorzieningen niet handig. De kans is groot dat de boel plat gelopen wordt. Je kunt overwegen een deel van de dynamiseringsingrepen toegankelijk en daarmee beleefbaar te maken. Dit kan een optie zijn als daarmee de (recreatie)druk van de rest van het terrein kan worden weggenomen. Communicatie en voorlichting kan de kans op betreding verkleinen. Ook kan overwogen worden om een afrastering te plaatsen met bordjes 'rustgebied voor dieren'.

Het is belangrijk je dynamiseringsproject te bespreken met de strandbeheerder, vaak de gemeente. Deze geeft vergunningen af voor het strandgebruik en verzamelt afval.

5.2 Waterveiligheid en beheer

23. Waterveiligheid. Ga met de beheerder van de primaire waterkering na wat voor eisen deze stelt en welke eventuele winst te behalen is. Kijk ook na wat het huidige en toekomstige beheer van de kust en de zeereep is.

Vóór de meeste duinen van Nederland voor bewoonde gebieden is een zogeheten primaire waterkering aanwezig (zie voor een definitie de begrippenlijst in Bijlage 2). Hier mag de toelaatbare overstromingskans niet overschreden worden. Het is daarom een belangrijke randvoorwaarde bij de uitvoering van projecten dat, waar de zeereep onderdeel uitmaakt van de legger van een primaire waterkering, er afstemming moet plaatsvinden met de waterkeringbeheerder. Zeereepdynamisering kan ook ingezet worden om de achterliggende primaire kering te versterken. Dit is echter lokaal maatwerk en wordt besproken in hoofdstuk 3.

Hoe ligt in jouw gebied de primaire waterkering? Is het alleen de zeereep of tellen ook de achterliggende duinen mee voor de waterveiligheidsberekening? Welke eisen stelt het Waterschap of Rijkswaterstaat ter plekke aan dynamiserende ingrepen? Vaak vallen werkzaamheden onder een vergunningsplicht. Overleg de eisen en wensen t.a.v. de primaire waterkering met de beheerders ervan.

5.2.1 Actueel beheer en ontwikkeling zeereep

Voor 1990 toen er nog geen sprake was van kustsuppleties om de kust op haar plek te houden, moest door middel van stuifschermen en het planten van helm zoveel mogelijk zand worden vastgelegd. Wettelijk was men verplicht om elke stuifkuil vast te leggen met helm, rietpoten of duindoorn. Wanneer de zeereep sterk erodeerde kon met hulp van bulldozers vanaf het strand en incidenteel ook vanuit een verdroogde vallei een nieuwe zeereep (duindijk) worden geschoven en beplant met helm. Dit diende als buffervoorraad om bij storm af te kunnen slaan. Zo trachtte men kustachteruitgang tegen te gaan. Vanaf 1990 en met name vanaf 1995 wordt kustachteruitgang tegengegaan door systematisch suppleren. Eerst vooral met strandsuppleties, vanaf eind jaren '90 kwamen hier ook vooroeversuppleties bij. Hierdoor verviel op veel plaatsen de noodzaak om de zeereepduinen stringent te handhaven. Daar waar achter de zeereep bijzondere waarden aanwezig zijn of de zeereepduinen samenvallen met de primaire waterkering, kan het handhaven van het oude vastleggingsbeheer nog steeds nodig zijn. Met het toenemen van het suppletievolume nam langs de Nederlandse kust ook het duinvolume toe in de zeereep (IJff et al. 2019).

Informatie over beheer is terug te vinden in de beheerbibliotheken in opdracht van Rijkswaterstaat, die regelmatig worden herschreven. Een beheerbibliotheek bevat per kustvak de kennis over de werking van het kuststelsel (morfologie, ecologie en socio-economie) en effecten van suppleties. Hierin is informatie te vinden over de (lange termijn) ontwikkelingen van de duinen. Alle beheerbibliotheken kunnen worden gevonden op: <https://publicwiki.deltares.nl/pages/viewpage.action?pageId=131142282>



5.2.2 Suppleties

In principe wordt de basiskustlijn op zijn plek gehouden, als dat moet met suppleties. De kustontwikkeling wordt jaarlijks gemeten en gerapporteerd in de [kustlijnkaarten](#): (zie paragraaf 3.3.2). Op grond hiervan beslist Rijkswaterstaat waar en wanneer gesuppleerd moet worden. Over het algemeen is voor de komende jaren bekend waar gesuppleerd gaat worden. Check daarvoor: [Planning van het kustonderhoud | Rijkswaterstaat](#). Het suppleren maakt dat de kustontwikkeling wat gedempt verloopt. Kustafslag wordt meestal onderdrukt of beperkt. Doordat er veel meer zand in het systeem omgaat is op veel plaatsen afslag overgegaan in (lichte) aangroei.

Suppleties vormen een bron van zand, wat gebuikt kan worden om dynamiek te versterken. Duinvorming aan de zeezijde als gevolg van een overmaat aan zand voor de zeereep kan het succes van dynamisering juist verminderen. De enorme toename van embryonale duinen langs de kust is zeer waarschijnlijk ook het gevolg van suppleren. Het is daarom belangrijk dat je overlegt met Rijkswaterstaat om na te gaan: 1) waar en wanneer suppleties plaats gaan vinden; 2) welke vorm ze hebben (vooroever of strand); 3) hoe groot ze zijn en 4) of planning en ontwerp van de suppletie en / of het dynamiseringsproject bijgesteld moet en kan worden om de natuurdoelen en de suppletiedoelen effectiever of goedkoper te bereiken. Belangrijke factoren bij de aanleg van suppleties op het strand zijn bijvoorbeeld:

- de maximale aanleghoogte van de suppletie. Aanleg boven 2.5m NAP betekent dat het strand vrijwel nooit overspoeld wordt door golven, het zand niet gesorteerd wordt en schelpen het oppervlak gaan bedekken, wat de verstuiving sterk belemmert.
- de korrelgrootte: schelpen (te grof) en klei (te fijn) hebben beide een negatieve invloed op verstuiving. Let op: de gemiddelde korrelgrootte of mediaan van het aan te brengen zand zegt niets; het gaat om de korrelgrootteverdeling, dus ook juist om het gehalte aan schelpen en klei.



Figuur 35. Strandsuppletie ter hoogte van de Hoornderslag, Texel, 2021 (Foto A.P. Oost).

5.2.3 Historisch gebruik en voormalige inrichtingsmaatregelen

Is er sprake van historisch gebruik/beheer zoals beweidinggronden (is er sprake van oude tuinwallen of sloten, die je mogelijk wilt behouden/verwijderen?), kustverdediging, drinkwaterwinning en natuurbeheer? Is er sprake geweest van duinversterkende maatregelen, zoals het aanleggen of

versterken van duinrijen? Wees erop verdacht dat in het verleden wel eens onorthodoxe middelen zijn ingezet om duingroei op gang te brengen zoals het aanbrengen van schermen van jonge dennenbomen en kerstbomen. Ook is er een geval bekend dat bij Paal 9 op Texel een aantal autowrakken zijn geplaatst in een stuifkuil (inmiddels gesaneerd). Ook kunnen onderduins mogelijk structuren aanwezig zijn zoals kleine dijkes, verharde paden, bunkers en dergelijke.

Zijn in het verleden duinen aangelegd/gesuppleerd? Dit gebeurde regelmatig met grover, hoekig en schelpenrijk zand. Informatie is vanaf 1965 beschikbaar bij Rijkswaterstaat. Ook waterschappen, waterwinbedrijven, natuurbeheerders en gemeenten kunnen nog hebben ingegrepen in de duinen. Dit moet ter plekke nagegaan worden.

Ook is het goed om na te gaan wat er al aan beheer is uitgevoerd in het verleden, in en bij het beoogde gebied. Dat helpt richting te geven aan de eigen maatregelen, maar misschien kunnen zaken ook gecombineerd worden: het kan bijvoorbeeld interessanter zijn om een overpoedering plaats te laten vinden op een gebied wat een paar jaar daarvoor is geplagd of wat intensief begraaasd wordt.

5.3 Waterwinning en hydrologische situatie

24. Is er sprake van waterwinning in het achterliggende duingebied, of bodemvervuiling? Kijk hoe dynamisering de hydrologische situatie kan veranderen.

Vanwege de zoetwatervoorraad in het duingebied vindt er op verscheidene plekken drinkwaterwinning plaats. Duindynamisering kan effect hebben op drinkwaterwinningen. Bij een afslagkust neemt de breedte van het duinmassief af, waardoor de zoetwaterbel kleiner wordt. Duindynamisering kan dit proces versterken en de mogelijkheden voor onttrekking van zoet grondwater verder verminderen. Maar ook verbreden van het duinmassief kan onverwachte gevolgen hebben. Door de aanleg van de Zandmotor verschoof de waterscheiding in het duinmassief richting de zee en stroomde vervuild grondwater van een stortlocatie richting de drinkwaterputten (Lackin & Stuurman, 2014). Er moesten pompen worden geïnstalleerd om het vervuilde grondwater af te vangen, wat een zeer kostbare maatregel is.

Bij het graven van kerven kan zoutwater het duin instromen als de ingang te diep wordt uitgegraven of te snel uitstuift. Hierdoor kan het zoete grondwater plaatselijk verzilt en onbruikbaar worden voor drinkwater (Provincie Zeeland, 2019). Bij alle autonome en aangelegde kerven langs de Nederlandse kust is de hoogte nog zo dat de zee niet naar binnen kan stromen. Alleen bij de Kerf bij Schoorl was dit nadrukkelijk de bedoeling, maar ook daar is de minimale hoogte door verzanding snel toegenomen, waarna de zee geen toegang meer had tot de achterliggende vallei. Infiltratieplassen van een drinkwatervoorziening zijn gevoelig voor inwaaien van zand; dit moet zoveel mogelijk worden voorkomen of er moet rekening worden gehouden met aanvullend beheer om infiltratieplassen door uitdiepen in stand te houden (Arens et al., 2007a).

Een tot nog toe onderbelicht onderwerp, dat naar verwachting snel veel aandacht zal vragen, is de zoetwaterbeschikbaarheid in en rond duingebieden. Zoals in paragraaf 2.2.7 beschreven heeft een duingebied meer mogelijkheden dan bijvoorbeeld een polder om het neerslagoverschot in het winterhalfjaar op te vangen en vertraagd af te voeren. Omliggende polders profiteren gedurende periodes met een neerslagtekort van dit vertraagd afstromende zoete water uit het duingebied. Enerzijds voor peilhandhaving en anderzijds om verzilt water door te spoelen. Hoe groter en hoger en hoe minder gedraineerd een duingebied is, des te beter en langer het deze functie kan vervullen.



Met name in zeer droge perioden tijdens het groeiseizoen is men in polders achter de duinen van de Zeeuwse delta en van de Waddeneilanden afhankelijk van deze nalevering. Deze gebieden hebben namelijk nauwelijks alternatieven; ze kunnen niet gevoed worden met zoetwater uit de grote rivieren. De verwachting is dat de zoetwaterbeschikbaarheid vanuit het duingebied in de toekomst verder afneemt als gevolg van zeespiegelstijging. Zeespiegelstijging zorgt ervoor dat de grootte van de zoetwaterbel afneemt en dat de verzilting in de achterliggende polders toeneemt. In kleine duinmassieven zullen dergelijke droogteproblemen eerder optreden (Gu Oude Essink, pers. Com). Een van de manieren om voldoende zoetwater in de duinen te bewaren voor droogteperioden is om ze in de breedte en/of de hoogte te laten groeien. Het inzicht dat daarvoor duinkerving en zandinwaaiing een oplossing kunnen vormen, begint zich te ontwikkelen.

Inmiddels is bekend dat op veel plaatsen in de duinen van in ieder geval het vasteland, PFAS/PFOS in de zeereep aanwezig is. Hier is nog geen beleid over ontwikkeld behalve dat dergelijk 'besmet' zand niet uit duinen mag worden verwijderd, of anders als vervuilde grond moet worden behandeld. Als het echter in het terrein blijft mag het wat wel verplaatst worden. Dit sluit aan bij de wensen van de waterveiligheid beheerders (waterschappen en RWS), die over het algemeen verlangen dat het zand in de kustvakken blijft indien het verwijderd wordt.



Figuur 36. Waterput in de duinen van Schouwen. Waterwinning is op veel plaatsen langs de Hollandse kust een belangrijke factor (Foto M. Nijenhuis).

5.4 Infrastructuur

25. Ga na wat er boven en onder de grond aan infrastructuur ligt waar je rekening mee moet houden.

Bij infrastructuur gaat het vooral om wegen en paden die vlak achter het zeereepduin zijn aangelegd: strandovergangen, parkeerplaatsen, elektriciteitskabels en gasleidingen. Belangrijk is dat deze zaken niet overstuiven (fietspad) of niet vrij stuiven (kabels, leidingen). Als leidingen overstoven raken, neem dan contact op met de leidingbeheerder en overleg of extra overstuiving een probleem kan opleveren (denk aan extra gewicht of periodieke controles). Voor ondergrondse infrastructuur: check op Kabels en Leidingen Informatie Centrum (<https://www.kadaster.nl/zakelijk/registraties/landelijke-voorzieningen/klic>). Soms is een alternatief mogelijk, bijvoorbeeld verplaatsing van infrastructuur of

acceptatie van overstuiving van wegen en paden. Maar vaak zal infrastructuur een harde randvoorwaarde zijn die bepalend is voor wat er mogelijk is aan dynamisering. Dit kun je van te voren het beste afwegen. Een alternatief is om te bezien hoe groot het probleem wordt en dan, indien nodig, alsnog tot een bijstelling over te gaan.



Figuur 37. Bij Schouwen is door de verstuiving een strandopgang niet langer begaanbaar (Foto M. Nijenhuis).



Figuur 38. Op Vlieland lag het fietspad kort achter de zeereep. Deze is verlegd, zodat er geen overlast is door verstuiving (Foto M. Nijenhuis).

5.5 Archeologische waarden en munitie

26. Doorloop het Archeologische Monumenten Kaart traject en bedenk van tevoren hoe je omgaat met historische resten die vrij kunnen komen bij dynamisering. Denk daarbij ook aan munitie.



Bij uitvoeren van maatregelen moet ook rekening worden gehouden met de aanwezigheid van archeologische waarden en munitie. Beide zorgen ervoor dat er extra maatregelen getroffen moeten worden.

5.5.1 Munitieresten

Op veel plaatsen zijn er in de (water)bodem ontplofbare oorlogsresten aanwezig (voorheen conventionele explosieven (CE) of niet-gesprongen explosieven (NGE)), zoals munitie, vliegtuigbommen, granaten en landmijnen. Voor de aanwezige munitie kan het zijn dat er extra veiligheidsmaatregelen nodig zijn bij de werkzaamheden (bijvoorbeeld een gepantserde graafmachine) en dat men zich bewust moet zijn van de mogelijkheid dat er munitie vrij stuift nadat de verstuiwing op gang is gekomen. Voor munitie en dergelijke kan informatie verkregen worden bij de omgevingsdiensten <https://www.omgevingsdienst.nl/> en gemeenten. Het ruimen van munitie kan een behoorlijke extra kostenpost betekenen.

5.5.2 Archeologische waarden

Bij ingrepen ten behoeve van natuurontwikkeling dient het Archeologisch Monumenten Kaart (AMK) traject doorlopen te worden. Dit begint met bureauonderzoek of er mogelijk archeologie te verwachten is, en dat kan eventueel aanleiding zijn voor een verder traject wat kan leiden tot verkennend booronderzoek, proefsleuven graven of zelfs een volledige opgraving. Het is lang niet altijd nodig de hele trits te doorlopen, want elk volgend stadium is afhankelijk van de bevindingen van het voorgaande stadium. Aangetroffen archeologische waarden kunnen er dus voor zorgen dat nader archeologisch onderzoek uitgevoerd moet worden en dat er een Monumentenvergunning moet worden aangevraagd. Dit kan in uitzonderlijke gevallen vertraging opleveren, maar met een stukje planning en gezamenlijk overleg kan het archeologische werk meestal goed worden ingepast in de werkzaamheden ten behoeve van natuurontwikkeling. Dit deed zich onder andere voor tijdens het project dynamisering van de Meeuwenduinen op de Kop van Schouwen. Daar bleek uit archeologisch vrijwilligersonderzoek dat prehistorisch tot en met middeleeuws vondstmateriaal in diverse duinvalleien aanwezig was. Dit materiaal werd gedurende diverse monitoringscampagnes geborgen en gedocumenteerd. Om dynamisering mogelijk te maken in het gebied werd aanvullend archeologisch bureauonderzoek uitgevoerd naar de trefkans van archeologische waarden en is een vijfjarig monitoringsprogramma ingesteld na het moment van dynamisering. Extra vergunningen bleken nodig en die leidden tot een vertraging van twee jaar (Provincie Zeeland, 2019). Vanwege de mogelijke aanwezigheid van archeologische waarden mocht niet dieper dan 0,2m geplagd worden.





Figuur 39. Vrijwilligers van de AWN Nederlandse Archeologievereniging documenteren vondsten in één van de stuivende valleien in de Meeuwenduinen, Kop van Schouwen. De donkere bult waar alle aandacht naar uit gaat is een door de wind uitgeprepareerde water/afval kuil uit de late ijzertijd (Foto Timco van Brummelen, Den Haag, 2016).

Er zijn inmiddels legio ingrepen in het Hollandse duingebied geweest die archeologische waarden hebben aangetast. In de meeste gevallen konden werkzaamheden uiteindelijk wel uitgevoerd worden.

Ook de aanwezigheid van bunkers (voornamelijk resten van de Atlantikwall) kunnen het uitvoeren van dynamisering in de weg staan. Vaak zijn dit beschermde monumenten, soms herbergen ze vleermuizenpopulatie. Het vrij stuiven van bunkers die daarmee weer toegankelijk worden kan ook een veiligheidsprobleem opleveren omdat het veel publiek aantrekt. Voor archeologische waarden (inclusief landschap) zie <https://www.cultureelerfgoed.nl/onderwerpen/bronnen-en-kaarten/overzicht> en check bij de gemeente.



Figuur 40. Op meerdere plekken in de duinen kunnen nog restanten van munitie of granaten vanuit de Tweede Wereldoorlog aanwezig zijn, of zelfs, zoals bij De Geul op Texel, van de Eerste Wereldoorlog. Dit geldt ook voor plekken waar Defensie actief is geweest, zoals bij de Noordsvaarder op Terschelling (Foto M. Nijenhuis).

5.6 Stikstofdepositie

27. Maak een inschatting van de invloed van stikstofdepositie op de nieuwe natuur die je creëert.

De stikstofdepositie is nog steeds te hoog in de kuststrook. Die depositie daalt weliswaar al tientallen jaren, maar is vaak nog steeds te groot voor behoud en kwaliteitsverbetering van stikstofgevoelige habitats. Vooral de kalkarme grijze duinen zijn gevoelig voor de hoge stikstofdepositie, waar het leidt tot vergrassing, verdere verzuring en verlies aan biodiversiteit. Van alle duinhabitattypen hebben Grijze duinen verreweg de laagste kritische depositie waarde (KDW). En aangezien Nederland een relatief groot deel van de grijze duinen in Europa herbergt, geeft dit wel aan hoe groot het stikstofprobleem is. Om na te gaan of de lokale stikstofdepositie de actuele kritische depositiewaarden overschrijdt kan de waarden in figuur 41 vergeleken worden met de uitkomsten van het Aerius model (het rekeninstrument Monitor 14.2.1) om de stikstofdepositie te bepalen in de actuele situatie en in de komende decennia.

Code Subtype	Habitatype	Subtype	KDW (mol N/ha/jaar)
H2110	Embryonale duinen		1429
H2120	Witte duinen		1429
H2130A	Grijze duinen	Kalkrijk	1071

H2130B	Grijze duinen	Kalkarm	714
H2130C	Grijze duinen	Heischraal	714
H2140A	Duinheiden met kraaihei	Vochtig	1071
H2140B	Duinheiden met kraaihei	Droog	1071
H2150	Duinheiden met struikhei		1071
H2160	Duindoornstruwelen		2000
H2170	Kruipwilgstruwelen		2286
H2180Abe	Duinbossen	Droog berken eikenbos	1071
H2180Ao	Duinbossen	Droog overig	1429
H2180B	Duinbossen	Vochtig	2214
H2180C	Duinbossen	Binnenduinrand	1786
H2190A0m	Vochtige duinvalleien	Open water oligo- tot mesotrofe variant	1000
H2190Ae	Vochtige duinvalleien	Open water matig eutrofe variant	2143
H2190B	Vochtige duinvalleien	Kalkrijk	1429
H2190C	Vochtige duinvalleien	Ontkalkt	1071
H2190D	Vochtige duinvalleien	Hoge moerasplanten	>2400

Figuur 41. Relevante kritische depositiewaarden van de habitattypen en leefgebied van soorten (Van Dobben, Bobbink, Bal en Van Hinsberg, 2012).

5.7 Draagvlak

28. Draagvlak staat en valt bij communicatie. Communicatie is niet alleen zenden maar ook luisteren en partijen actief betrekken. Maak ze trots op het project.

Löffler (2010) geeft aan dat communicatie rondom dynamiseringsprojecten een belangrijke factor is. Door bijvoorbeeld goed uit te leggen dat de veiligheid niet in het geding is (en er juist van profiteert) en wat het doel van het project is, kan het draagvlak enorm toenemen. Vertel daarbij altijd het ware, correcte verhaal. Alle betrokken partijen en de omgeving dienen goed meegenomen te worden bij de totstandkoming.

Het gaat er daarbij om, om belanghebbenden niet alleen te informeren, maar hen indien mogelijk ook actief te betrekken bij het ontwerp. Denk aan communicatie via lokale media en berichten via sociale media als facebook en twitter, maar ook aan een excursie op een tijdstip dat goed uitkomt (bijvoorbeeld een rustige periode buiten het toeristenseizoen). Het kan ook heel goed werken om belanghebbenden mee te nemen naar een andere plek waar iets vergelijkbaars al is uitgevoerd.

5.7.1 Randvoorwaarden en afspraken met bewoners

Dynamiseringsmaatregelen in de (zee)duinen roepen bij bewoners geregeld een gevoel van onveiligheid op, omdat deze in gaan tegen het traditionele kustbeheer waarbij duinen op hun plek moesten blijven liggen. In de praktijk is gebleken dat het afspreken van concrete randvoorwaarden, zoals minimale hoogtes, helpen bij het geaccepteerd krijgen van maatregelen. Dit zijn vaak niet eens randvoorwaarden waarvoor aanpassing van het ontwerp nodig zijn, maar wanneer ze op papier staan geeft dit wel zekerheid (lees garanties) voor bewoners waardoor het vertrouwen toeneemt. Het is

daarbij ook heel goed om op de hoogte te zijn van historische ontwikkelingen van het gebied, zodat je ook de eventuele gevoeligheden kent.

Ook het idee dat er natuur verloren gaat, doordat bestaande natuurwaarden onder het zand verdwijnen, kan tot weerstand leiden. En, smaken verschillen, sommige bewoners of recreanten vinden een sterk dynamische zeereep er onverzorgd uitzien.

5.7.2 Tastbare voorbeelden in het veld tijdens excursies

Natuurbeheer is een vak apart en daardoor spreek je als beheerder niet altijd dezelfde taal als andere belanghebbenden. Werk daarom met concrete voorbeelden waar mensen zich iets bij voor kunnen stellen en gebruik termen die mensen begrijpen. Maak zichtbaar/tastbaar wat de bedoeling is. Een paar voorbeelden:

- Zet hoogtes uit in het veld en vergelijk die met bijvoorbeeld het strand. Wat in eerste instantie lijkt op een gat in de duinenrij, kan ook gezien worden als een laag duin dat nog steeds ruim voldoende hoogte heeft.
- Een grillige duinenrij ziet er voor veel mensen gehavend uit, terwijl dit juist zorgt voor een breder en dus veiliger duingebied. Een duin hoeft namelijk niet 16 meter hoog te zijn, je kan dat zand beter gebruiken om het duingebied te verbreden: een halfhoge maar dikke muur is steviger dan een hoge smalle muur.
- Neem belanghebbenden mee naar al uitgevoerde projecten. Het project beleven is een goede manier om draagvlak te creëren of te vergroten.

5.7.3 Communicatie binnen en tussen organisaties

Daarnaast is goede (interne) communicatie ook van belang, omdat er binnen en tussen organisaties wel eens schotten bestaan die de samenwerking niet ten goede komen. Naast het communiceren met de betrokkenen, is het ook goed om de belangrijkste partijen en hun belangen in kaart te brengen. Lokale kennis (weten wat er speelt) is hierbij essentieel om voldoende draagvlak te krijgen. Op basis daarvan kunnen ook gezamenlijk plannen worden ontwikkeld, waarbij begrip is voor elkaars doelen. En communiceer als gezamenlijke overheden/beheerders; het verhaal vanuit de natuur sluit vaak naadloos aan op het verhaal vanuit veiligheid. Zorg dat behalve de natuurbeheerder ook de kustbeheerder aanwezig is bij publieksmomenten.

5.8 Recreatie

29. Leid recreatie in goede banen.

Kerven zijn voor veel recreanten aantrekkelijk om te betreden, vooral vanaf het strand. Betreding zorgt voor verstoring, maar als de dynamiek groot is in vergelijking tot de betredingsintensiteit worden sporen van betreding snel uitgewist. Wanneer er echter te veel betreding is zal de geomorfologische ontwikkeling verstoord worden. Dit hoeft geen probleem te zijn voor de levering van zand naar het achterland, maar het kan wel een probleem vormen voor de optimale geomorfologische ontwikkeling (Arens, 2022). Zoals bij de doelen ook al aangegeven (Paragraaf 2.2.8 Doel recreatiezonering), kan het creëren of verbeteren van belevingsmogelijkheden van een deel van het project er voor zorgen dat de rest van het project zich ongestoord kan ontwikkelen.



5.9 Wet- en regelgeving

30. Ga ruim van tevoren na welke wet- en regelgeving van toepassing is en wat je op tijd moet opleveren om vertraging of afwijzing te voorkomen.

Bij het graven van kerven in de zeereep is het noodzakelijk om van tevoren te checken waar wat mogelijk is en onder welke voorwaarden. Naast de waterveiligheid die eerder is behandeld, moet er bijvoorbeeld ook rekening worden gehouden met de wet Natuurbescherming en de ontgrondingenwet. Dynamiseringsprojecten hebben vaak als doel om de kwaliteit van de habitats te verbeteren. Vanuit Natura 2000 en de Wet Natuurbescherming zullen ingrepen dan meestal ook geen problemen opleveren. Dit moet wel altijd getoetst worden bij de omgevingsdienst. Zeker als bestaande habitattypen (2160 Duindoorn) worden omgevormd naar andere typen (meestal 2120 Witte duinen en 2130 Grijs duinen) of als ten behoeve van dynamiseren het habitattype Embryonale duinen wordt weggehaald. Vergunningverlening wordt een stuk makkelijker als het dynamiseren van de zeereep is opgenomen in het natuurbeheerplan. Denk daar tijdig over na.

De volgende vergunningen zijn meestal nodig:

- Toestemming in verband met waterveiligheid
- Ontheffing Wet Natuurbescherming
- Toestemming voor ontgrondingen dieper dan 2 meter
- Aerius berekening
- Gemeentelijke ontheffingen

5.10 Rol Rentmeester

31. Haak vanaf het begin je rentmeester of grondzakendeskundige aan; die weet wat voor bepalingen er hangen aan de grond waar je wilt dynamiseren.

Vanaf het begin van een project is het belangrijk om een rentmeester of grondzakendeskundige aan te laten haken. Rentmeesters werken vaak wat meer in het zakelijk domein en wat minder in het natuurdomein. Dat maakt dat zij ook vaak op de hoogte zijn van tal van zakelijke aspecten die van belang kunnen zijn, waar een natuurbeheerder nooit aan zal denken vanuit zijn professie. Als een rentmeester vooraan in een proces betrokken is, kan dit onaangename verrassingen tijdens of na afronding van het project voorkomen.

Een rentmeester kijkt naar met name de privaatrechtelijke aspecten in het gebied dat bij de dynamisering en verstuuving betrokken is. Enerzijds de privaatrechtelijke verhoudingen in een gebied en anderzijds de waarde en waardeontwikkeling van betrokken objecten (gronden/gebouwen).

Denk daarbij onder andere aan:

- Eigendom en zakelijke rechten van de in het project betrokken kadastrale percelen en daaruit voortvloeiend privaatrechtelijke afspraken (overeenkomsten) die nodig kunnen zijn om een project uit te voeren met instemming van alle betrokken grondeigenaren of rechthebbenden. Obstakelvrij maken wordt dit wel genoemd. Denk aan andere eigenaren of (erf)pachters, of huurders. Wanneer je dit over het hoofd ziet, kan er sprake zijn van een onrechtmatige daad met mogelijk schadeclaims.
- Inzicht in financiële aspecten van het project op de waardeontwikkeling van de betrokken objecten ten gevolge van het project. In natuurgebieden zal dit niet erg spannend zijn, maar mogelijk wel in



de randen van de gebieden, waar een overgang naar economische activiteiten is of bij een economische enclave (bijvoorbeeld een strandpaviljoen) in het natuurgebied.

- In beeld krijgen van overige (niet kadastraal geregistreerde) gebruikers met een contract of vergunning in de betrokken gebieden. Indien deze er zijn, is het nodig om te communiceren over het tijdelijk geen of minder gebruik kunnen maken van het gebruiksrecht of de vergunning.
- Dynamisering van de zeeleep schept consequenties voor herijken “logische” eigendomsgrenzen. Bijvoorbeeld: tot aan de duinvoet ligt het eigendom bij Rijkswaterstaat, vanaf primaire duin ligt het eigendom bij een natuurbeheerder. Door dynamisering verandert in de loop der jaren de ligging van de duinvoet en zijn grenscorrecties (of ruilingen) nodig om logische eigendomsverhoudingen te continueren. Dit is wenselijk vanuit Subsiestelsel Natuur en Landschap (SNL) maar ook voor helderheid over beheer en toezicht, openstelling, aansprakelijkheid etc. Een aanpassing in de ligging van een duin(fiets)pad is ook een veel voorkomend voorbeeld van een gevolg van een verstuiwingsproject. Als de eigenaar van het natuurgebied en de eigenaar van het pad verschillend zijn, is een omvangrijke privaatrechtelijke exercitie nodig om eigendomsgrenzen weer passend te krijgen.
- Kabels en leidingenproblematiek door en onder natuurgebieden. Enerzijds is de controle hierop belangrijk en anderzijds bieden projecten in de zeeleep een kans (nu we toch bezig zijn...) en een bedreiging (bloot vallen) voor aanleg, beheer en onderhoud van kabels en leidingen.



Deel III Uitvoering

32. Uitvoering. Handen uit de mouwen!

Nu je op de hoogte bent van alle relevante randvoorwaarden en factoren kan je je plan gaan uitwerken. Wat heb je nodig om je doelen te bereiken? Voor welke schaal van maatregelen kies je? Hoe ga je de uiteindelijke ingreep vormgeven? En hoe ga je het organiseren? Aan bod komen verschillende elementen die in eerste instantie misschien minder vanzelfsprekend zijn, maar die cruciaal zijn voor het slagen van je project.

6 Planvorming en ontwerp

6.1 Inleiding

33. Voor je begint met de planvorming en ontwerp, ga nog éénmaal na of je dynamisering in zeewaartse of landwaartse richting wilt uitvoeren.

Het ontwerp van de dynamisering wordt bepaald door welke doelen je nastreeft (Hoofdstuk 2) en wat er kan met het oog op je randvoorwaarden (Hoofdstuk 3, 4 en 5). Dynamiseren kan je zowel zeewaarts als landwaarts vorm geven. Dit wordt sterk bepaald door de natuurlijke situatie en de ruimte die de kust biedt. Zeewaartse ontwikkelingen vergen andersoortige ingrepen dan landwaartse ontwikkelingen (figuur 43).


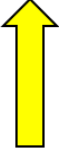





Een vorm van zeewaarts dynamiseren op grote schaal is bijvoorbeeld de Zandmotor. Het duingebied van Solleveld, waar de Zandmotor voor is aangelegd, is smal en daarom is er weinig ruimte voor dynamiek in de zeereep. Bovendien is de zeereep tegelijkertijd met de aanleg van de Zandmotor verzwaaard. Op het brede, aangelegde strand van de Zandmotor is in de loop der jaren een groot oppervlak met embryonale duinen ontstaan, die aanmerkelijk dynamischer zijn dan de oorspronkelijke zeereep. De vorming is sterk vergelijkbaar met de ontwikkeling op een natuurlijk aangelande zandplaat, zoals bijvoorbeeld de Hors op Texel. De duinen zijn vaak relatief laag en groeien langzaam in de hoogte. Vooral in de tussengelegen duinvalleien en laagten kan zich een diverse flora ontwikkelen door de grote variaties aan kalkgehalte, zuurgraad, vochtigheid, exposure, saliniteit en dynamiek.





Figuur 42. Duinenveld op de Zandmotor, 8-1-2020 (Foto B. Arens).



Vorm van dynamiek	Duinenveld Onregelmatig duinenveld ontstaan op brede strandvlakte	Embryonale duinen Jonge duintjes op het strand	Aanstuivende zeereep Veelal onregelmatige rij duinen	Doorstuivende zeereep Zeereep met stuifplekken en ondiepe kuilen, levert vooral overpoeding achterliggend gebied	Gekerfde zeereep Zeereep met stuifkuilen of kerven tot afgesproken diepte	Parabolerende of rollende zeereep Niet geheel gesloten zeereep met diepe kuilen en kerven	Slufter Doorbraak door zeereep; dagelijkse getijwerking	Washover Doorbraak door zeereep naar achter-liggende zee, actief bij stormvloed
Kunstmatige ontwikkeling	Spontaan op een aangelegde kustuitbouw	Spontaan na strandverbreding via suppleties	Als embryonale duinen; eventueel geholpen met zeereep-aanleg	Verwijderen helm Verwijderen struweel t.b.v. doorstuiven	Aanleg door ontgraving	Aanleg van meerdere kerven	Verwijderen stuifdijk in een situatie met achterliggend zeereep, of in duinenveld	Verwijderen stuifdijk in een situatie met achterliggende zeereep
Mate van zeewaartse uitbreiding t.o.v. aanwezige zeereep ↑ zeewaarts ↓ landwaarts								
Behoud en/of uitbreiding van	Embryonale duinen Witte duinen	Embryonale duinen Witte duinen	Embryonale duinen Witte duinen	Witte duinen Grijze duinen	Witte duinen Grijze duinen	Witte duinen Grijze duinen	Zilte pionierbegroeiingen/ Schorren en zilte graslanden	Witte duinen/ pionierbegroeiingen
Beheer maatregelen	Beperken/voorkomen berijden en/of betreding Bescherming strandbroeders	Vloedmerken laten liggen Beperken/voorkomen berijden en/of betreding Bescherming strandbroeders Beperken obstakels zoals strandhuisjes	Vloedmerken laten liggen Beperken/voorkomen en berijden en/of betreding Bescherming strandbroeders	Extensiveren zeereepbeheer Verwijderen vegetatie Beperken van obstakels zoals strandhuisjes	Extensiveren zeereepbeheer Maken kerven of windgaten Afspraken maken over suppleties Verwijderen vegetatie	Extensiveren zeereepbeheer Maken kerven of windgaten Afspraken maken over suppleties Verwijderen vegetatie Definiëren aaneengesloten grensprofiel Tijdelijk toestaan kusterosie Verwijderen vegetatie	Verwijderen zeereepduinen Afspraken maken over suppleties Definiëren aaneengesloten grensprofiel Verwijderen duinvorming in de opening	Verwijderen zeereepduinen Verwijderen vegetatie

Figuur 43. Dynamiek en beheermaatregelen (deels naar Löffler et al., 2011).

Een andere grootschalige zeewaartse ontwikkeling is de aanleg van de Hondsbossche Duinen, vóór de voormalige Hondsbossche en Pettemer zeewering. Hier is in één keer een geheel nieuw duinlandschap aangelegd, op een plek waar geen duinen (meer) aanwezig waren. Een natuurlijke parallel is te vinden op Schiermonnikoog, waar op het strand vóór de stuifdijk in de loop der jaren een geheel nieuwe strook met duinen is ontstaan.

Ontwikkeling van embryonale duinen op kleinere schaal vinden we tegenwoordig langs grote delen van de kust. Embryonale duinen vormen een buffer voor waterveiligheid en beperken afslag van het buitentalud van de primaire waterkering en het doorstuiven van zand naar het achtergelegen gebied. Door de kleinere schaal is de variatie aan gradiënten kleiner dan bij een duinenveld. De variatie in flora en fauna is daarom ook beperkter, het betreft met name de habitattypen Witte en Embryonale duinen.

Op nog kleinere schaal kunnen door aanstuiving tegen de zeereep in een smalle strook duintjes ontwikkelen die kenmerken van embryonale en witte duinen vertonen. Op veel plaatsen met een versterkte zeereep is dit de enige vorm van dynamiek; kleinschalig en uitsluitend beperkt tot de zone rondom de duinvoet.

In de rest van de tekst zullen we ons alleen bezig houden met door wind aangedreven, landwaarts gerichte dynamiek, dat wil zeggen: maatregelen in de zeereep voor verstuiven, overpoederen, kerven, paraboliseren enz. Vaak is daartoe gerichte aanleg nodig, maar soms is toepassing van beheermaatregelen genoeg.

6.2 Schaal van je maatregelen

34. De doelen die je nastreeft zijn bepalend voor schaal en soort dynamiseringsproject. Kies je voor aftoppen, kerven, een rollende zeereep of paraboliserende duinen?

Op basis van de bovengenoemde overwegingen heb je een aantal gebieden geïdentificeerd waar de beoogde ingrepen het best mogelijk zijn.

De eerste vraag is hoe grootschalige dynamiek nodig is om je doelen te bereiken. Tot hoever moeten de maatregelen werken? Is er een extreme overstuiving nodig, of juist alleen een lichte overpoedering? Bij overpoedering wordt een dunne laag kalkrijk zand over een groot deel van het gebied afgezet. Met stormen is waargenomen dat zand op meer dan 1 km vanaf de zeereep is afgezet. De laag is soms maar enkele korreltjes dik en dus niet te meten in hoogteveranderingen. Overpoedering tot op grote afstand vereist een dynamische zeereep, bijvoorbeeld gekerfd of met een kaal front.

Er kan goed gestuurd worden op de gewenste mate van verstuiving. In het geval van Vlieland is bijvoorbeeld gekozen voor erg kleinschalige verstuiving, ingegeven door de aanwezigheid van een fietspad en doordat waardevolle grijze duinen vlak achter de zeereep liggen. Bij Schouwen en de Noordwest Natuurkern gaat het, vanwege de mogelijkheid die de brede duinen daar bieden, om veel grootschaligere verstuiving.

Bij grootschalige verstuiving, zoals bij een zeereep met grote kerven zal een gradiënt bestaan van zeer sterke overstuiving rondom de kerven tot overpoedering tot op grote afstand. Dat zal zich uiten in een gradiënt van witte duinen rondom de kerven naar grijze duinen in het achterliggende gebied. Door



een gradiënt in overpoedering kunnen er ook zoneringen in de grijze duinen ontstaan met vegetaties die beter tegen overstuiving kunnen dicht achter de zeereep, en vegetaties die maar weinig overstuiving kunnen verdragen op grotere afstand. Bij een grootschalige verstuiving kan de ontwikkeling van witte duinen ten koste gaan van grijs duinareaal en/of duinvalleien. De zandlobben uit kerven kunnen tot vele tientallen, zelfs honderden meters landinwaarts migreren, waardoor soms ook infrastructuur zal moeten worden verlegd of zandvrij worden gehouden.

In plaats van één grootschalige verstuiving die tot op honderden meters invloed moet hebben kan je ook kiezen voor een keten van kleinschaligere maatregelen, door bijvoorbeeld een serie stuifkuilen aan te leggen in de richting van de dominante wind.

6.3 Doorstuiven

35. Er zijn meerdere soorten van doorstuiven: korrels die rollen of stuiten komen niet ver het gebied in, terwijl in de lucht zwevende korrels tot meer dan een kilometer landinwaarts kunnen komen.

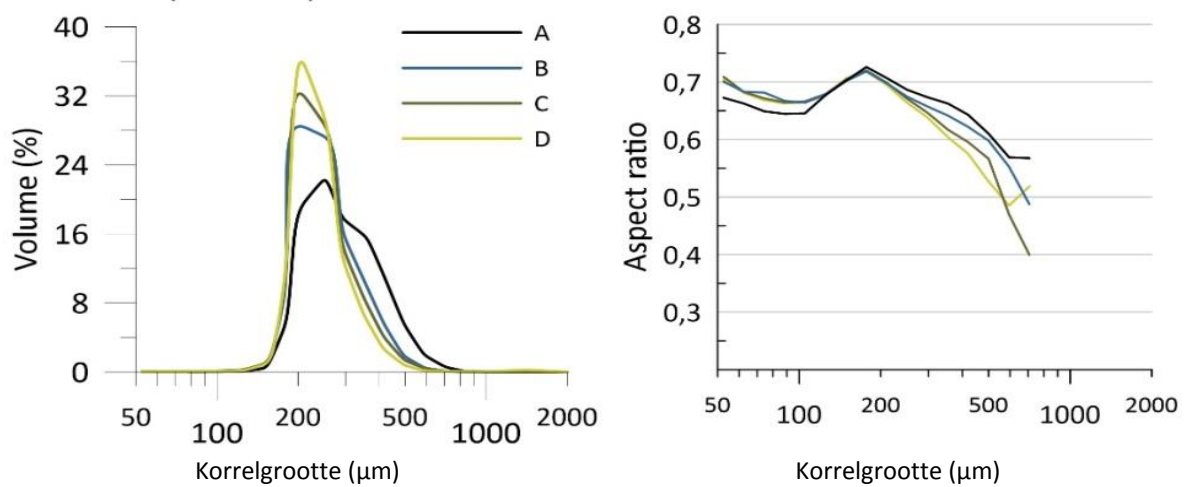
Door het extensiveren van het zeereepbeheer kan een zeereep transformeren in een doorstuvende zeereep. De helm wordt minder dicht en duinafslag, door wind en water en bijvoorbeeld graven door konijnen, kan leiden tot verstuiving. Er zijn echter ook veel dichtbegroeide zeerepen waar het zand direct in de dichte helm wordt vastgelegd. Enige hulp is dan nodig, door lokaal vegetatie (veelal helm, zandhaver en duindoorn) te verwijderen. Door strandhuisjes en andere obstakels (in het winterseizoen) zoveel mogelijk te weren om wind en zandtransport vanaf het strand zo weinig mogelijk te belemmeren, kan de doorstuiving bevorderd worden.

Om transport tot op grote afstand te stimuleren kan het goed zijn om dit vooral rond de top van de duinen te doen, waar de windsnelheid het grootst is. Daarbij is het wel van belang om voor een 'aanloop' te zorgen aan de zeezijde, zodat er voldoende zand kan worden opgepikt. Daarnaast moet je erop bedacht zijn dat het zand voor een belangrijk deel vlak achter de top tot afzetting komt en daar vaak aanleiding geeft tot helmgroei. Dit zand verplaatst zich veelal rollend en stuitend en vormt vaak de lobben die aan het einde van een kerf te zien zijn.

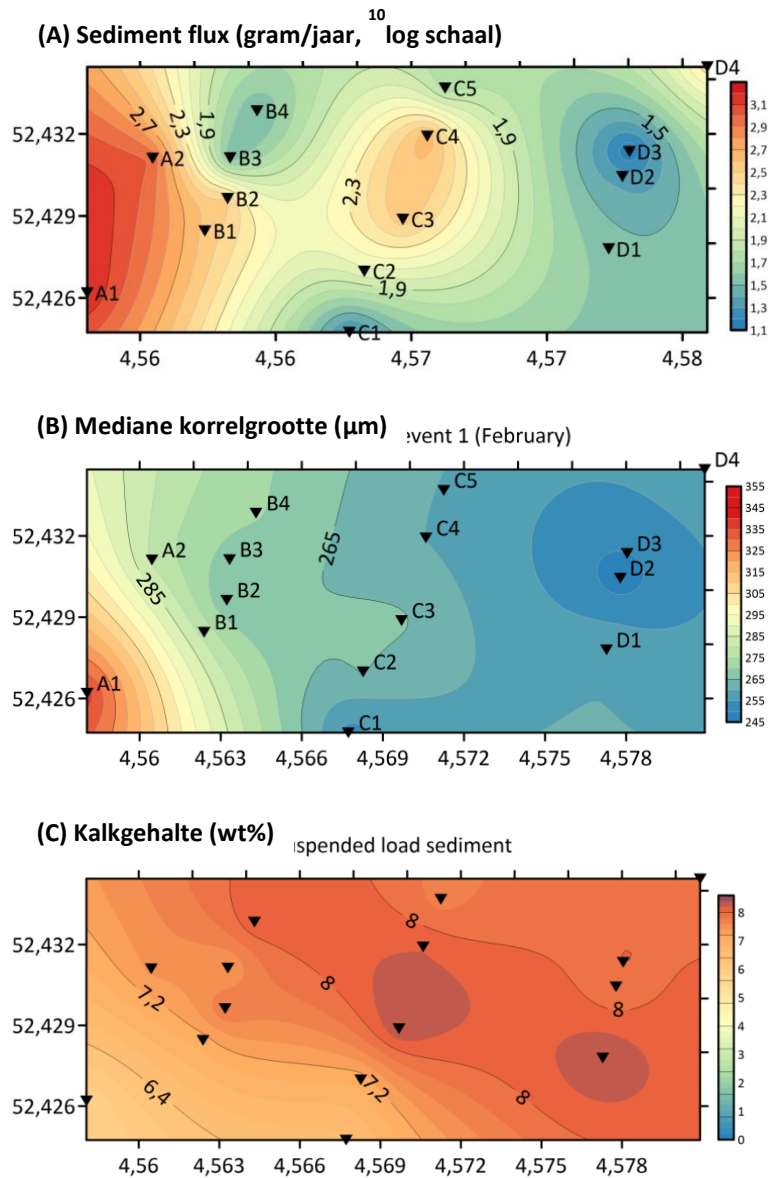
Door turbulentie kan het wat fijnere deel van het zand hoog in de lucht opgenomen worden en kan daardoor grotere afstanden afleggen (overpoederen). Waarschijnlijk is dit bij hoge en steile zeerepen sterker dan bij lage en flauwe. Recent onderzoek in de Noordwest Natuurkern (NP Zuid-Kennemerland) heeft laten zien dat het zand dat zwevend door de lucht wordt vervoerd, tot meer dan een kilometer landinwaarts kan worden gedragen. Het heeft een andere samenstelling dan het zand dat rollend en stuitend op het strand en in de windsleuven getransporteerd wordt (Van Hateren et al, 2020). Daarbij treedt allereerst selectie op korrelgrootte op: de kleinere korrels komen het verst. Maar er treedt ook selectie op vorm op: de ronde korrels (met een zogeheten hoge aspectratio), meestal kwartskorrels, komen minder ver dan de plattere / langgerekttere zandkorrels (met een lage aspectratio). Dat laatste is nu net de vorm die schelpfragmentjes en veldspaatkorrels hebben. Het resultaat is dan ook dat het percentage kalk en veldspaat toeneemt met toenemende afstand van de zeereep. De hoeveelheid neergelegde zand is weliswaar minder dan dichtbij de zeereep maar wel kalkrijker en veldspaatrijker. Veldspaat en kalk zullen beiden na verloop van tijd uit elkaar vallen als gevolg van chemische verwerking tijdens bodemvorming en zo het gebied van nutriënten voorzien (Van Buuren et al, 2021; Prins, ongepubliceerde data). De gemiddelde korrelgrootte- en korrelvormverdelingen van het zand ingevangen langs de transecten van zandvangs A t/m D zijn



getoond in Figuur 44. De ruimtelijke patronen in sediment flux, korrelgrootte en het kalkgehalte zijn te zien in Figuur 45.



Figuur 44. Onderlinge vergelijking van de korrelgrootte- en korrelvormverdelingen van zand dat dicht achter de zeereep gevangen is met zandvangens A (A1 en A2) tot de korrels gevangen met zandvangens D op een afstand van ~1500 meter van de zeereep bij het verstuivingsproject Noordwest Natuurkern (Van Buuren et al, 2021). De getoonde verdelingen betreffen de samenstelling van het zand dat is ingevangen tijdens een storm in februari 2017.



Figuur 45. Ruimtelijke verandering in (A) sediment flux (totaal gewicht ingevangen in 2017); (B) korrelgrootte (ingevangen tijdens een storm in februari 2017), en (C) kalkgehalte (gemiddelde ingevangen in 2017) met toenemende afstand van de kust van het zand dat zwevend door de lucht wordt getransporteerd en ingevangen in zandvangsers ($N=15$) bij het verstuijingsproject Noordwest Natuurkern (Van Buuren et al, 2021).

6.4 Aftoppen

36. Aftoppen is een kleinschalige maatregel waarmee je een groot gebied kunt overpoederen.

Aftoppen is de meest kleinschalige maatregel die in een zeereep genomen kan worden, om door overpoedering een relatief groot gebied van vers zand te voorzien. De meest simpele vorm is door de kop van een hoge en steile zeereep naar achteren te schuiven, waardoor hoog op de zeereep een kale plek ontstaat waarvandaan zand kan verstuijen. Aan de bovenkant van de loefzijde van de zeereep is de versnelling van de wind het sterkst. Het zand dat opgenomen wordt, komt bij harde wind door turbulentie hoog in de lucht terecht en zal dan met de wind mee over het achterliggende

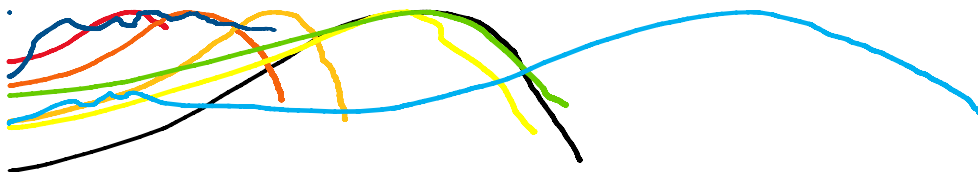
landschap wapperen, waarbij een relatief groot gebied bedekt kan worden met een minuscuul dun laagje zand. Tot veranderingen in het reliëf zal dit niet leiden, maar de dunne bedekking met (kalkrijk) zand is ecologisch wel van invloed en zal op de achterliggende grijze duinen een verjongend effect hebben. Een kale plek kan door winderosie uitgroeien tot een stuifkuil en deze zou op termijn ook weer verder kunnen ontwikkelen tot kerf. Afhankelijk van de bewortelingsdiepte van helm kan de kale plek ook weer dichtgroeien. Overwogen kan dan worden om dit met nabeheer tegen te gaan. Als alternatief kan er voor gekozen worden om een groot aantal plekken aan te pakken, en deze vervolgens vrij te laten ontwikkelen. Sommige zullen uitgroeien, sommige zullen stabiliseren, wat de landschappelijke diversiteit ten goede komt. Zo nodig kan deze ingreep na een aantal jaren (5-10) weer herhaald worden. Zo kan op termijn een groot gebied worden bestreken.

6.5 Kerven

37. Zaken waarover je bij de aanleg van kerven over moet nadenken zijn: oriëntatie, vorm in bovenaanzicht, breedte, hellingshoeken, verbinding met het strand, depositiezones, zandaanbod, achterliggende infrastructuur en verwijderen wortels.

Kerven ontstaan meestal uit stuifkuilen in de zeereep. Pas wanneer de landwaartse stuifkuilrand door winderosie wordt 'doorbroken' komt de accumulatiezone en aanvoer vanaf het strand echt tot ontwikkeling.

Voor een natuurlijke kerf begint het met een stuifkuil bovenin de zeereep. De stuifkuil groeit uit, vreet zich in de helling van de zeereep en ondertussen bouwt er aan de landwaartse zijde een wal op. De stuifkuil groeit verder uit en krijgt contact met het strand: het wordt een kerf. Er is een erosief en een accumulatief deel. De as van het erosieve deel loopt vaak niet gelijk aan de as van het accumulatief deel. De kerf groeit uit. Op het moment dat aan de landwaartse zijde de voormalige wand van de stuifkuil doorbreekt kan de kerf flink verder groeien. Als het proces verder doorloopt kan de lob op een gegeven moment los raken van de zeereep en als zelfstandig paraboolduin verder landwaarts migreren. Dat kost veel tijd. Op dit moment zien we dat nog nergens zo gebeuren, de oudste kerven zijn zo'n 25-30 jaar in ontwikkeling.



Figuur 46. De ontwikkeling van een kerf door de tijd heen (B. Arens).

Bij het (voor)ontwerp van kerven komen veel aspecten aan bod. Tot nog toe is actieve dynamisering op veel verschillende manieren uitgevoerd en zijn er ook veel spontane dynamisering opgetreden. Om te weten te komen of spontane vorming mogelijk is, kan gekeken worden in hoeverre dit al optreedt in nabijgelegen zeereepgebieden waar het onderhoud al gestaakt is (zie voor beheer: <https://www.openearth.nl/coastviewer-static/>).

Er is nog weinig bekend over welke sleutelfactoren bepalend zijn, wat de ecologische effecten zijn en wat nu een succesvolle ingreep definieert. Uit een inventarisatie (Nijenhuis, 2022) van de in Nederland

aangelegde kerven blijkt dat er over de optimale vorm van de kerf nog veel onduidelijkheid is. De hieronder beschreven zaken zijn echter al wel duidelijk.

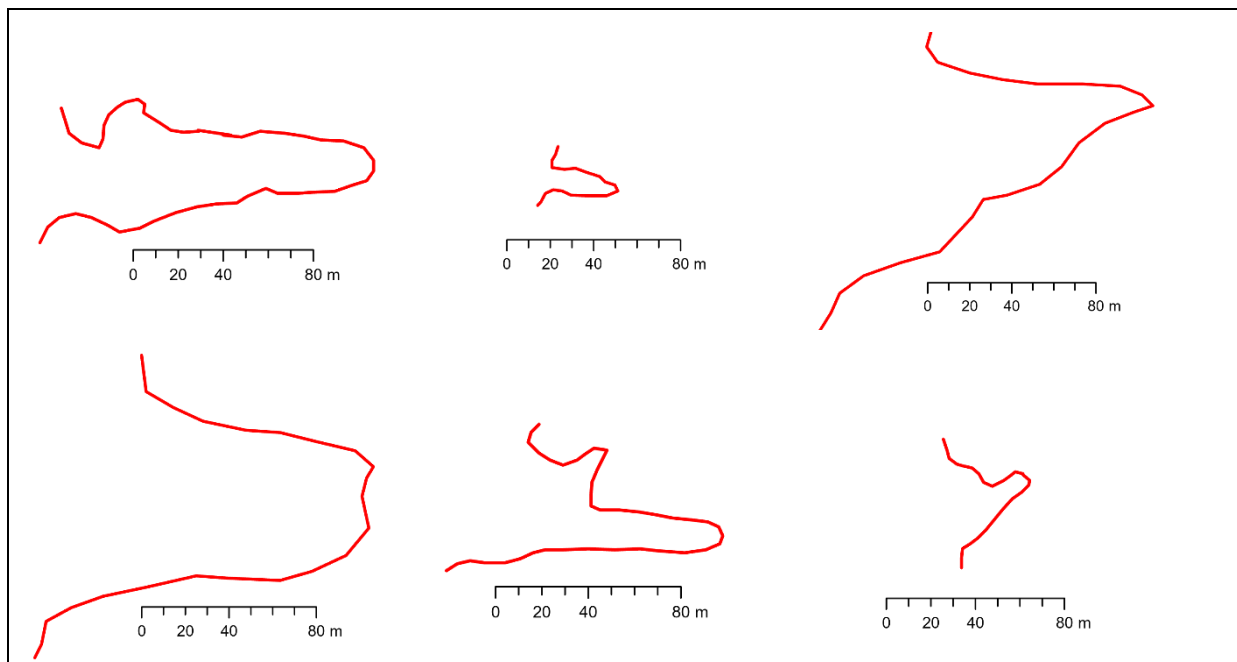
6.5.1 Oriëntatie

De kerfopeningen moeten zo liggen dat de wind er goed doorheen kan blazen. Op kusten met een zuidwest tot noordwest expositie is westzuidwest optimaal, omdat wind uit zuid tot west met voldoende snelheid vaak voorkomt. Op kusten die meer op het noorden zijn georiënteerd, zoals op de Wadden en in delen van de Delta, dragen zuiden- tot westenwinden weinig bij aan de kerfontwikkeling. Natuurlijke kerven hebben hier meestal een noordwestrichting. Hoewel noordwestenwind minder vaak voorkomt dan zuiden- tot westenwind, is de frequentie blijkbaar wel voldoende om kerven te ontwikkelen. Ook noordoostenwind kan hier in de wintermaanden bijdragen aan de ontwikkeling. Deze winden gaan vaak gepaard met droge omstandigheden en zijn daarom vaak goed in staat zand te transporteren. Wanneer een kerf ongeveer met een noordelijke richting wordt aangelegd zal de wind de kerf waarschijnlijk zelf verder vervormen in de juiste richting, maar dat kan alleen als de richting van de gegraven vorm ongeveer juist is. De kerven bij de Noordsvaarder op Terschelling laten zien dat twee direct naast elkaar liggende kerven verschillende richtingen kunnen hebben, de noordelijkste ligt pal west-oost, de zuidelijkste ligt noordwest-zuidoost. Onderzoek in Nieuw-Zeeland (Nguyen et al., 2022) heeft laten zien dat bij kleine kerven (breedte <10m), zodra de hoek tussen invallende wind en de lengteas van de kerf kleiner is dan 27° , de wind door de kerf versnelt. Als de hoek groter is dan 27° vertraagt de wind juist. Waarschijnlijk hebben grotere kerven een veel extremere invloed op de sturing van de wind. Op grond van de bestaande, autonome kerven in Nederland lijkt het dat alle kerven met een richting tussen noord (op de noord geëxponeerde kusten van de Wadden) en zuidwest (langs de rest van de kust) voldoende wind vangen voor hun ontwikkeling. Op de noord geëxponeerde kust in de Delta zijn geen autonome kerven te vinden.

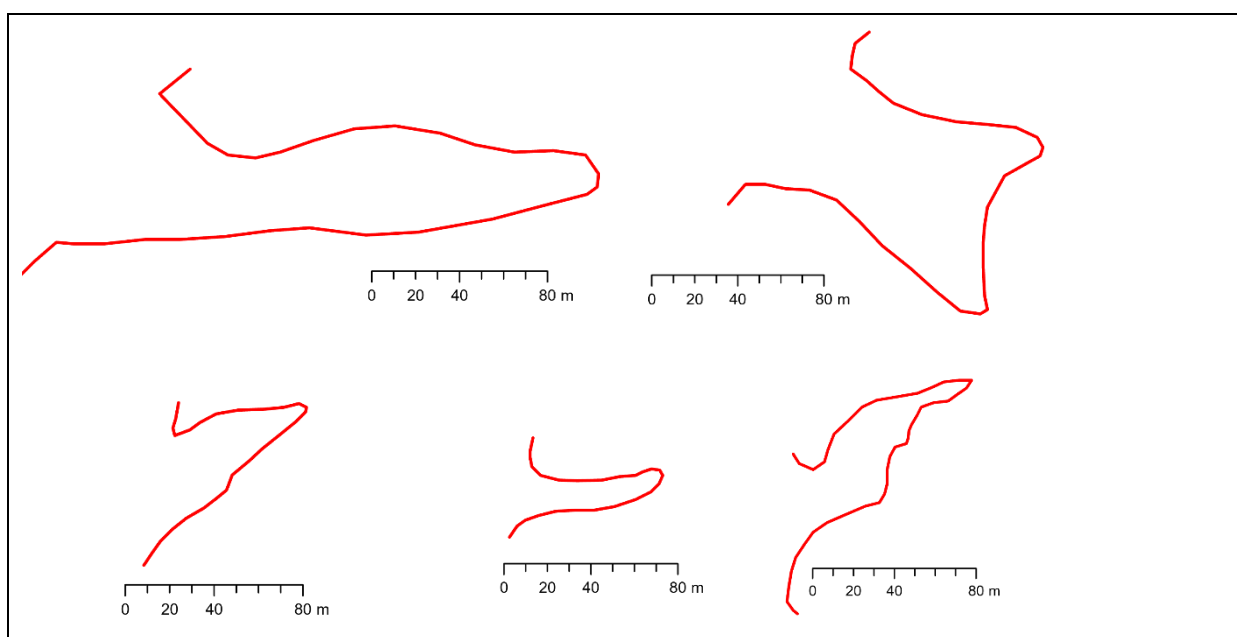
6.5.2 Vorm in bovenaanzicht

Een trapeziumvorm of trechtervorm waarbij de kerf in bovenaanzicht breed is aan de strandkant en smal aan de bovenkant (richting de top van de zeereep) stimuleert het trechteren van de wind. Figuur 47 geeft een aantal voorbeelden van de contouren van aangelegde kerven, figuur 48 voor autonome kerven. Door de trapeziumvorm wordt de breedte van de doorgang verkleind waardoor de luchtstroom in de kerf versneld en het zandtransport enorm toeneemt. Voorbij de doorgang van de duintop nemen de snelheden weer af en komt het zand tot afzetting. Met minder harde wind hoopt het zand zich vóór de kerf op; met hardere wind wordt dit dan door de kerf geblazen. De Kerf bij Schoorl (linksboven Figuur 47) wordt dichtgeknepen door de ontwikkeling van embryonale duinen. Opvallend aan beide figuren is dat de contouren deels een west-oost oriëntatie, deels een zuidwest-noordoost oriëntatie hebben. Uitzondering is Terschelling 2 (rechtsboven Figuur 48) met een noordwest-zuidoost oriëntatie.





Figuur 47. Contouren in bovenaanzicht van enkele aangelegde kerven. Van linksboven naar rechtsonder: Kerf Schoorl, Noordvoort, Noordwest Natuurkern 1 en 2, Meijendel, Schouwen.



Figuur 48. Contouren in bovenaanzicht van enkele autonome kerven. Van linksboven naar rechtsonder: Terschelling 1 en 2, NHD 1 en 2, Schouwen.

6.5.3 Breedte

De opening in de zeereep, breedte, lengte en hellingshoek, lopen in de praktijk behoorlijk uiteen. In de basis geldt dat een grotere kerf meer zand door laat dan een kleinere (Fortuijn, 2020). De verwachting is dat een grote kerf langer actief is dan een kleine kerf. Men is het er grotendeels over eens dat de minimale breedte van de kerf 30 – 50 meter bij de ingang zou moeten bedragen. Bij kerven met een breedte van minder dan 30 meter bestaat het risico dat het onvoldoende stuift, of dat de kerf te snel weer dichtgroeit. In dat geval zouden herhaaldelijk nieuwe kerven aangelegd moeten worden om een

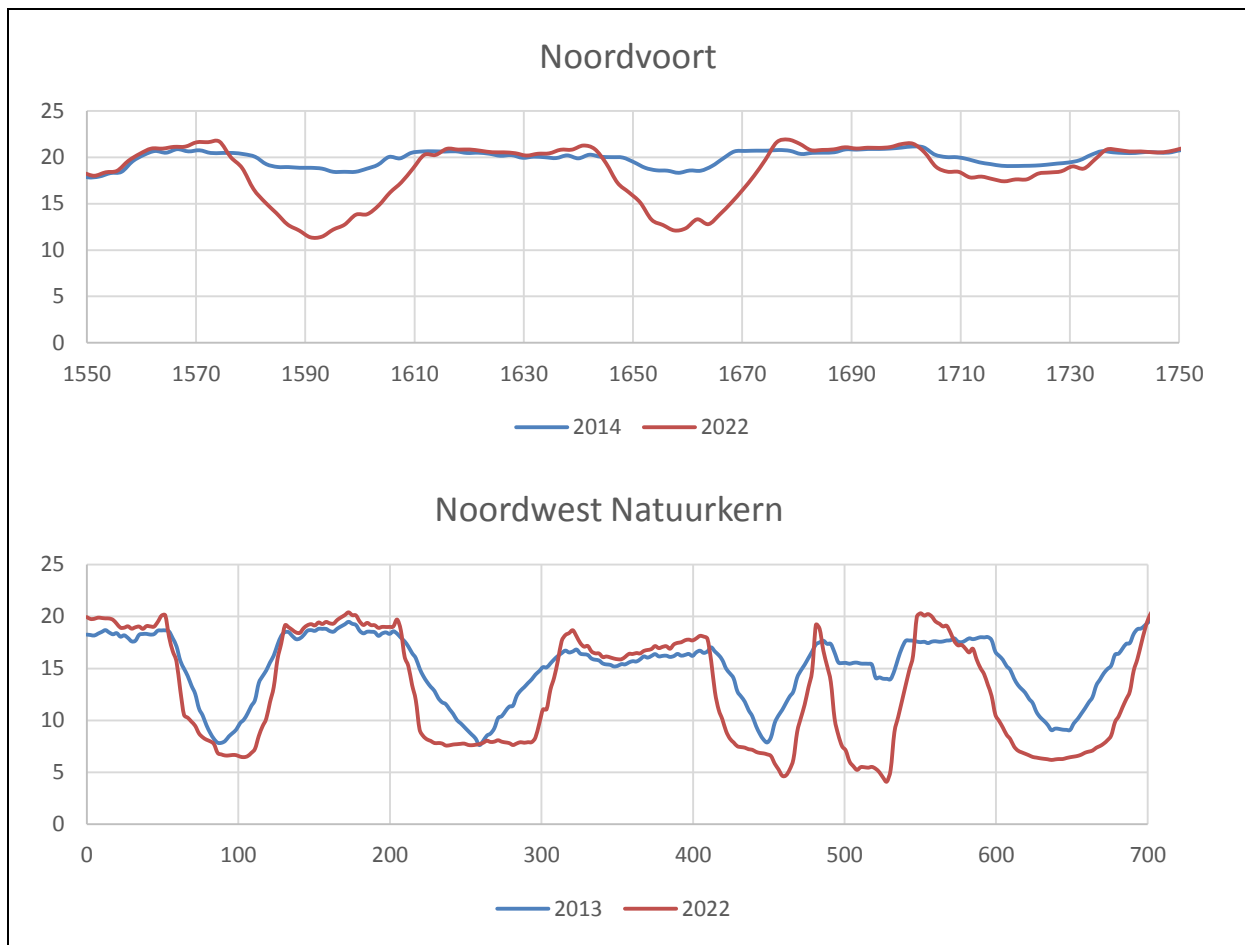
permanente beïnvloeding te realiseren. Bij bestaande, aangelegde kerven loopt de breedte uiteen van 5 meter, tot hele grote kerven met een breedte van meer dan 100 meter. Voorbeelden van grote kerven zijn Schouwen en Terschelling (spontaan) en de Noordwest Natuurkern (aangelegd) waar de brede duinen goede mogelijkheden bieden voor grootschalige verstuiving.

Het is nog niet duidelijk of té groot ook ongunstig kan zijn. Bij een te grote opening verdwijnt het effect van trechteren, waardoor de wind niet meer versneld in de opening. Het is niet bekend bij welke grootte het effect van trechteren afneemt (Wegman, Leenders, & Arens, 2022).

6.5.4 Hellingshoeken

In gesprekken met beheerders werd een aantal keer aangegeven dat bij beperkte ontgraving steile randen belangrijk zijn, zodat de wind maximaal op de steilwand botst en daarmee een grotere erosieve kracht kan ontwikkelen. Dit is bijvoorbeeld toegepast bij de kerven in Meijndel en de stuifkuilen bij Noordvoort, waar maximaal 1-2m is ontgraven. Bij grotere ingrepen zoals in de Noordwest Natuurkern zijn de kerven in een V-vormig (en olopend) profiel aangelegd. De V-vorm is na aanleg vrij snel door erosie omgevormd tot U-vormig, waarbij de steilheid vanzelf is toegenomen. Figuur 47 laat voor Noordvoort en de Noordwest Natuurkern het verschil in uitgraafdiepte en het uiteindelijk effect op de ontwikkeling zien. Bij Noordvoort is de uitgraafdiepte beperkt en is vooral een aanzet voor een stuifkuil aangelegd. De wind heeft vervolgens het grootste deel van het graafwerk gedaan, waarbij het oppervlak in 8 jaar circa 7m is verlaagd en de stuifkuilen in enkele gevallen tot op het strand zijn doorgroeid. In de Noordwest Natuurkern is direct een diepe kerfvorm aangelegd, waarbij circa 14m is afgegraven.





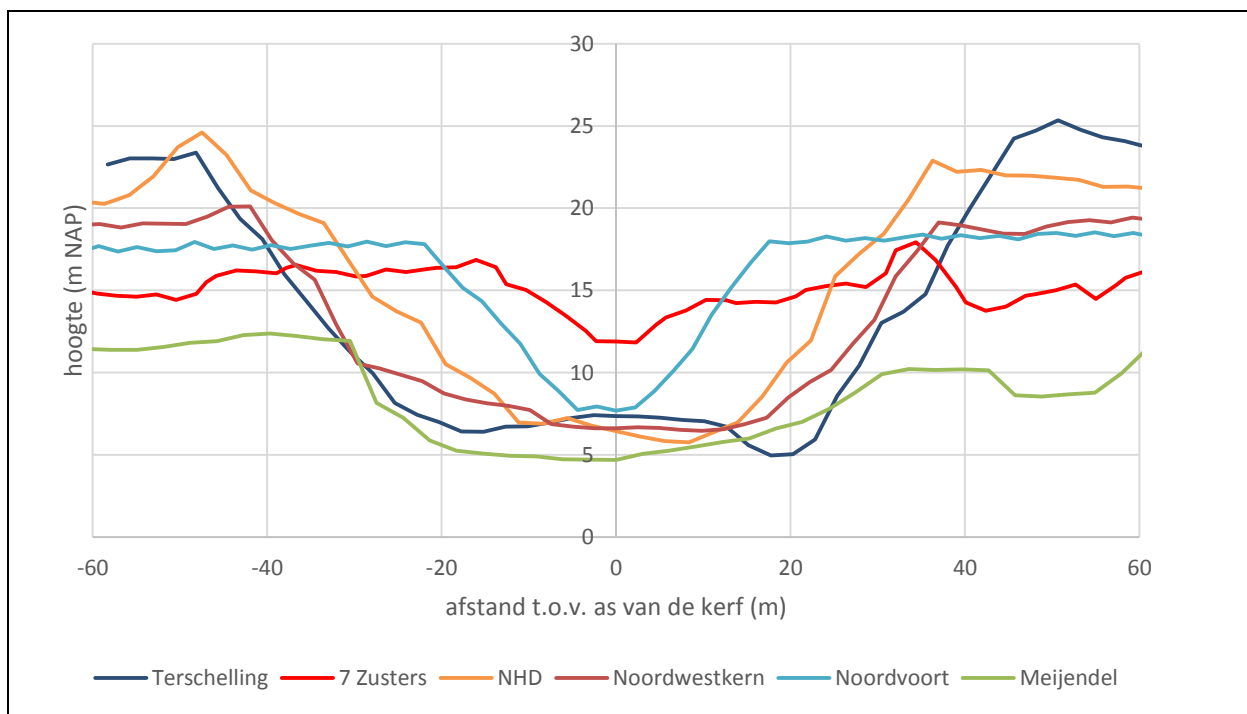
Figuur 49. Verschil in uitgraafdiepte bij Noordvoort en de Noordwest Natuurkern. 2013/2014 direct na de ingreep, 2022 huidige situatie. Y-as: hoogte in m NAP, X-as: afstand t.o.v. referentiepunt in m.

Zelfs dan bleek in sommige kerven onderin nog helmwortels aanwezig. Merk op dat bij Noordvoort en de Noordwest Natuurkern twee geheel verschillende aanpakken zijn gevolgd, met niet wezenlijk verschillende resultaten. Het maakt nogal wat uit voor je ingreep: heel veel tegen heel weinig afgraven.

Wanneer je een kerf in één keer aanlegt komt er bij een V-vormig profiel aanmerkelijk minder zand vrij dan bij een U-vormig profiel, dus is er minder zand af te voeren. Vaak wordt de hellingshoek binnen een kerf bepaald door afstorten; de onderkant van de helling wordt dan ondergraven door winderosie, waarna regelmatig delen van de bovenkant omlaag zakken. Dit is goed herkenbaar aan de brokken met helm of andere vegetatie die dan over de helling verspreid zijn (Figuur 50).

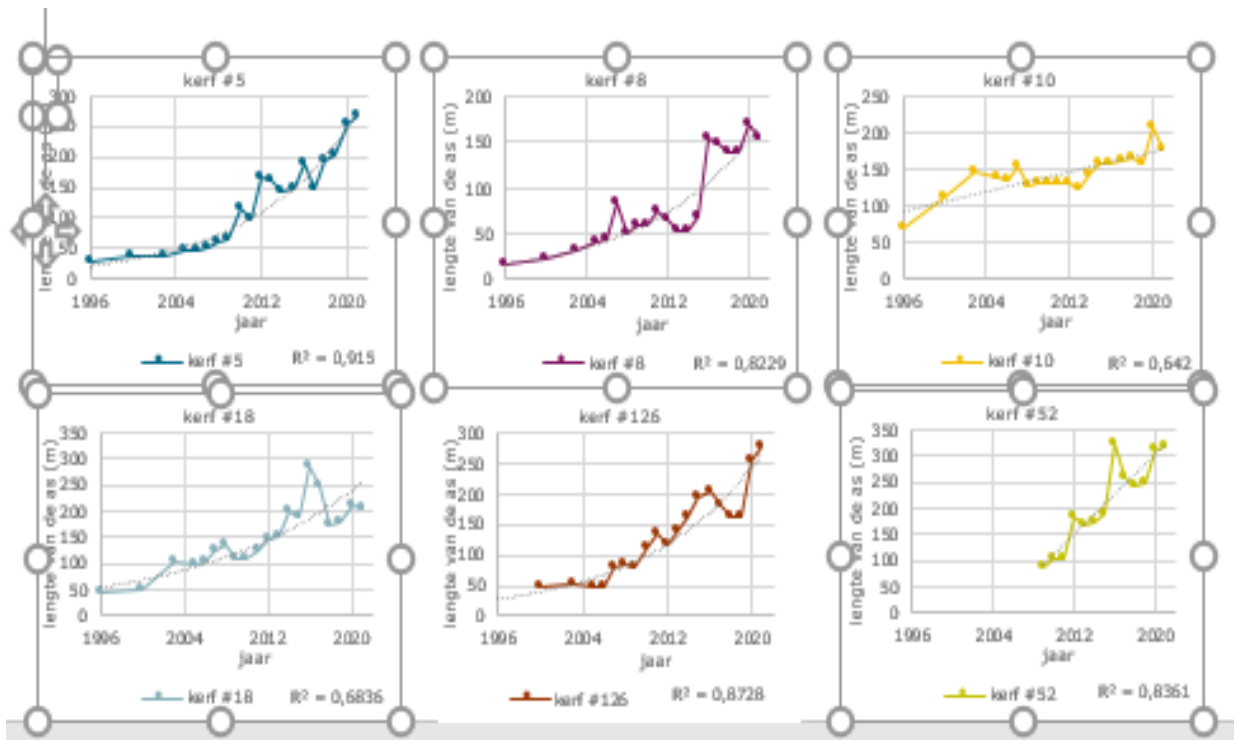


Figuur 50. Afstorting op een helling die ondergraven wordt door winderosie. NHD, maart 2022 (Foto B. Arens).



Figuur 51. Dwarsprofielen door verschillende kerven. Y-as: hoogte in m NAP.

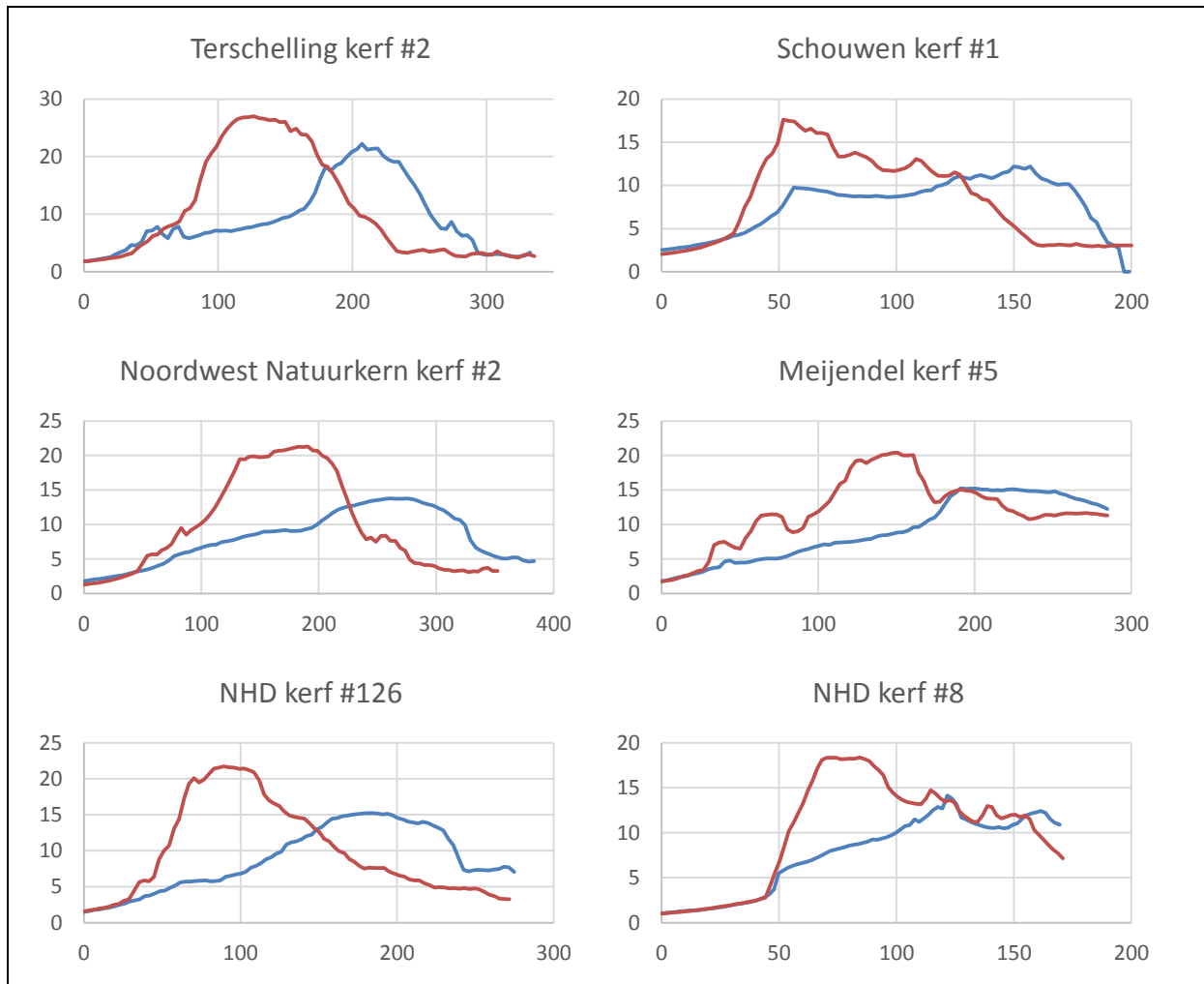
Figuur 51 geeft een aantal voorbeelden van dwarsdoorsneden van verschillende kerven. De breedte varieert van een 15-tal meter bij de Zeven Zusters (3 jaar na de ingreep) tot meer dan 60m op Terschelling. De hellingshoeken zijn vergelijkbaar. Alle 'grote' kerven vertonen gestage groei van de lengte-as, soms lineair, soms steeds sneller. Er is geen constante groei, soms gaat het heen, soms weer, maar de trends zijn overduidelijk (Figuur 52).



Figuur 52. Een voorbeeld van hoe de lengteassen van de kerfen in het Noord-Hollands Duinreservaat zich in de loop van de tijd ontwikkelen (Arens, B., 2022).

6.5.5 Verbinding met het strand

De connectie met het strand is een essentiële factor, omdat hiermee de toegankelijkheid van de kerf voor zandaanvoer vanaf het strand wordt bepaald. Wanneer er duinvorming optreedt voor de zeereep of wanneer de drempelhoogte te hoog is, of als er andere obstakels zijn, dan zal er geen grootschalig zandtransport door de kerf richting achterland kunnen optreden. Een afslagkust geeft daarom een betere uitgangspositie dan een aangroei-kust (Arens, Geelen, Hagen & Slings, 2007), omdat hierbij de ingang van de kerf door erosie steeds vrij gehouden wordt en de kans op het ontstaan van embryonale duinen klein is. Een geleidelijke oplopende helling vanaf het strand naar de duintop is wenselijk. Een belangrijk aspect is op veel plaatsen de hoogte (diepte ten opzichte van het oorspronkelijke profiel) tot waarop een kerf mag uitstuiven. Deze wordt opgelegd door de waterkeringbeheerder. Overleg hier zorgvuldig over. De interpretatie moet eenduidig zijn. Een afspraak zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat in de wal rondom de kerf de hoogte nergens lager worden dan 7m NAP; er moet een gesloten 7m NAP hoogtelijn om de kerf heen liggen. Het moet vooral duidelijk zijn waar de minimale hoogte bereikt mag worden. Bij de ingang kan de hoogte veel lager zijn, maar als verder landwaarts in het profiel de hoogte toeneemt tot boven 7m NAP dan hoeft dit geen probleem te zijn.



Figuur 53. Lengteprofielen door enkele kerven (blauw) en aangrenzende referentie zeereep (rood). Y-as: hoogte in m NAP, X-as: afstand t.o.v. referentiepunt in m.

In Figuur 53 is van een aantal kerven een hoogteprofiel in de lengte weergegeven. Aan de hand van de meest recente AHN-kaarten zijn in Arcgis lijnen getrokken van strand naar achterduin. Hierbij is zoveel mogelijk het midden van de kerf aangehouden. In alle gevallen is het lengteprofiel een doorlopend profiel, met een maximale hoogte boven 10m NAP. Ter vergelijking is er voor alle situaties ook een referentieprofiel aangegeven, van een gesloten deel van de zeereep, aangrenzend aan de kerf. Het lengteprofiel van de kerf op Schouwen is van één van de twee aangelegde kerven. Opvallend is de drempel die hier bij de ingang ligt, in de figuur te zien aan de toenemende hoogte tot bijna 10m NAP aan het begin van het profiel, daarna een verlaging. Deze drempel zorgt voor een stagnatie in de ontwikkeling van de kerf. Waarschijnlijk bevindt zich hier een hardere laag, mogelijk nog een restant van een oudere suppletie.

6.5.6 Depositiezones

Via kerven kan een grote hoeveelheid (orde $30^{\text{m}^3}/\text{m}.\text{jaar}$ en waarschijnlijk meer) zand het achterland bereiken. Dit zal bij kerven deels de vorm aannemen van de afzetting van een zandlob met relatief kalkrijk vers zand, waarbij zelfs forse vegetatie volledig begraven kan worden. Daarmee krijgen of bestaande witte duinen een verjongingskuur of worden er nieuwe witte duinen gevormd op een plek waar eerst iets anders was. Verstuiving binnen de zeereep kan tot een aanzienlijke hoogtetoename

leiden. Bij de kerf uit Figuur 20 wordt met zuidwesten wind een deel van het zand uit de kerf tegen de helling opgeblazen en op de top afgezet, die daardoor enorm gegroeid is. Het verschil in hoogte tussen deze top en de oorspronkelijke stuifdijk is goed zichtbaar in Figuur 54. Afzetting achter de top zorgt meestal voor het ontstaan van een storthelling, een helling die de natuurlijke rusthoek van zand aanneemt (circa 33°). Hier kan dan een dicht begroeide helmruigte op ontstaan.



Figuur 54. Zeer sterke ophoging van het duin bij de stuifkuil bij paal 20 Terschelling; vergelijk de oorspronkelijke hoogte van de stuifdijk linksboven (Foto A.P. Oost, 2022).

Bij verstuiving vanuit de zeereep wordt een groot deel van het zand via de lucht verder verspreid en komt als een dunne laag kalkrijk zand over het gebied tot afzetting (het zogeheten overpoederen). Bij zeer zware stormen kan zand zo ver het achterland in getransporteerd worden. Over het algemeen kan een zone van ca. een kilometer worden aangehouden, maar bekend is dat het veel verder kan gaan, zeker als er geen belangrijke hindernissen zoals bomen of bebouwing in de weg liggen. Dit is niet alleen iets waarmee rekening moet worden gehouden voor je natuurwaarden (verjonging grijze duinen door kalkrijker zand), maar ook in verband met overlast. Zo werd bij de Zandmotor geconstateerd dat het zand op de balkons van flats in Kijkduin, 1.5km verderop, terecht kwam. Het is niet in te schatten hoe groot het volume is van het zand dat op grotere afstand terecht komt. Het oppervlak dat bediend wordt kan een tiental hectares omvatten, maar omdat de gemiddelde bedekking met zand veel minder dan 1mm bedraagt is het totale volume beperkt. Vergeleken met de hoeveelheid zand die direct om een kerf wordt afgezet zal dit verwaarloosbaar zijn.



6.5.7 Zandaanbod

Het is de bedoeling dat een kerf een doorgeefluik voor zand vormt; de plek waar zand vanaf het strand door kan stuiven naar binnen toe. Er moet daarom wel zand beschikbaar zijn. Het zandaanbod op het strand wordt sterk beïnvloed door suppleties, maar op de Waddeneilanden en in de Delta bijvoorbeeld ook door het aanlanden van zandplaten. Er is een subtiel evenwicht nodig, dat nog niet goed begrepen is. Wanneer ontstaan er embryonale duinen, die de ontwikkeling van de kerf in de weg zitten? Wanneer stuift dit zand juist in grote hoeveelheden door de kerf heen? Daar weten we nog maar weinig van. In ieder geval is het goed om met Rijkswaterstaat te overleggen over suppleties (zie ook paragraaf 5.2.2). Wanneer het zandtransport door een aangelegde kerf tegenvalt, zou een kleine suppletie het zandaanbod en het transport door de kerf heen kunnen bevorderen. Omdat dit allemaal nog experimenteel is, is het noodzakelijk in zo een geval de ontwikkeling met een goede monitoring in de gaten te houden.

6.5.8 Verwijderen wortels

Levende en dode wortels van de vegetatie kunnen verstuiwing sterk hinderen. Achtergebleven levende wortels van onder andere helm (duinriet, duindoorn, dauwbraam en duinzwenkgras) kunnen leiden tot snelle hergroei en stabilisatie. Maar ook achtergebleven dode wortelpakketten kunnen leiden tot lokaal vastleggen van stuivend zand.



Figuur 55. Terschelling: twee maanden na het verwijderen en losmaken van de wortels groeit de helm alweer aan. (Foto M. Nijenhuis)

Helm is in staat brede horizontale wortelmatten te vormen, maar ook om een meter ophoging per jaar bij te benen door verticaal mee te groeien en zich vervolgens weer horizontaal uit te breiden. Daarbij

kunnen de diepere wortels nog steeds vitaal zijn. Om te weten te komen of je rekening moet houden met meerdere wortellagen, is het verstandig om te kijken hoe de zeereep zich ontwikkeld heeft. Waar langere tijd geen aanzanding plaats heeft gevonden, zal de wortellaag verhouten en hoeft geen rekening te worden gehouden met dieper liggende wortellagen die weer tot leven kunnen komen. Waar de zeereep door aanzanding wel is opgehoogd, kunnen meerdere nog levensvatbare wortelmatten voorkomen op verschillende diepten. Rijkswaterstaat heeft vanaf 1965 gegevens over de hoogteveranderingen in de zeereep. Tot 1997 ging dat op raainiveau (de Jarkusraaien, met een onderlinge afstand van 200-250m). Vanaf 1997 is de informatie vlakdekkend (Lidar). Met boringen of het graven van een proefsleuf kun je nagaan of er nog wortelmatten op grotere diepte aanwezig zijn. Met vegetatieopnamen en luchtfoto's kan worden nagegaan of er sprake is van langdurige begroeiing met duindoorns of helm.

Er zijn veel grassoorten waarvan de vitale wortels in kleinere stukjes uit elkaar kunnen vallen en weer tot leven kunnen komen. Niet levende wortels kunnen ook verstuiving hinderen. Het is zaak om bij aanleg en bij latere uitstuiving deze wortels te verwijderen. Vooral bij voormalige afslagkusten komen er vaak nog oude wortels van struwelen tevoorschijn. Riet groeit normaal gesproken in natte omstandigheden, maar kan door overstuiving flink de hoogte in groeien en de overstuiving zo bijhouden. Soms vind je op een sterk aanstuivend duin daarom een rietvegetatie (Figuur 56). De wortels zullen dan tot diep in de bodem aanwezig zijn.



Figuur 56. Riet op het duin. Maart 2021, Terschelling paal 15-20 (Foto B. Arens).

Op plaatsen waar struweel weggehaald wordt, maar waar de verstuiving niet goed op gang komt, kan massaal helm opkomen (Stichting Duinbehoud, 2020). Struiken zoals duindoorn kunnen meegroeien met aanzanding. Wortels van struwelen zijn vaak nog enigszins levensvatbaar en moeten zo veel mogelijk verwijderd worden, maar meestal blijft bij een ingreep een deel van de wortels achter in de bodem. Bij verwijderen van duindoorn en dauwbraam is (veel) nabeheer nodig om de verstuiving op gang te houden. Meestal betekent dit een jaarlijkse ronde om uitgelopen of uitgestoven wortels te verwijderen. Een bedekking van 10-15% kan al genoeg zijn om verstuiving stil te leggen.

Idealiter zoek je locaties waar de doorworteling beperkt is. Dat zou in de praktijk kunnen betekenen dat veel locaties, die vanuit andere oogpunten geschikt zijn, afvallen. Blijkt doorworteling een probleem, dan moet rekening worden gehouden met intensieve nazorg.

Het verwijderen van wortels tijdens het afgraven is een belangrijke maatregel. Dit kan op verschillende manieren, maar specifiek voor verstuiwingsprojecten in de duinen wordt vaak gebruik gemaakt van het zogenaamde grizzlen. Hierbij wordt met een soort grote hark, met grote tanden van 1 meter, de bodem doorgeharkt om zoveel mogelijk wortels uit de bodem te halen. Onderzoek bij Meijendel toont aan dat dit inderdaad een effectieve methode is voor het verwijderen van wortels. Dit is met name het geval bij duindoorn. Bij helm lijkt het sterk afhankelijk van de dichtheid van het wortelstelsel (Arens, 2021). Daar komt bij dat helm veelal verticaal wortelt en de tanden van de grizzle hier mogelijk langs heen gaan. Op Ameland is daarom geëxperimenteerd met een grizzle met snijmessen, die de verticale wortels ook doorsnijdt. Dit lijkt een positief effect te hebben (F. Zwart, persoonlijke communicatie, 9 juni 2022). Verwijderen van plantenwortels is ook een belangrijk aspect van nabeheer.

Behalve wortels kunnen uitgestoven puin en munitieresten voor een belemmering zorgen. Ook dit zal bij nabeheer moeten worden verwijderd. Het is lang niet altijd goed in te schatten of er puinresten in de bodem aanwezig zijn. Houd er rekening mee dat dit soms nare verrassingen kan opleveren. Voor details over nabeheer, zie hoofdstuk 9.

6.5.9 Andere ontwerpaspecten

Een relatief simpele manier van kerfaanleg is het zand ter plekke van de beoogde kerf naar achteren te schuiven. De landwaartse zijde van de zeereep is meestal vrij steil. Als je hier het zand naar beneden schuift valt het als een storthelling naar beneden. Als de kerf tot ontwikkeling komt zal de depositielob zich langs deze helling uitbreiden en de kunstmatige storthelling geleidelijk aan begraven en zo omvormen tot een natuurlijke storthelling. De ingreep kan daarmee betrekkelijk simpel worden uitgevoerd. Er hoeft geen zand te worden afgevoerd en de impact op het landschap in de zin van aanleg van kunstmatige elementen is beperkt tot de erosieve vorm van de kerf, waar zand wordt weggeschoven. Dit is recent toegepast in de Springertduinen op Goeree (Figuur 57) en eerder op kleinere schaal op Ameland.





Figuur 57. Lijzijde van een kunstmatige kerf in de Springertduinen, Goeree, waarbij het zand uit de kerf naar achteren is geschoven. Het naar achteren geschoven zand neemt een natuurlijke hellingshoek aan (Foto B. Arens).

6.6 Rollende zeereep

38. Als je een rollende zeereep wilt, moet je voldoende kerven naast elkaar aanbrengen. Houd rekening met een relatief lange periode van dynamiek.

Voor een rollende zeereep moeten extreme maatregelen toegepast worden. Uit het verleden weten we dat een groot aantal kerven naast elkaar de zeereep in zijn geheel in beweging kan brengen. Zoals we al in paragraaf 1.2.7 zagen, werd dit in het verleden onder andere in de kop van Noord-Holland toegepast (Figuur 58). Hier is destijds een groot aantal sleuven in zuidwestelijke richting en dicht op elkaar gegraven. De depositie is gestuurd met stuifschermen. Een vergelijkbare ingreep is op Terschelling tussen paal 15 en 20 uitgevoerd. Hier is de depositie vrij gelaten, waardoor in de loop der jaren een geheel nieuw duinlandschap tot ontwikkeling is gekomen. De binnenduinrand van dit nieuwe landschap ligt op ongeveer 400m van de oorspronkelijke duinvoet. Tot hier is nieuw reliëf gevormd. Verder landwaarts is het oppervlak wel overstoven, maar dit heeft hier niet tot nieuw reliëf geleid. Waarschijnlijk hangt deze redelijk beperkte afstand samen met de expositie van de kust, westzuidwest naar oostnoordoost, waardoor de frequente westen en zuidwestenwinden geen zand naar binnen hebben geblazen, maar eerder zeewaarts. De landwaartse uitbreiding moest komen van noordwesten tot noordoosten winden die veel minder frequent waaien (zie ook paragraaf 3.1 en Figuur 20).





Figuur 58. Rollende zeereep bij de Zandloper, 15 oktober 1990. Op de zeereep is een groot aantal kerven in zuidwestelijke richting gegraven. Op boven- en achterzijde (midden en onderaan de foto) zijn de stuifschermen zichtbaar die het zand gecontroleerd invangen, om een gesloten duinenrij te garanderen (Foto Rijkswaterstaat).

6.7 Paraboliserende zeereep

39. Als je een paraboliserende zeereep wilt moet je veel ruimte hebben en veel geduld.

Zo een ontwikkeling kost veel tijd, naar schatting minimaal 25 jaar. Om een paraboliserende zeereep te realiseren, moeten verschillende grote kerven naast elkaar aangelegd worden, en vervolgens zal de tijd leren of de kerven zich zodanig ontwikkelen dat ze inderdaad uitgroeien tot paraboolduinen. Er is nog geen ervaring met de aanleg, omdat de ontwikkelingstijd van verschillende projecten nog niet lang genoeg is. Bij de Noordwest Natuurkern is wel de hoop dat de kerven uitgroeien tot een paraboliserende zeereep. De kerven zijn zo actief dat de depositielobben soms al een forse hoogte van ruim 15m NAP hebben bereikt en tot ver in de achterliggende valleien reiken (Figuur 59).



Figuur 59. Paraboliserende zeereep in de Noordwest Natuurkern, Zuid-Kennemerland. Op de achtergrond links zijn ook de gereactiveerde parabolen van Houtglop en Wieringen zichtbaar. De lobben vanuit de kerven hebben deels al contact met de achterliggende verstuingen (Luchtfoto beeldmateriaal.nl)

7 Uitvoering



7.1 Inleiding

40. Betrek bijtijds de mensen en de info die je nodig hebt voor de uitvoering van het project.

Na alle voorgaande stappen is duidelijk hoe je dynamisering in je gebied vorm wilt geven. Doelstellingen zijn helder, de locatie is geschikt bevonden en je hebt een plan dat je wilt realiseren. Het is tijd voor de volgende fase, waarbij de ingreep concreet gaat worden uitgewerkt; van voorontwerp tot definitief ontwerp naar werkelijke uitvoering. Kijk goed binnen je organisatie naar mogelijk ondersteunende documenten over projectmanagement. En doe dat in een vroeg stadium; een goede voorbereiding maakt de kans dat je dingen vergeet kleiner. Zorg dat je niet te snel begint met uitvoeren en stappen in de voorbereiding vergeet.

De stappen die hieronder worden beschreven zijn allemaal gebaseerd op de huidige situatie (2022). In de toekomst zal dit veranderen, zeker wanneer de nieuwe omgevingswet in werking treedt. Het is de bedoeling dit hoofdstuk regelmatig te actualiseren. Check daarom voor je begint of je de meest actuele versie van de handleiding hebt.

7.2 Zelf doen of uitbesteden

41. Kies wat jezelf wilt doen en wat je wilt uitbesteden. Goed uitbesteden kost tijd maar zo vermijdt je wel problemen bij de uitvoering.

De eerste vraag is wat je zelf doet en wat je uitbesteedt. In veel organisaties worden diverse stappen in het project zoals het maken van een voorontwerp of het uitwerken van een bestek aan bureaus gegund. Soms doen zij ook de gehele begeleiding van de uitvoering inclusief directievoering en vergunningaanvragen. De keuze wat je in eigen hand houdt of bij een ingenieurbureau neerlegt hangt af van de beschikbare capaciteit en financiën, maar ook hoe zeker je bent van de goede afloop als je het uitbesteedt of hoe zeker je je voelt om dit zelf uit te voeren.

Diverse organisaties hebben de gewoonte een aanbestedingsstrategie op te stellen in de voorbereiding, samen met een inkoopadviseur. Wat wil je maken, welk type contract (bestek is slechts één vorm) past daarbij, wat kun je daar wel en niet in vastleggen en voor welke aanbestedingsprocedurevorm kies je (ook afhankelijk van de aanbestedingswet)? Als je dit van tevoren goed uitwerkt, wat wel tijd kost, heb je later minder kans op problemen. Een goede planning is dus cruciaal.



7.3 Financiering

42. Denk bij je financiering aan alle benodigde stappen van vooronderzoek tot nabeheer.

Eén van de randvoorwaarden om aan de slag te kunnen is financiering. In veel gevallen is die ook al nodig voor de hele voorbereiding; denk maar aan alle vooronderzoeken. Het is zeer verstandig om niet aan een project te beginnen als er geen goed zicht is op uitvoeringsgeld. En niet met uitvoering te beginnen als er geen zicht is op beheergeld indien nodig. Het is uitermate belangrijk om de kosten voor monitoring niet te vergeten. Samengevat gaat het om de volgende punten:

- vooronderzoek
- voorontwerp, definitief ontwerp en bestek
- de werkelijke ingreep
- bemensing voorbereiding en uitvoering inclusief communicatie
- monitoring en evaluatie
- nabeheer

Het is goed om te kijken of er combinaties met andere doelstellingen mogelijk zijn (werk met werk maken) om de kosten te drukken, zoals het hergebruiken van vrijkomend materiaal. Vrijkomende grond kan bijvoorbeeld gebruikt worden voor het herstel van beheer/wandelpaden in het gebied. En het is van belang om te kijken of je een integrale aanpak kunt realiseren met een combinatie van doelstellingen met andere financieringsbronnen.

De kosten van inzet van een rentmeester en de privaatrechtelijke consequenties van een project kunnen aanzienlijk zijn. Zeker in geval van extern gefinancierde projecten is het wenselijk deze kosten vroegtijdig te signaleren en in een begroting en financieringsaanvraag op te nemen. Het is de ervaring dat deze kosten niet begroot worden en de organisatie de aanzienlijke kosten vaak zelf draagt.

7.4 Vergunningen

43. Voer vroegtijdig een vergunningenscan uit, dus voorafgaand aan de uitvoeringsfase zelf.

Vooraf in de sfeer van te laat vergunningen aanvragen of onvoldoende vergunningen aanvragen kan er veel misgaan. In je voorbereiding is het van groot belang om een vergunningenscan te doen; goed nagaan welke vergunningen allemaal vereist zijn en bij welke instanties ze aangevraagd moeten worden. Het is verstandig om met de diverse bevoegde gezagen vooroverleggen te organiseren zodat ze weten wat je van plan bent en dat zij kunnen aangeven hoe zij het werk interpreteren in relatie tot hun bevoegd gezag en wat ervoor nodig is (onder andere welke onderzoeken je moet hebben gedaan) om daar toestemming voor te krijgen.

Als je deze stap pas doet in de uitvoeringsfase ben je te laat. Je moet namelijk weten welke documenten (tot op welk niveau uitgewerkt) je nodig hebt om de diverse vergunningen en ontheffingen aan te vragen. Sommige vergunningen vergen veel tijd en het kan in elke gemeente, provincie, waterschap, Rijk (wellicht) weer anders zijn. Als je de scan vroegtijdig doet weet je ook welk onderzoek je nodig hebt en hoe je planning er dus gaat uitzien.



Overleg met met name het waterschap in het planvormingstraject is heel belangrijk. Leg als natuurbeheerder je doelen goed uit en kijk samen met de waterkeringbeheerder hoe de doelen bereikt en zo nodig aangepast kunnen worden. Het waterschap kan niet zonder meer een vergunning voor dynamisering verlenen, maar moet er eerst zelf beleid over vormen. Soms is het nodig dat zij zelf trekker worden van het project om de maatregelen vergund te krijgen. De randvoorwaarden worden gesteld door de waterkeringbeheerder, bijvoorbeeld met betrekking tot de minimale diepte. Gaat het dan om het laagste punt binnen een kerf? Of het laagste punt binnen een doorlopend profiel vanaf het strand door de kerf naar de depositielob? Of om het laagste punt in een gesloten duinrug die de kerf omgrenst? Dit zijn geheel verschillende visies op minimale diepte. Om misverstanden te voorkomen is het essentieel dat jouw visie overeenkomt met die van het waterschap. De toegestane diepte verschilt per locatie.

Een Wet Natuurbeheeronthefing is niet nodig als de maatregel in een Natura 2000-gebied in het Natura 2000-beheerplan is opgenomen (zie ook bijlage 1). Dat ontslaat je echter niet van de zorgplicht in het kader van de Wet Natuurbescherming. De aanwezige natuurwaarden (soorten en habitats) zullen dus in beeld moeten zijn, alsmede de mogelijke effecten die de maatregelen hebben op deze natuurwaarden. De eventuele maatregelen om deze effecten te mitigeren blijven dus van kracht. Door het opstellen van een Natuurtoets krijg je mogelijke effecten en mitigerende maatregelen in beeld. Wat de aannemer hier precies mee moet, moet je dan vertalen in een ecologisch werkprotocol. Dit protocol is onmisbaar voor een zorgvuldige uitvoering.

Het kan per provincie wel verschillen hoe je omgaat met de natuurwaarden en hoe je dat vastlegt. In Noord-Holland maken ze bijvoorbeeld een activiteitenplan en doen ze natuuronderzoek om aan te tonen dat ze geen significante schade toebrengen. Dit is zo afgesproken met de omgevingsdienst en de provincie. Tegelijkertijd is het dan weer heel belangrijk dat je goed met de gemeente afstemt en dat je de info al hebt als je een omgevingsvergunning aanvraagt. Want anders gaat de gemeente (1-loketprincipe) zelf aan het werk met betrekking tot de Wet Natuurbescherming en veel gemeenten hebben daar niet genoeg verstand van en doen dat dus liever niet.

Mogelijk andere conditionerende onderzoeken die aan de orde kunnen zijn:

- Archeologisch onderzoek. In het bestemmingsplan zijn dubbelbestemmingen opgenomen voor de verschillende gebieden in de gemeenten waar archeologische waarden aanwezig kunnen zijn in de ondergrond. In de regels van deze dubbelbestemmingen zijn voorwaarden opgenomen bij welke ontgravingsdiepte archeologisch vooronderzoek verlangd wordt om een omgevingsvergunning te kunnen verlenen.
- Vooronderzoek ontplofbare oorlogsresten conflictperiode. Vanuit de Arbowet heeft de opdrachtgever een verantwoordelijkheid om de uitvoerende partij het werk veilig uit te kunnen laten voeren. Indien er aanwijzingen zijn dat er gevechtshandelingen hebben plaatsgevonden in het verleden, en dit is in duingebieden vaak het geval, dient er een Vooronderzoek ontplofbare oorlogsresten conflictperiode uitgevoerd te worden. Indien de ontgravingslocaties als verdacht gebied aangemerkt worden, kan de daadwerkelijk detectie en benadering meegenomen worden in het contract en via de aannemer uitgevoerd worden. Er zijn mogelijkheden om hiervoor subsidie te krijgen via de gemeente. Goed om dit in het voortraject met de gemeente te bespreken.
- Natuur en landschapswaarden. Sommige gemeenten hebben een aparte zonerings opgenomen in het bestemmingsplan, waarvoor een advies nodig is over de aantasting van natuur en landschapswaarden om tot vergunningverlening over te kunnen gaan.



7.5 Van schets naar bestek en contract.

44. Van schets naar bestek en contract. Begin bijtijds om al deze verschillende stappen te doorlopen.

In de meeste gevallen werken we van een schetsontwerp naar een voorlopig ontwerp. Het voorlopig ontwerp wordt vertaald naar een definitief ontwerp (DO), wat als basis dient voor het bestek.

In de bestekfase moet nagedacht worden over bijvoorbeeld het type machines dat wordt ingezet en de rijroutes door het terrein. Hoe je een bestek opbouwt en hoeveel ruimte je daarin laat voor gekozen oplossingen door de aannemer is zeer belangrijk. Vaak wordt er te weinig aandacht besteed aan deze fase en komen er tijdens de werkelijke uitvoering klachten over dat het anders moet. Dat levert enorm veel spanning en meerkosten op. Het bestek is namelijk wel het contract met de aannemer en wijzigingen daarin hebben financiële consequenties.

Afhankelijk van de omvang van het werk, dient er een keuze gemaakt te worden voor de contractvorm. Je hebt verschillende mogelijkheden.

- Een werkomschrijving met een compacte beschrijving van de werkzaamheden. Deze contractvorm is geschikt voor kleinschalige werkzaamheden, die op uren verrekend kunnen worden.
- Een RAW-bestek waarin de maatregelen zijn uitgewerkt in bestekposten. Deze contractvorm is geschikt als precies duidelijk is welke handelingen de aannemer moet uitvoeren om tot het gewenste resultaat te komen. Indien er een meervoudig onderhandse of openbare aanbestedingsprocedure gevolgd gaat worden, heeft deze contractvorm de voorkeur. De aanbiedingen zijn dan goed vergelijkbaar.
- Bij zeer grote projecten kan voor een UAV-gc contractvorm gekozen worden. Een deel van het uitwerken van het ontwerp en eventueel een deel van conditionerende onderzoeken kunnen bij het contract gevoegd worden. Deze contractvorm leent zich voor grootschalige projecten waarbij de uitvoeringsrisico's als groot worden ingeschat, of waar mogelijk hergebruik van vrijkomende materialen een aanzienlijke kostenbesparing zou kunnen opleveren. In een vroegtijdig stadium zit de uitvoerende partij, die beter zicht heeft op de markt voor hergebruik van deze materialen, dan aan tafel.

Overigens is het bij de keuze voor de aanbestedingsvorm ook van belang om rekening te houden met het aanbestedingsbeleid van de subsidie gevende partijen. Soms zijn er subsidievoorwaarden opgenomen over de wijze van aanbesteden.

Samengevat zijn er de volgende fases:

- Ontwerpschets (maatregelen en eerste kostenschattning).
- Ontwerpschets omzetten in definitief ontwerp (DO)
- Definitief ontwerp vertalen naar bestek
- Uitbesteding
- Gunning werk



7.6 Rol aannemer

45. De rol van de aannemer is groot en een goede projectbegeleiding is essentieel.

De rol van de aannemer is behoorlijk groot. De flexibiliteit en mogelijkheid die een aannemer heeft om af te wijken van het bestek of originele plan is van groot belang. Meerdere beheerders geven aan dat er tijdens de werkzaamheden bijgestuurd moet worden, omdat de praktijk soms anders uitpakt (plek blijkt bijvoorbeeld onbereikbaar te zijn). Niet bijsturen kan dan het succes van het project in de weg zitten. Maar zoals al gezegd, bijsturen kan gepaard gaan met meerkosten.

Het is essentieel dat een goede projectbegeleiding ook tijdens dit traject is geborgd en dat vooraf heel goede afspraken zijn gemaakt over wie welke rol heeft; wie directie voert en toezicht houdt (en als je een rol pakt dat je ook beschikbaar moet zijn). In alle gevallen is het van belang dat op dagen dat grondverzet wordt gepleegd, er iemand namens de beheerder aanwezig is of op zijn minst bereikbaar is voor overleg. Beheerders in het veld kunnen een goede rol vervullen in de kwaliteitscontrole van het werk buiten. Op het moment dat bijsturing echter financiële consequenties heeft moet dat altijd weer via de directievoerder lopen. Wat goed werkt, is een toelichting op het ecologisch werkprotocol op te nemen in het contract. De beheerders en de ecooloog kunnen dan een toelichting geven op waar de aannemer rekening mee moet houden tijdens de uitvoering. Tegelijkertijd kunnen dan ook afspraken gemaakt worden over de rollen en verantwoordelijkheden van de betrokken personen. Door nauwe samenwerking is meestal een goede oplossing van de problemen die zich voordoen gemakkelijker mogelijk.

Gezien de aard van de werkzaamheden en het werkgebied, verdienen aannemers die bekend zijn met het uitvoeren van werkzaamheden in het natuurbeheer de voorkeur. De ene aannemer heeft veel meer feeling met werken in de natuur dan de andere. De een kan moeiteloos natuurlijke vormen nabootsen, terwijl de ander toch liever met strakke zandlichamen werkt. Voor de aansturing van de aannemer lijken er dus twee strategieën denkbaar:

- 1) een flexibele aannemer die in overleg met de beheerder ter plekke oplossingen zoekt voor de problemen;
- 2) een van te voren sterk uitgekiend bestek waarbij het exacte grondverzet in GIS is vastgelegd en wordt gevolgd door de aannemer.

Maak met de aannemer vooraf de afspraak dat meerwerk alleen betaald wordt als daar vooraf overeenstemming over is bereikt.





Figuur 60. Aanleg van één van de Zeven Broeders, Noordvoort (Foto M. Wiltink, Waternet).

7.7 Draagvlak

46. Draagvlak. Blijf communiceren tijdens de uitvoering.

Blijf ook gedurende de uitvoering goed communiceren met je omgeving. Informeer hen, want op het moment dat de 'schop de grond ingaat' worden veel mensen pas alert. Ook kunnen er verrassingen optreden tijdens de werkzaamheden die gecommuniceerd moeten worden (langer dan verwacht, strandovergang tijdelijk niet bruikbaar). Suggesties voor bevorderen draagvlak zijn het organiseren van voorlichtingsbijeenkomsten en/of excursies en het inzetten van lokale pers en andere (social) media.

7.8 Uitvoering klimaatneutraal en stikstofneutraal

47. Streef klimaat- en stikstofneutraliteit na.

Het is in deze tijden niet meer goed verdedigbaar dat de uitvoering van een natuurverbeteringsproces niet klimaat- en stikstofneutraal gebeurt, zelfs als dit niet hoeft. Veel aannemers zijn er al mee bezig om dergelijke services aan te bieden. Helaas laat de praktijk zien dat bijvoorbeeld elektrisch werken niet eenvoudig is.

Misschien kan in het eigen beheergebied ook gezorgd worden voor klimaatneutraal werk door bijvoorbeeld bosaanleg, zolang dit niet in van nature open landschappen gebeurt. Dynamiseren is immers ook bedoeld om open landschappen te behouden en het zou tegenstrijdig zijn om bosaanleg ten behoeve voor compensatie in open landschappen te realiseren. Hierbij moet je wel goed uitzoeken of locaties niet al binnen andere compensatieopgaven vallen. Natuurbeheerders worden namelijk veelvuldig om locaties voor koolstofcompensatie gevraagd.

7.9 Tijdstip uitvoering

48. Kies je tijdstip van uitvoering slim.

Wanneer voer je de dynamisering uit? Kijk hierbij ten eerste naar de relatie tot het seizoen. Werk mag niet worden uitgevoerd in het broedseizoen. Start het werk dus na 1 september. Houd er rekening mee dat door slecht weer in het stormseizoen de uitvoer vertraagd kan worden. Anticipeer hierop door afspraken te maken over uitloop en spreek alle mogelijke vertragingsscenario's door. Ook moet je kijken, zoals reeds eerder benoemd, naar de relatie tot suppletieplannen; je wilt niet dat je nieuwe dure kerf weer wordt lam gelegd door een nieuwe voorraad zand.

7.10 Zeven van wortels

49. Houd er rekening mee dat het zeven van wortels een belangrijke kostenpost kan zijn.

De genomen maatregelen of uitgevoerde werkzaamheden kunnen verschillend zijn. Veelal is het een combinatie van het verwijderen van vegetatie, plaggen, afgraven en wortels verwijderen. De mate waarin dit gebeurt, is natuurlijk afhankelijk van de (on)mogelijkheden per locatie. Zoals eerder beschreven lijkt het voldoende verwijderen of beschadigen van wortels bepalend voor de verstuiving die op gang komt en de mate van nazorg die nodig is. Naarmate er meer zand is afgegraven (dus minder wortels aanwezig zijn) of de grond voldoende is bewerkt (door losmaken van de grond bij het zoeken naar munitie en vervolgens grizzelen zoals in Meijendel) krijgen wortels van bestaande vegetatie minder kans om weer uit te lopen. Het verwijderen van wortels is een dure zaak en moet misschien tijdens het werk worden bijgesteld, omdat er minder of juist meer wortels aanwezig zijn dan oorspronkelijk verwacht. In de praktijk blijkt meestal dat het meer is. Goed om hier dus voldoende budget voor te reserveren.

7.11 Plagsel en zand

50. Wat doe je met het plagsel en zand?

Bij het werk komt meestal plagsel en zand beschikbaar en de vraag is waar je dat laat. Hierover moeten afspraken met de waterkeringbeheerder worden gemaakt. Het laten vervallen aan de aannemer is de eerste keuze. Die moet dan een oplossing verzinnen voor het materiaal. Als die er marktwaarde in ziet kan dat gunstig werken op de inschrijfprijs.



Soms is afvoeren geen optie omdat het waterschap het zandvolume in het duingebied wil behouden en eist dat het vrijkomende materiaal binnen dezelfde zonering van de waterkering blijft. Goed om dit in het voortraject met het waterschap te bekijken, en dit als eis mee te nemen in het ontwerp. Als de grond vervuild is moet je dit van tevoren weten en ook weten wat je dan met het materiaal kan gaan doen. De kans op vervuiling met PFAS in de zeereep is hoog. Van te voren moet nagedacht worden over wat te doen met door PFAS vervuilde grond. Overigens kan in subsidieverordeningen staan dat de gegeven subsidie niet gebruikt mag worden voor vervuilde grond. Daarom is het dus van belang om van tevoren goed te bekijken of je je project wel met het beschikbare projectgeld mag uitvoeren als er sprake is van vervuiling.

In praktijk kan het toch lastiger blijken om het overgebleven plantenmateriaal of het zand exact op de geplande plek neer te leggen, omdat bijvoorbeeld de afstand groter is dan gedacht of het pad erheen onbegaanbaar of te steil blijkt voor de machines.

Tenslotte is ook belangrijk om bij het lokaal wegwerken van het materiaal voor zo weinig mogelijk aantasting van het reliëf te zorgen. Je kunt verwerkingslocaties zo plannen dat ze na uitvoering overstoven raken en zo minder opvallen in het landschap.

7.12 Nemen van mitigerende maatregelen

51. Soms zijn mitigerende maatregelen nodig.

Soms moeten mitigerende maatregelen worden getroffen omdat de maatregel ook negatieve effecten op bepaalde soorten of habitattypen kan hebben. Een voorbeeld daarvan is het plaatsen van broedkasten voor tapuiten na werkzaamheden in het leefgebied van de tapuit (zie Figuur 61). Op Vlieland gaven de tapuiten de voorkeur aan oude konijnenholen nabij de nieuwe nestkasten. In het Vogelduin (PWN gebied) heeft de tapuit in 2022 wel met succes in aangebrachte nestkasten gebroed.





Figuur 61. Bij de ingrepen op Vlieland is ter compensatie een tapuitkast aangebracht (Foto M. Nijenhuis).



8 Monitoring en evaluatie

52. Wat wil je weten en wat ga je meten?

Monitoring dient twee doelen. Enerzijds wordt gemonitord om vast te kunnen stellen of je je doelen gehaald hebt. De respons van de dynamiek op de ingreep wordt meestal al binnen een aantal jaren zichtbaar. Effect op de ecologische ontwikkeling kan veel langzamer gaan. Effecten van overpoeding met kalkhoudend zand op grijze duinen zijn meestal pas na een langere periode zichtbaar. Een monitoring van ecologische effecten zal dan ook meestal een periode van minimaal 5-10 jaar beslaan. Aangezien effecten van dynamiek ook op langere tijdschalen doorwerken, moet ook rekening gehouden worden met evaluatiemomenten na nog langere perioden, orde 25-50 jaar.

Anderzijds dient monitoring om, indien nodig, tussentijds bij te kunnen sturen en te zien of nabehoor nodig is. Als uitgestoven wortels een probleem gaan vormen voor verstuing, wil je dit weten zodra het probleem op gaat treden, niet pas na 5 jaar. Alleen dan kan je adequaat reageren, en voorkomen dat stabilisatie inmiddels is ingezet.

8.1 Algemeen / parameters

53. Ook hier gaat het over abiotische, biotische en antropogene zaken. En begin al met meten voordat de dynamisering wordt uitgevoerd.

Uit onderzoek van bestaande dynamiseringsprojecten blijkt dat relatief weinig geleerd is van de ingrepen, doordat niet altijd van tevoren is nagedacht hoe het project geëvalueerd zou moeten worden en wat voor monitoring daarvoor nodig is. Dat is erg jammer, omdat je wilt kunnen leren van een ingreep om de volgende nog beter te laten verlopen. Voor andere beheerders is het ook waardevol om te leren van projecten die in andere gebieden zijn uitgevoerd. Wat je monitort hangt natuurlijk primair af van je doelen, maar een standaard onderdeel van iedere monitoring zou moeten zijn of de uitvoering effectief is geweest.

Vooraf moet een duidelijk monitoringsprogramma worden opgesteld, op basis van de gestelde doelen en de evaluatievragen. Bij een goede monitoring worden voor de ingreep nulmetingen gedaan, om de uitgangssituatie vast te leggen zoals deze aanwezig is vóór de ingreep. Voor de morfologie en de monitoring van dynamiek is de nulsituatie de situatie direct na oplevering van het project. Maar voor flora en fauna moet de nulsituatie al vóór de ingreep worden opgenomen. Dit is nodig, omdat tijdens de ingreep verstuing al op gang kan komen en de begroeide periferie al overstoven kan raken. Bij een volledige monitoring worden behalve het projectgebied ook eventuele veranderingen in nabij gelegen referentiegebieden onderzocht, om te bepalen of veranderingen die in het projectgebied worden waargenomen ook in de referentiegebieden worden waargenomen, en dan waarschijnlijk niet gerelateerd zijn aan de ingrepen. In het ideale geval gaat de monitoring uit van het BACI-concept:

- Before: de situatie vóór ingrijpen
- After: de situatie na ingrijpen
- Control: de situatie in de referentiegebieden
- Impact: de situatie in het projectgebied

Goede monitoring is complex. Welke parameters moet je allemaal meten? Meet je ook procesvariabelen? Hoe vaak en hoe lang moet je meten? Al deze vragen worden idealiter al bij het ontwerp van je ingrepen in een monitoringsplan uitgewerkt. In ieder geval geldt meestal dat hoe meer je meet hoe beter je veranderingen kunt begrijpen en kunt koppelen aan de ingreep. Je kunt bijvoorbeeld alleen het vegetatietype meten, zien hoe dat verandert, maar je kunt ook de mate van overstuiving meten en onderzoeken of de verschillen die je meet een verklaring kunnen geven voor de verschillen in de vegetatie. Over het algemeen geldt ook dat hoe meer je wilt verklaren, hoe duurder en complexer de monitoring wordt. Als het vooral om signaleren van een gewenste ontwikkeling gaat, is het simpeler en goedkoper (maar ook minder interessant). Dus ook hier geldt weer: denk goed na over wat je wilt weten en leren.

Dankzij monitoring kan er eventueel vroegtijdig ingespeeld worden op ongewenste ontwikkelingen. Ook kan het vertrouwen in het project worden vergroot, doordat informatie over het proces en de ontwikkelingen met het publiek gedeeld kan worden. Tenslotte maakt het inzichtelijk in hoeverre doelstellingen van het project worden gehaald. Dit geeft ook inzicht in eventuele succes- en faalfactoren, waar in de toekomst rekening mee kan worden gehouden bij vervolgmaatregelen in naastgelegen gebieden.

De monitoring van al uitgevoerde projecten is heel erg divers. Er zijn verschillende projecten waarbij de monitoring een belangrijk onderdeel uitmaakt van het gehele project. Hierbij wordt zowel naar de abiotiek (meestal de mate van verstuiving en hoogteverschillen, soms ook hydrologie), als de ontwikkeling van de biotiek gekeken. Goede voorbeelden hiervan zijn Schoorl (zie Figuur 62), Schouwen, Noordvoort en de Noordwest Natuurkern. Daarnaast wordt er vaak reactief gemonitord op de antropogene factoren, zoals overstuiving van fietspaden of overlast bij bebouwing. Toch is het van belang dat je ook over deze factoren van tevoren nadenkt. Wat zijn mogelijke effecten voor belanghebbenden in het gebied en hoe ga je gevaarlijke ontwikkelingen (hoge steilwanden; het bloot sterven van munitie) of overlast situaties in de gaten houden?

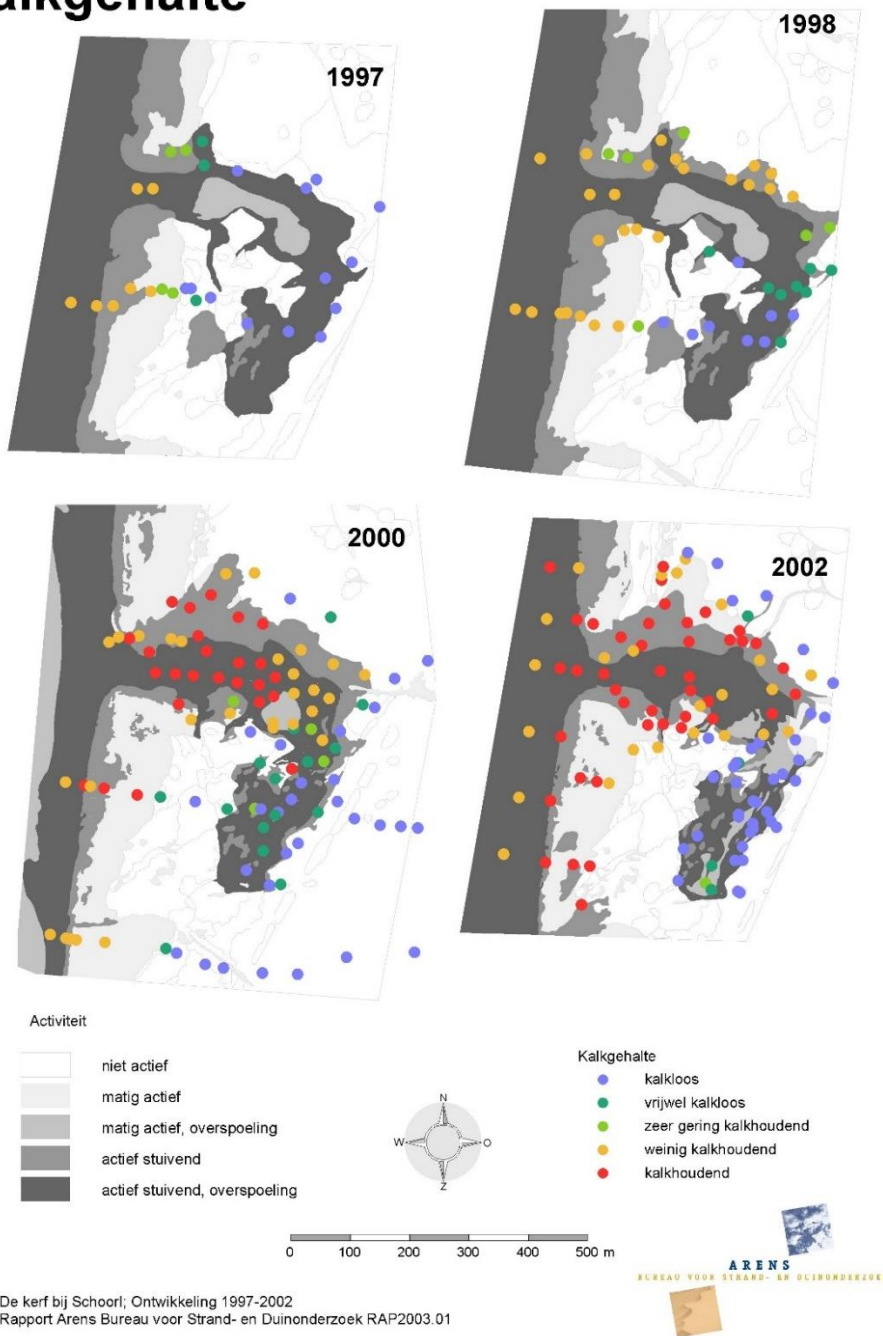
Punten van aandacht zijn:

- Wat moet ik monitoren om te onderzoeken of mijn doelen worden gehaald?
- Hoe uitgebreid wil/kan ik monitoren?
- Tot welk detail kan ik gaan?
- Wil ik ook veranderingen in de randvoorwaarden meten?
- Wil ik ook procesvariabelen meten?
- Wil ik signaleren of ook nog verklaren?
- Hoeveel T0 momenten moet ik meten vóór de ingreep?
- Wat moet ik monitoren om te bepalen of nabehoeer nodig is?
- Wat zijn mogelijke effecten voor belanghebbenden in het gebied en hoe ga je gevaarlijke of overlast situaties in de gaten houden?
- Wat kan er in eigen beheer en wat moet worden uitbesteed?
- Hoe zorg ik er voor dat langdurige monitoring consistent wordt uitgevoerd (dus niet bureau A die in 2026 de vegetatie zus opneemt en bureau B die dat in 2030 zo doet)?

Belangrijk is om bij al die monitoring van tevoren de volgende zaken goed te doordenken. Wat is het doel van je monitoring? Wat ga je monitoren? Hoe vaak is zinvol? Hoe lang van tevoren begin je met meten? Wie gaat de resultaten interpreteren? Wat en waar ga je rapporteren? Kan je de kosten van monitoring voor een aantal jaren meefinancieren in je project? Voor de abiotiek, biotiek en antropogene factoren is een en ander in de volgende paragrafen verder uitgewerkt.



Kalkgehalte



Figuur 62. Veranderingen in kalkgehalte in de Kerf bij Schoorl (Arens, 2003).

8.1.1 Abiotiek

- Ontwikkelingen op het strand, zoals embryonale duinvorming, suppleties, schelpenvloertjes. Het strand zit standaard in de jaarlijkse kustmetingen (Jarkus) van Rijkswaterstaat. Voor deze metingen wordt ieder jaar de hoogte van strand (idealiter tot de laagwaterlijn) en zeereep ingemeten met Lidar. De hoogteveranderingen en daarmee volumeveranderingen zijn met deze metingen te bepalen.
- Rijkswaterstaat houdt een bestand bij van suppleties, waar en wanneer ooit gesuppleerd is. Vraag Rijkswaterstaat naar de uitmetingen van vooroever en strand-suppleties.

- Ook de zeereep zit standaard in de Jarkus-metingen, maar de landwaartse begrenzing is niet altijd optimaal. Als je dynamiseringsingrepen tot ver landwaarts reiken, vallen ze waarschijnlijk buiten de Jarkus-metingen. Soms is het mogelijk in overleg met Rijkswaterstaat de metingen voor een locatie uit te breiden.
- Ontwikkeling van de sedimentverplaatsingen achter de zeereep. Dit kan deels nog binnen de Lidar opnamen liggen. Als dat niet het geval is, is een handmatige meting waarschijnlijk het snelste voor wat betreft de zandlobben die zich ontwikkelen. Er zijn tegenwoordig veel bedrijven die met drones hoogtemetingen kunnen doen. Voor fijne overpoeding is dit momenteel minder geschikt door de nauwkeurigheidsmarge van meerdere centimeters.
- Voor het meten van de overpoeding kan gekozen worden voor metingen met zandvangsters. Door in een gradiënt vanaf de zeereep landinwaarts te meten, krijg je een goed beeld van de hoeveelheid zand die vanaf de zeereep landwaarts stuift. Tijdens aanlandige wind en goede condities voor verstuiving kan je tot meer dan 1 km achter de zeereep nog zand vangen.
- Ontwikkeling grond- en oppervlaktewater. Alleen bij grotere ingrepen, ingrepen die een achterliggende natte duinvallei kunnen beïnvloeden of ingrepen in gebieden waar nog waterwinning actief is en het project daarop invloed kan hebben. Afhankelijk van de situatie zijn peilbuizen nodig of zijn gewoon observaties voldoende.
- Of de verstuiving op gang komt en blijft wordt o.a. ook beïnvloed door het voorkomen van remmende factoren in het terrein als het ontstaan van schelpenvloertjes of het bloot sterven van wortels. Dit zorgt ervoor dat de verstuiving geblokkeerd wordt en dient daarom goed gemonitord te worden zodat eventuele maatregelen tijdig uitgevoerd kunnen worden. Dit is in het veld het beste te meten maar vaak kan dit echter ook met de hoogtemetingen met drones gecombineerd worden (aan de hand van de gemaakte foto's).

8.1.2 Biotiek

- Vegetatiekartering. Of een vegetatiekartering wenselijk is, hangt mede af van de grootte van de ingreep en het te verwachten beïnvloede gebied. Op basis van de recentste vegetatiekartering en de geobserveerde terreinontwikkeling is het van belang dat je een monitoring hebt zo kort als mogelijk voor de ingreep. Daarna is een periodieke vegetatiekartering wenselijk, bijvoorbeeld iedere drie tot ca. negen jaar na de ingreep. Daarna past de reguliere SNL monitoring van iedere zes jaar. Een vegetatiekartering geeft een sterk ruimtelijk beeld.
- Overweeg om ook monitoring uit te voeren op meerdere ecologisch vergelijkbare locaties die niet worden beïnvloed door je project. Daarmee krijg je een betere indruk of veranderingen het gevolg zijn van je project, of van andere factoren.
- Plantensoorten (transecten). Sommige voorkomens van planten zijn sterke indicatoren voor succes (bijvoorbeeld duinviooltje) of falen van de ingreep (bijvoorbeeld terugkeren helm, duindoorn of duinriet). Dit kan van jaar tot jaar verschillen en kan vrij gemakkelijk worden waargenomen. Daarbij kan het voldoende zijn om een aantal indicatorsoorten te tellen in plaats van een volledige vegetatiekartering uit te voeren. De trajecten ervoor kunnen afgeleid worden aan de hand van de verwachte abiotische ontwikkeling. De afstand tussen spots kan toenemen met toenemende afstand vanaf de dynamisering (e.e.a. afhankelijk van terrein en doelstellingen).
- Overwogen kan worden om dit soort gebiedjes met Differential Global Positioning System (DGPS) in te lopen en zo in kaart te brengen zodat de ontwikkeling in kaart kan worden gebracht.
- Plantensoorten (PQ's). Ook kan overwogen worden om een meetnet van PQ's (permanente kwadranten) neer te leggen. Hierin kan zeer gedetailleerd worden vastgelegd welke veranderingen er optreden in de vegetatiesamenstelling. Op standplaatsniveau geeft dit de meeste informatie, maar dit geeft wel een minder goed beeld van de ruimtelijke ontwikkeling en de kans bestaat dat de gekozen PQ's uiteindelijk op een ongunstige locatie blijken te liggen.



- Diersoorten. Daarnaast kan het interessant zijn om naar het voorkomen van diersoorten te kijken. Insecten zijn bijvoorbeeld gevoelig voor veranderingen in microklimaat en kwaliteit van de vegetatie. Vogels geven een sterker beeld van de overall structuur van het gebied en deels van de kwaliteit (bepaling van broedsucces zegt nog meer over de kwaliteit). Ook is het voorkomen van konijnen (handhaving/terugkeer/dichtheden) interessant om te volgen omdat deze soort een belangrijke sturende factor kan zijn in het openhouden van het gebied.

8.1.3 Antropogeen

- De abiotische en biotische ontwikkelingen kunnen ook leiden tot effecten voor de mens. Vaak zie je die aankomen: als een zandlob langzaam een pad nadert kun je op tijd ingrijpen en bijvoorbeeld in overleg met de gemeente het pad verleggen. Of als de duinlob echt niet meer ruimte mag krijgen, vastleggen door aanplant van helm. Als wanden van een kerf erg steil worden, kun je waarschuwingsborden neerzetten.
- Stuivend zand kan soms ook tot onverwachte effecten leiden, zoals het plotseling bedekken van infrastructuur, hinder van zand bij woningen, of hogere waterniveaus met hinder voor gebruik paden of voor landbouw. Door regelmatig te scannen, met name na extreem weer (droogte, stortbuien en sterke stormwinden) kunnen de meeste ontwikkelingen goed gevolgd worden en waar nodig kan dan worden ingegrepen.
- Omgekeerd gaat ook de mens interactie aan met de dynamisering. Mensen worden ernaar toe getrokken, betreden het gebied en gaan erin recreëren. Dat kan enerzijds leiden tot gevaarlijke situaties (instorting duin, munitie) en anderzijds tot ongewenste verstoring (graafbijen, broedvogels, oeverzwaluwen, etc.). Een deel kan opgelost worden door afsluiting en toezicht. Een andere mogelijkheid is om te zoneren waarbij één kerf bezoekerbaar is en de anderen worden afgesloten.
- Houd er ook rekening mee dat afrasteringen kunnen onderstuiven. Hierdoor kan een gebied bereikbaar worden voor recreanten, maar vooral zal het vaak tot gevolg hebben dat aanwezige grazers het gebied uit kunnen wandelen. Bedenk vooraf of het nodig is een raster te verplaatsen naar buiten de verwachte overstuivingszone, of zorg dat het raster regelmatig wordt nagelopen en eventueel opgehoogd/aangepast.

8.1.4 Wie doet de monitoring?

Dit kan vaak goed door de eigen mensen worden gedaan, al-dan-niet in combinatie met vrijwilligers of universiteiten/hogescholen (goede afspraken nodig). Ga wel na of sommige werkzaamheden zo specialistisch zijn dat ze ook door specialisten moeten worden uitgevoerd. Monitoring om benodigd nabeheer vast te stellen kan het beste door eigen mensen worden gedaan.



8.2 Evaluatie

54. Evalueren hoort bij monitoring, maar keurt de slager zijn eigen vlees?

8.2.1 Noodzaak van evaluatie

Goede monitoring is noodzakelijk, maar monitoring zonder een goede interpretatie of degelijke evaluatie is zinloos. Bij het opstellen van een monitoringsplan is het daarom ook noodzakelijk om de evaluatie van de monitoringsgegevens in te plannen (en te begroten). Daarbij moeten de vragen die ten grondslag liggen aan de uitgevoerde monitoring beantwoord zien te worden.

8.2.2 Wie evalueert de resultaten?

Het kan erg verleidelijk zijn om de evaluatie zelf te doen, maar dan krijgen we wel een gevalletje van de slager die zijn eigen vlees keurt. Over het algemeen is het beter om dit te laten doen door een externe partij. Dit kan een daartoe gespecialiseerd bureau zijn of een universiteit/hogeschool. Interpretatie van de monitoringsresultaten voor het bepalen van de noodzaak tot nabeheer kan vanzelfsprekend wel door eigen mensen worden uitgevoerd.

8.3 Financiering monitoring en evaluatie

55. Zorg dat je je financiering voor de monitoring regelt. Reserveer geld voor bijsturen wanneer monitoringsresultaten daar aanleiding toe geven.

De financiering van de monitoring en evaluatie zou bij de start van het project moeten worden vastgesteld, zodat in ieder geval voor een voldoende aantal jaren de kosten van monitoring zijn gedekt, alsmede de evaluatie van de monitoringsgegevens. Hier is het in het verleden heel vaak mis gegaan. In de praktijk blijkt dat de abiotische en biotische monitoring van de ontwikkelingen vooraf en ná implementatie van een maatregel vaak niet goed ingeregeld is. Veel projecten zijn voor miljoenen euro's uitgevoerd, waarbij de financiering via subsidies werd geregeld. In de jaren daarna moest de financiering van de monitoring en evaluatie dan uit eigen middelen komen, die meestal ontoereikend waren. Neem de kosten voor monitoring en evaluatie dus mee in de financiering van je project.

Het is van groot belang om over de monitoring en evaluatie van tevoren goed na te denken, omdat alle monitoring, evaluatie en toezicht en beheermaatregelen die je moet nemen geld kosten en in de financiering moeten worden meegenomen. De meeste dynamisering en gaan zeker een decennium mee. Het kan dus slim zijn om voor tien jaar de monitoring (tussentijdse evaluatie) en extra beheer onderdeel van het budget te maken. Leg ook duidelijk vast wie de opdrachtgever voor de monitoring en evaluatie is en welke vragen beantwoord moeten worden. Tien jaar is lang en de kans is groot dat evaluatie van de monitoring wordt uitgevoerd door medewerkers die niet actief bij de planvoorbereiding en uitvoering betrokken waren.

Financiering van monitoring en evaluatie is essentieel. Maar minstens zo belangrijk is het om ook geld te reserveren voor bijsturing van het project wanneer de resultaten van monitoring en evaluatie daar aanleiding toe geven.



8.4 Onderzoek

56. Extra onderzoek kan ook nog nodig zijn: dit is niet hetzelfde als monitoring en evaluatie, maar soms wel belangrijk.

Monitoring is een geschikt instrument om de feitelijke resultaten van een project in beeld te brengen: de hoeveelheid afgezet zand, veranderingen in populaties van planten en dieren, overlast voor de omgeving. Monitoring levert niet per se nieuwe inzichten op in de oorzaken van effecten en succesfactoren voor nieuwe projecten. Daarvoor is onderzoek nodig dat wordt opgezet en uitgevoerd door specialisten met ervaring in het uitvoeren van wetenschappelijk verantwoord onderzoek. Het is goed om bij de voorbereiding van een dynamiseringsproject na te denken over mogelijkheden voor wetenschappelijk onderzoek.

Bedenk dat er veel zaken nog niet of nauwelijks bekend zijn. Dat maakt de ingrepen in de kust interessant voor onderzoekers van universiteiten en hogescholen. Vaak betrekken we die pas vrij laat bij dynamiseringsprojecten, waardoor de voor hen belangrijke T0 metingen vooraf niet meer mogelijk zijn. Dat is een gemiste kans. Ook zal vaak een onderzoeksaanvraag ruim van te voren opgezet moeten worden (soms met deelname van je organisatie). Op tijd aandacht vragen voor de mogelijkheid van onderzoek kan goed helpen om een deel van je vragen (voor toekomstige projecten) te beantwoorden en goede onderzoeksresultaten te verkrijgen voor weinig (vaak technische ondersteuning) tot geen geld. Organisaties die zich met kustonderzoek bezig houden zijn onder andere: Universiteit Utrecht, TU Delft, Universiteit Twente, NIOZ, Deltares, Rijkswaterstaat, Universiteit Wageningen, TNO, IHE, Hogeschool Zeeland, Van Hall Larenstein (zie ook: <https://www.nck-web.org/repositories>).



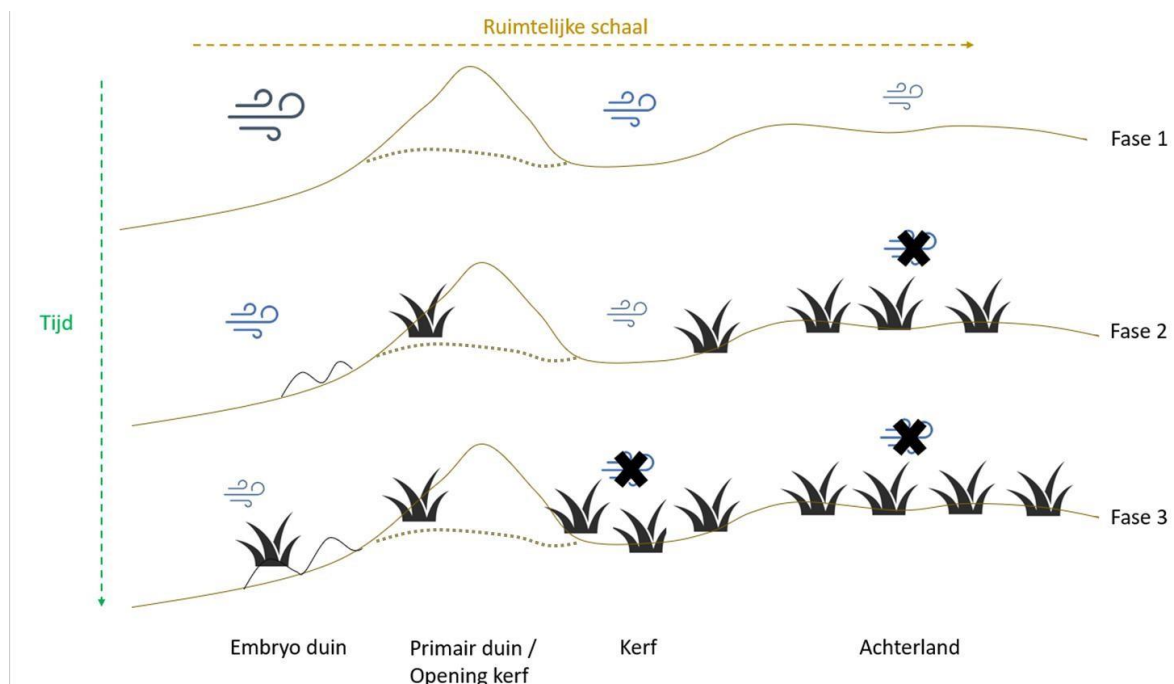
9 Nabeheer

9.1 Inleiding

57. Nabeheer komt na de uitvoering. Ook daarbij gaat het om abiotiek, biotiek en antropogene factoren.

Nadat het werk is uitgevoerd moet er nog een tijdlang nabeheer worden gepleegd. Afhankelijk van de grootte van de ingreep kan dit een decennium zijn maar ook meerdere decennia. Ervaring met verschillende projecten leert dat een periode van 3-5 jaar voldoende is om van de erfenis van achtergebleven wortels af te komen. Daarbij zal in het algemeen kort na de ingreep het nabeheer het meest intens zijn, omdat de dynamiek zich dan vrij snel ontwikkelt, al dan niet na een aanloopperiode.

Na verloop van tijd zal 'de vaart' uit je dynamisering gaan en zal vegetatie weer terugkomen; dit ligt wel aan de grootte van je ingreep, want bij verschillende grootschalige projecten en ook bij autonome kerven is het duidelijk dat de vaart er niet zomaar uitgaat. Bij te snelle stabilisatie zijn misschien gerichte beheermaatregelen nodig om de gewenste dynamiek in stand te houden. Over het algemeen geldt dat je mag verwachten dat hoe meer je gaat naar systeemherstel, hoe minder gericht beheer waarschijnlijk nodig is, omdat de natuur voor zichzelf kan zorgen. Omdat het daarbij over grootschalige gebieden gaat, zullen vermoedelijk je eventuele maatregelen die je toch neemt ook grootschaliger zijn (bijvoorbeeld drukbegrazing).



Figuur 63. De levenscyclus van een dynamiseringsproject in de duinen (Evers, HHNK).

Welke nazorg in de vorm van beheer of onderhoud nodig is rond de ingreep, wordt hieronder besproken in de paragrafen abiotiek, biotiek en infra, na een bespreking van de levenscyclus van dynamisering in paragraaf 9.2. In alle gevallen is het van belang om de uitvoering van de diverse nabeheeractiviteiten bijtijds te regelen.

Een belangrijke vraag met betrekking tot nabeheer is hoe lang je daarmee doorgaat. Wanneer ben je bezig met herstel van dynamiek en op welk moment zal je besluiten dat je met nabeheer een situatie kunstmatig in stand probeert te houden? Zolang er nog wortels aanwezig zijn, is het duidelijk dat nabeheer gericht is op het verwijderen van een oude erfenis. Maar wat als na het verwijderen van de laatste wortel het systeem toch naar stabilisatie neigt? Moet je dan accepteren dat het proces blijkbaar niet hier en nu hersteld kan worden? Of mag je, net als bijvoorbeeld bij het maaien van duinvalleien, eindeloos vegetatie blijven weghalen om de boel in beweging te houden? Dit laatste is nogal strijdig met het idee van dynamiseren: verstuiving op gang brengen, waarna het systeem het zelf in stand houdt. Het is goed om te beseffen dat dynamiek in een volledig natuurlijk duinsysteem ook fluctueert, opkomt en weer uitdooft (zie hieronder). Er zijn jaren dat de dynamiek op grotere schaal opleeft (extreme droogtes, veel stormen, herstel konijnenpopulatie) of juist afneemt (extreme neerslag, opeenvolging van aantal natte jaren, instorten konijnenstand). Het kan zijn dat je extra moet nabeheren om een periode met ongunstige weersomstandigheden te overbruggen. Een concreet antwoord is niet te geven en zal ook per situatie verschillen.

9.2 Levenscyclus dynamisering

58. Dynamische systemen lopen een ontwikkeling door van begin, groei, stagnatie en einde. Houd daar rekening mee in je planning.

Theoretisch zou je kunnen stellen dat dynamische systemen een levenscyclus hebben, van begin, groei, stagnatie en einde. Bij stuifkuilen is dit heel duidelijk het geval; stuifkuilen komen op en doven uit, op een tijdschaal variërend van een aantal jaren tot soms meerdere decennia. Voor grootschalige verstuingen is nog niet duidelijk op welke tijdschaal stagnatie te verwachten is. De grote, autonome kerven, op Terschelling, in het Noordhollands Duinreservaat en op de Kop van Schouwen, laten allen nog geen teken van stabilisatie zien, terwijl sommige inmiddels al ruim 30 jaar in ontwikkeling zijn. Hetzelfde geldt voor grootschalige reactivaties zoals het Buizerdvlak tussen Bergen en Schoorl en de Noordwest Natuurkern, hoewel deze projecten nog niet zo lang geleden zijn uitgevoerd, respectievelijk 12 en 9 jaar. Veel hangt ook af van externe omstandigheden. Zo is er in de zeereep vóór het Buizerdvlak een tijd lang sprake geweest van de ontwikkeling van kerven, maar is de ontwikkeling gestagneerd omdat er na verloop van tijd een omvangrijk embryoduin veld vóór de zeereep is ontstaan. Houd er rekening mee dat over het algemeen geldt dat hoe groter de schaal van de dynamisering is, hoe groter de kans is op een lange levensduur (>10 jaar).

Naast de logische voorspelbare oorzaak-gevolg ontwikkeling van je dynamisering is er ook nog sprake van zogeheten 'stochastische ontwikkelingen'. Dat zijn ontwikkelingen die voor een belangrijk deel door toevalsprocessen worden bepaald, zodat je ze van tevoren niet kunt voorzien (bijvoorbeeld de opeenvolging van weersomstandigheden of de opeenvolging van extreem droge of natte jaren). Hieronder volgt een korte behandeling van een paar belangrijke stochastische processen:

- Droogte leidt tot een versterking van dynamisering doordat het zand droger en daarmee vatbaarder wordt voor windtransport, terwijl tegelijk de vegetatie minder gemakkelijk de open plekken weer kan opvullen.
- Winderige jaren zullen leiden tot een versterking van dynamisering, waarbij het zandtransport ook dieper landinwaarts kan reiken en daar overlast kan veroorzaken ('Staatsbosbeheer laat je tanden knarsen' was ooit een leuze op Terschelling). Wel kan tegelijk embryonale duinvorming bevorderd worden in het zomerhalfjaar, wat dynamisering via kerven, rollende zeerepen, sluffers en washovers weer tegenwerkt.



- Zware stormvloeden kunnen de zeereep aan de zeekant sterk aantasten en embryonale duinen opruimen. Daarbij kan de kust dermate veranderen dat er bij de stakeholders vraagtekens gezet gaan worden bij de dynamiseringsprojecten. Het doordringen van stormvloeden in gebieden achter de zeereep kan ook tot gevoelens van onzekerheid over de waterveiligheid leiden. Beheermaatregelen kunnen dan nodig zijn, zelfs wanneer er geen direct risico voor de waterveiligheid is. Zo zijn in Terschelling dennentakken en kerstbomen in bepaalde gaten gelegd om de dynamisering enigszins te beteugelen.
- In extreem vochtige jaren kan de stabilisatie van een dynamiseringsproject sneller verlopen, waardoor het nodig kan zijn extra beheermaatregelen te nemen, zoals drukbegrazing en/of handmatig of machinaal verwijderen van opgekomen vegetatie.

Blijf ook gedurende de levenscyclus goed communiceren met je omgeving. Informeer hen, want er kunnen verrassingen optreden tijdens deze fase die gecommuniceerd moeten worden (gevaren, mooie ontwikkelingen, infra even niet bruikbaar). Blijf ook consistent het ware verhaal vertellen, ook als de boodschap even onaangenaam is. Bewust onjuiste informatie verstrekken komt altijd uit en zet je enorm op achterstand. Communicatie zit vaak in de kracht van herhaling. Dit kan via:

- Folders
- Online informatieve films (voorbeeld Terschelling: <https://vimeo.com/649382122>)
- Artikelen in lokale media en toeristische kranten
- Aansluiten bij de (storm)seizoen
- Actief media mee het veld in nemen

9.3 Nabeheer abiotiek

59. Als embryonale duinen de ingang van je kerf gaan blokkeren, overweeg dan ze weg te halen.

Het is essentieel voor het goed functioneren van een kerf dat de opening open blijft. Embryonale duinen rond de opening hoeven geen probleem te vormen, zolang ze zo dynamisch zijn dat ze beperkt zand invangen. Gaan ze echter een belemmering vormen voor de doorstuiving de kerf in, dan is het raadzaam ze te verwijderen. Overigens moet dit wel zorgvuldig afgewogen worden. Embryonale duinen hebben ook een ecologische waarde. Een argument om ze weg te mogen halen is, dat ontwikkeling van de meeste embryonale duinen een direct of indirect gevolg van suppleren is. De ontwikkeling kan immers alleen tot stand komen omdat er een overmaat aan zand aanwezig is, als gevolg van suppleren. Dit effect van suppleren gaat in tegen de natuurlijke erosie van de kust en hindert daarmee het proces van kerfontwikkeling en doorstuiving. Andere argumenten zijn dat de vervangbaarheid van embryonale duinen groot is en de zeldzaamheid klein; ze ontstaan inmiddels op veel plekken langs de kust.

Wanneer in je gebied gesuppleerd wordt, kan een suppletie overslaan een goede manier zijn om de ontwikkeling van embryonale duinen tegen te gaan. Erosie kan dan enigszins op gang komen, wat de ontwikkeling van kerven ten goede komt. Probeer hierover afspraken met Rijkswaterstaat te maken. Op Schouwen is dit toegepast.



9.4 Nabeheer biotiek

60. Wortels verwijderen is een belangrijk aandachtspunt en wellicht moet je dit langer blijven volhouden.

Zonder uitzondering wordt het verwijderen van vegetatie en (levende en dode) wortels door alle beheerders genoemd als één van de belangrijkste factoren die het succes van de kerf bepaalt. Dode wortels belemmeren de verstuiving en moeten regelmatig worden geruimd, in ieder geval zo frequent dat de stagnatie van verstuiving niet tot stabilisatie leidt. Dode wortels kunnen extreem diep gaan (in sommige gevallen enkele meters of zelfs nog meer) of in grote dichtheid aanwezig zijn, waardoor ze een hardnekkig en langdurend probleem kunnen vormen. Het nabeheer kan daardoor veel langer nodig zijn dan verwacht en dus ook duurder uitpakken. Een geringe bedekking met wortels (10-15%) kan de verstuiving al behoorlijk beperken.

Het merendeel van het nabeheer bestaat dan ook uit het regelmatig verwijderen van vrij gestoven wortels en vegetatie die zich (her)vestigt. De mate waarin dit nodig is verschilt sterk. Bij de Zeven Zusters ten zuiden van Egmond is dit een groot aandachtspunt. De helm wortelt hier meters diep en wortels zijn al diverse malen verwijderd, maar blijven steeds weer bloot sterven. Volhouden is hier het devies. Bij Meijndel en de Noordwest Natuurkern is het probleem met achtergebleven wortels veel minder. Het is van belang dat er van te voren goed wordt bedacht op welke manier en in welke mate de vegetatie en de wortels worden verwijderd tijdens het nabeheer. Maar je kunt niet altijd van te voren met 100% zekerheid te weten komen hoe het met de doorworteling in het projectgebied zit, tenzij je op grote schaal proefsleuven gaat graven.



Figuur 64. Radiografisch gestuurd nabeheer bij Noordvoort (Foto M. Wiltink, Waternet).

We weten dat het voldoende verwijderen of beschadigen van wortels bepalend lijkt voor de verstuiwing die op gang komt en de mate van nabehoer die benodigd is. Naar mate er meer zand is afgegraven (dus minder wortels aanwezig, zoals in de Noordwest Natuurkern) of de grond voldoende is bewerkt (door losmaken van de grond bij het zoeken naar munitie) krijgen wortels van bestaande vegetatie minder kans om weer uit te lopen.

Vaak worden vrij gestoven wortels handmatig (vaak door vrijwilligers) verwijderd. Ook wordt het machinaal gedaan, bijvoorbeeld met een frees of grizzle. Wat goed werkt is een op afstand bediende rupsvoertuig met aanbouwfrees. De bestuurder loopt op veilige afstand mee met de machine, waardoor ook redelijk steile hellingen zijn te bewerken. Helmwortels worden stukgeslagen en de bovenste laag zand losgewoeld. Herhaling (2 à 3 keer per jaar) is meerdere jaren nodig. Voordeel van deze machine is ook dat je op veel lastig bereikbare plekken kunt komen, nagenoeg zonder insporing.

In Noordvoort is gewerkt met een paard en ploeg en recent met een radiografisch gestuurde frees (Figuur 64). Specifiek voor verstuiwingsprojecten in de duinen wordt vaak gebruik gemaakt van het zogenaamde grizzelen. Hierbij wordt met een soort grote hark, met grote tanden van 1 meter, de bodem doorgeharkt om zoveel mogelijk wortels uit de bodem te halen. Onderzoek bij Meijndel toont aan dat dit inderdaad een effectieve methode is voor het verwijderen van wortels. Dit is met name het geval bij duindoorn. Bij helm lijkt het sterk afhankelijk van de dichtheid van het wortelstelsel (Arens, 2021). Daar komt bij dat helm meestal verticaal wortelt en de tanden van de grizzle hier langs heen gaan. Op Ameland is daarom geëxperimenteerd met een grizzle met snijmessen, die de verticale wortels ook doorsnijdt. Dit lijkt een positief effect te hebben.

9.5 Nabeheer antropogene zaken

61. Nabeheer is ook van belang voor zaken die de mens betreffen. Denk daarbij aan verwijderen van puin en munitie, bewaken waterveiligheid, zoetwaterzekerheid, veiligheid recreanten, overlast voor derden en het afleggen van verantwoording bij de subsidiegever.

9.5.1 Verwijderen van puin

Een vergelijkbaar probleem als uitstuwende dode wortels vormt uitstuwend puin of ander grof materiaal. Op veel plaatsen zijn oorlogsresten in de bodem aanwezig, die na de ingreep aan het oppervlak kunnen komen te liggen. Ook zijn resten van geruimde bunkers aanwezig, soms merkwaardig donkere lagen, of compacte horizonten. Soms is er in het verleden in de zeeleep veel gerommeld (zie paragraaf 5.2.3). Wees er dus op bedacht dat er rommel omhoog kan komen en als dit in grote hoeveelheden is, dit geruimd moet worden. Dit is niet alleen vanuit esthetisch oogpunt aan te raden, het is ook nodig om de verstuiwing niet te belemmeren.

9.5.2 Waterveiligheid

Door uitstuiwing kan de waterveiligheid in gevaar komen, of kan de hoogte van de kerf afnemen tot onder de vastgestelde drempelwaarde. In overleg met de waterkeringbeheerder moet besloten worden hoe dit opgelost wordt. Een mogelijkheid is stuifschermen of rietpoten in de opening van de



kerf aan te brengen om depositie van zand te bevorderen. De hoogte kan hierdoor weer toenemen tot een gewenst niveau. Afhankelijk van de mate van instuiving en de verdere ontwikkeling kan na verloop van tijd overwogen worden de schermen weer weg te halen. Rietpoten zullen sowieso verteren en op termijn weer verdwijnen. Als gewenst is dat de kerf wel als doorgeefluik voor zandtransport in landwaartse richting blijft functioneren, is het belangrijk dat de zone met rietpoten of stuifschermen niet stabiliseert. Eventueel opkomende vegetatie kan beter verwijderd worden.

9.5.3 Zoetwaterzekerheid

Veranderingen in de hydrologie van een duingebied kunnen leiden tot effecten op het winnen van zoet grondwater voor de drinkwatervoorziening. Twee belangrijke effecten zijn overstroming met zoutwater tijdens stormvloed en het veranderen van grondwaterstromen.

Overstroming met zoutwater kan leiden tot verzilting van het ondiepe grondwater, waardoor onttrekking van zoetwater voor drinkwater onmogelijk wordt. In deze gebieden zal het nodig zijn om maatregelen te nemen om inundatie door de zee te voorkomen. Dit kan door de huidige kustlijn met zand te versterken of door de kust door middel van suppleties naar buiten te brengen. Dergelijke suppleties breken de golven en voorkomen overstroming. Zo is voor Schouwen bijvoorbeeld ingegrepen met suppleties om een drinkwaterwinning te beschermen. Door goed in de gaten te houden hoe het duingebied en de voorliggende stranden zich ontwikkelen, kun je ervoor zorgen dat een overstroming met zeewater van een waterwingebied wordt voorkomen.

Ook na zorgvuldig en uitgebreid onderzoek in de voorbereiding van dynamiseringsmaatregelen kun je nog steeds voor verrassingen komen te staan. Dynamiseringsmaatregelen leiden soms tot onvoorspelbare veranderingen in de morfologie. Die morfologische veranderingen kunnen weer zorgen voor veranderingen in de richting van grondwaterstroming. Vooral gebieden met een grondwateronttrekking zijn kwetsbaar, omdat een grondwaterwinning vaak grondwater aantrekt uit een groot gebied. Een verandering van stromingsrichting kan ertoe leiden dat een winning vervuild of zout grondwater gaat aantrekken. Zeker bij grotere ingrepen die kunnen leiden tot verbreding of versmalling van het duingebied, levert monitoring van grondwater waardevolle informatie op over veranderingen.

9.5.4 Veiligheid recreanten

Recreanten bezoeken graag dynamiseringsprojecten. Daarbij zijn er diverse mogelijke risico's waarmee rekening moet worden gehouden:

1. Drijfzand kan optreden in het diepere deel van de dynamisering op het strand (denk daarbij ook aan uitblaasgaten die kunnen overstromen). Borden met waarschuwing en afzetting overwegen.
2. De steile wanden van gedynamiseerde zeerepen kunnen instorten. Borden met waarschuwing en afzetting overwegen en/of zoneren waar bij één kerf de hellingen flauwer worden gehouden en deze toegankelijk houden voor publiek.
3. Vrijkomen scherpe munitieresten en fosfor. Afzetting en waarschuwingsborden.
4. Bedenk daarbij ook goed dat wanneer "het gevaar" geweken is de bordjes weer worden weggehaald.



9.5.5 Overlast

Het stuivende zand kan terechtkomen op infrastructuur en gebouwen. Het regelmatig (maandelijks) schoonhouden van paden kan een behoorlijke kostenpost worden. Ga na of verlegging van de infrastructuur of het lokaal vastleggen van het stuivende zand toch niet een betere optie is. Misschien is het ook mogelijk de overstuiving zo te leiden dat het meeste zand niet meer op een pad terecht komt. Plaats borden met 'Pas op: overstekend duin' om bezoekers voor te bereiden op mogelijk overstuiving van een pad. Voor gebouwen zullen de bewoners/gebruikers zelf de handen uit de mouwen moeten steken. Communicatie over de overlast en wat daaraan gedaan gaat worden is wel essentieel. Wat je niet wil is een actie zoals destijds op Vlieland, waar bewoners elkaar opriepen hun kerstbomen in stuifgaten te zetten om ze te dichten.



Figuur 65. Op Terschelling (paal 13) is bij de inrichting rekening gehouden met een ruitepad, zodat deze niet wordt overstoven (Foto M. Nijenhuis).



Figuur 66. Op Vlieland lag het fietspad dicht achter de zeereep. Deze is verlegd, zodat er geen overlast is door verstuiving (Foto M. Nijenhuis).

9.5.6 Overige zaken

Vergeet niet om verantwoording af te leggen aan de subsidiegever



10 Tot slot



62. Laat iets moois ontstaan!

Nu dat je aan het eind van deze handleiding bent gekomen, kun je wellicht denken om er maar niet aan te beginnen; zo veel zaken om rekening mee te houden en dan moet je ook nog af te toe het advies van deskundigen inroepen. Doe het wel! Kijk goed waar het kan en ga aan de slag. Bezoek mooie projecten en praat met collega's die ervaring hebben. Mits goed gedaan, is het niet alleen goed voor de natuur maar levert het ook een aantrekkelijke landschap op, vergroot het de zoetwaterveiligheid en kan de samenwerking tussen zee, zand, wind, flora en fauna een substantiële bijdrage leveren aan onze waterveiligheid.

*Het zand beweegt zich helling-op,
als door onzichtbare hand geholpen.
Waar het vastloopt in helmpollen,
vormt zich een zeereep groot en trots.*

*Met een vinger van verwondering
openen wij stil deze groene wal.
Als kinderen kijken wij ademloos
hoe het landschap zijn gang herneemt.*

*Hoog opspuitend in de storm,
traag kruipend in de zoele bries,
snel rollend van de helling.
En dan de planten en dieren.....*



11 Literatuur

- Aggenbach, C., Arens, S., Fujita, Y., Kooijman, A., Neijmeijer, T., Nijssen, M., Stuyfzand, P. van Til, J. van Boxel & Cammeraat, L. (2018). Herstel grijze duinen door reactiveren kleinschalige dynamiek. OBN223-DK. VBNE, Driebergen.
- Aggenbach, C., Nijssen, M., Kooijman, A., Arens, B., Fujita, Y en van Til, M. (2020). Kleinschalige verstuiwingen in kustduinen (1). Effecten op vegetatie en fauna van duingraslanden. De Levende Natuur 121(2): 48-53.
- Arens, S.M. (2018). Project Noordvoort; Monitoring Geomorfologie 2013-2017. Eindrapport. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2018.05 in opdracht van Waternet.
- Arens, B. (2021). Evaluatie verstuiwingsprojecten Dunea. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2021.01 in opdracht van Dunea.
- Arens, B. (2022). Potentie voor de ontwikkeling van kerven in de zeereep van het Noordhollands duinreservaat. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek rapport RAP2022.01 in opdracht van nv PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland..
- Arens, B. (2022). Noordwest Natuurkern; Effecten van ingrepen op dynamiek. Resultaten monitoring 2017-2020 (concept). Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek rapport RAP2022.04 in opdracht van nv PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland.
- Arens, B. (2022). Evaluatie ontwikkeling kerven Meijendel 2015-2021. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2022.05 in opdracht van Dunea.
- Arens, S.M., & van der Meulen, F. (1990). Sluifers op de Waddeneilanden. In: Duinen in Beweging, Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee / Stichting Duinbehoud, p81-86.
- Arens, S., & Janssen, G. (2009). Kustverdediging, suppleties en natuur. Vakblad Natuur Bos Landschap, 18-19.
- Arens, S., Geelen, L., Hagen, H. v., & Slings, Q. (2007a). Duurzame verstuiwing in de Hollandse duinen: Kans, droom of nachtmerrie. Zeist: Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.
- Arens, S., IJff, S., Smits, B., & Zelst, T. v. (2018). Natuurlijk veilig - Landschapsvormende processen. Delft: Deltares.
- Arens, S., Löffler, M., & Nuijen, E. (2007b). Evaluatie Dynamisch Kustbeheer Friese Waddeneilanden. Amsterdam: Bureau voor Strand- en Duinonderzoek.
- Arens, S., Slings, Q., Geelen, L., & Hagen, H. v. (2012). Is zandaanvoer door de zeereep de sleutel tot succes? Landschap, 131-139.
- Arens, B., Aggenbach, C., Kooijman, A.M., Nijssen, M. & M. van Til, (2020). Kleinschalige verstuiwingen in kustduinen (2). Sturende factoren, maatregelen en herstelstrategieën voor dynamiek. De Levende Natuur 121(2): 54-58.
- Bakker, T.W.M. (1981). Nederlandse kustduinen. Geohydrologie. Proefschrift Landbouwhogeschool Wageningen. Pudoc Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen. 189p.
- Bakker, T. (1979). Duinen en duinvalleien. Wageningen: Centrum voor Landbouwpublicaties en Landbouwdocumentatie.
- Caljé, R. (2022). Modelberekeningen Terschelling. Artesia, Schoonhoven. 76p.
- Compendium voor de Leefomgeving. (z.d.-a). Ecosystemen. Opgeroepen op april 18, 2022, van Fauna van de duinen, 1990-2018: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1123-fauna-van-de-duinen>.
- Compendium voor de Leefomgeving. (z.d.-b). Flora van de duinen, 1990-2016. Opgeroepen op 4 18, 2022, van Ecosystemen: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1603-flora-duinen>
- Coumou, L., & Cleveringa, J. (2020). Duindynamiek Waddeneilanden - Inventarisatie van voorbeelden. Leeuwarden: Programma naar een Rijke Waddenzee.

- Dekker, J.J.A., Drees, J.M., Moerman, M.P., Nijssen, M., Oostermeijer J.G.B., & L. Seip (2022). Herstel Konijnenpopulaties in de kustduinen. Rapport nummer OBN-2017-86-DK, VBNE, Driebergen
- Dobben, H.F. van, Bobbink, R., Bal, D. & A. van Hinsberg (2012). Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport 2397, ISSN 1566-7197
- Esselink, H., van Duinen, G.J., Nijssen, M., Geertsma, M., Beusink, P., & A. van den Burg (2007). Grauwe klauwier mist kevers door verruiging duinen, Vakblad Bos Natuur en Landschap april 2007:22-25 <https://edepot.wur.nl/114579>
- Fortuijn, L. (2020). Effectiviteit verstuiwingsmaatregelen Kieftenvlak. Heerhugowaard: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
- Geelen, L. (2022). Ecologisch herstel in de duinen: knoppen om aan te draaien. Vakblad natuur bos landschap, 16-19.
- Google Earth. (z.d.-a). Luchtfoto Kerven Hagedoornveld Ameland. Hagedoornveld. Opgeroepen op mei 20, 2022 Google Earth. (z.d.-b). Luchtfoto Berkheide. Berkheide. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Google Earth. (z.d.-c). Luchtfoto 'de Kerf' Schoorl. Schoorl. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Google Earth. (z.d.-d). Luchtfoto Meijndel. Meijndel. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Google Earth. (z.d.-e). Luchtfoto Noordwest Natuurkern. Bloemendaal. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Google Earth. (z.d.-f). Luchtfoto Schouwen. Burgh-Haamstede. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Google Earth. (z.d.-g). Luchtfoto Terschelling paal 13. Terschelling. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Google Earth. (z.d.-h). Luchtfoto Terschelling paal 15-20. Terschelling. Opgeroepen op mei 20, 2022
- Grootjans, A.P., Lammerts, E.J. & F. van Beusekom (1995). Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden. Ecologie en regeneratiemogelijkheden. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Herwijnen, M. v., Asselt, H., v., Oosterhuis, F., Vermaat, J., & Goosen, H. (2003). Succes- en faalfactoren van natuurontwikkeling in en langs het water. Amsterdam: Instituut voor Milieuvraagstukken.
- Hoogheemraadschap van Delfland (2011). Delflands duinen op de korrel: onderhoudsvisie gericht op dynamisch kustbeheer. Delft: Hoogheemraadschap van Delfland.
- IJff, S.D., et al. (2019). Natuurlijk Veilig – Landschapsvormende processen. Invloed van suppleties en beheer op dynamiek in de zeereep. Deltares rapport. Lackin, J. & R. Stuurman (2014). Onverwachte gebeurtenissen in de bodem. Gevolgen van ons handelen in beeld. Technische Commissie Bodem, Den Haag. 76p.
- Jackson, D.W.T., Costas, S., González-Villanueva, R. & J.A.G. Cooper (2019). A global 'greening' of coastal dunes: An integrated consequence of climate change? Global and Planetary Change, 182, 103026. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.103026>.
- KNMI (2021). Klimaatsignaal '21. Hoe het klimaat in Nederland snel verandert.
- Kooijman, A., Arens, B. van de Voort, J. Bloem, J. & M. van Til (2021). Fosfor en plantstrategie sturen biodiversiteit in duingraslanden. De Levende Natuur, 122-6, p. 221-225
- Kruijssen, B., ten Haaf C. & M. van Til. (2018). Verslag ontwikkelingen in flora en vegetatie binnen het project Noordvoort in de periode 2011-2017. Eindrapport.
- Löffler, M. (2010a). Hoe verder met dynamisch kustbeheer? Amersfoort: STOWA.
- Löffler, M. (2010b). Verslag Workshop 'hoe verder met dynamisch kustbeheer'. Amersfoort: STOWA.
- Löffler, M., Spek, A. v., & Gelder-Maas, C. v. (2011). Mogelijkheden voor dynamisch kustbeheer, een handreiking voor beheerders. Delft: Deltares.
- Martens, S. & ten Holt, H. (2020). Ecologisch assessment van de landschappen van Nederland. Analyse door het Kennisnetwerk OBN. Rapport nr. 2020/OBN238, Driebergen.



- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. (z.d.). Grijze duinen. Opgeroepen op Mei 7, 2022, van Website van Natura 2000: https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen/Profiel_habitatype_2_130.pdf
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2000). 3e Kustnota Traditie, Trends en Toekomst. Den Haag.
- Nieuwjaar, M.W.C. (1995). Achtergrondnota bij het Kustbeheersplan Noordzee- en Waddenzeekeringen: Waterkeringen te Kust en te Keur. Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier.
- Nijenhuis, M. (2022). Evolutie van de kerf: Een onderzoek naar succes- en faalfactoren van kerven in de zeereep. Afstudeeronderzoek Van Hall Larenstein in opdracht van Programma Rijke Waddenzee, 112 pp.
- OBN. (2016). Beheeradvies activering eolische dynamiek op de Waddeneilanden als PAS-maatregel voor habitatype H2130 Grijze duinen. Driebergen: VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren.
- OBN. (z.d.-a). Duin- en kustlandschap - Bedreigingen en kansen. Opgeroepen op februari 12, 2022, van OBN Natuurkennis: <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/duin-en-kustlandschap/duin-en-kustlandschap/bedreigingen-en-kansen-duin-en-kust/>
- OBN. (z.d.-b). Duin- en kustlandschap - Landschapsecologie. Opgeroepen op april 26, 2022, van OBN Natuurkennis: <https://www.natuurkennis.nl/landschappen/duin-en-kustlandschap/duin-en-kustlandschap/landschapsecologie-duin-en-kust/>
- Programma naar een Rijke Waddenzee. (z.d.). Natuurlijke dynamiek. Opgeroepen op april 28, 2022, van Programma naar een Rijke Waddenzee: <https://rijkewaddenzee.nl/thema/2-natuurlijke-dynamiek/>
- Provincie Zeeland (2019). 4e Monitoringsrapportage projecten "Slimmer omgaan met zand op Schouwen" en "Herstel duindynamiek Kop van Schouwen". Middelburg: Provincie Zeeland.
- Riksen, M.J.P.M., Goossens, D., Huiskes, H.P.J., Krol J. & P. Slim (2016). Constructing notches in foredunes: Effect on sediment dynamics in the dune hinterland. *Geomorphology*, 253, 340-352.
- De Rond, J. (2020). Insecten in stuivende zeeduinen. Tweede effectmeting van een verstuivingsproject in de Noordwestelijke Natuurkern van de Kennemerduinen. Rapportage PWN.
- Runhaar, J., Maas, C., Meuleman, A.F.M. & L.M.L. Zonneveld (2000). Herstel van natte en vochtige ecosystemen. Handboek. NOV-rapport nummer 9-2. RIZA, Lelystad. 124p.
- Steffelbauer, D.B., et al. (2022). Evidence of regional sea-level rise acceleration for the North Sea. *Environmental Research Letters* 17; doi.org/10.1088/1748-9326/ac753a. KNMI Klimaatsignaal '21. Hoe het klimaat in Nederland snel verandert.
- Stichting Duinbehoud (2020). Samen voor de kust: Duinbehoud voor mens en natuur. Leiden: Stichting Duinbehoud.
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2002). Leidraad Zandige Kust. Delft: Leidraad Zandige Kust.
- Valk, L. V., Reinder, J., Spek, A. v., & Gelder-Maas, C. v. (2013). Voorbeelden van dynamisch kustbeheer. Delft: Deltares.
- Van Buuren, U., Arens, S.M., & M.A. Prins (2021). Spatio-temporal variability of suspended sand input in a coastal dune system, the Kennemerduinen (the Netherlands). NCK Dagen 2021, 25-26 maart 2021, online symposium.
- Van Haperen, A.M.M. (2009). Een wereld van verschil: landschap en plantengroei van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Eilanden. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Van Hateren, J.A., van Buuren, U., Arens, S.M., van Balen, R.T. & M.A. Prins (2020). Identifying sediment transport mechanisms from grain size-shape distributions. *Earth Surface Dynamics*, 8, 527–553.



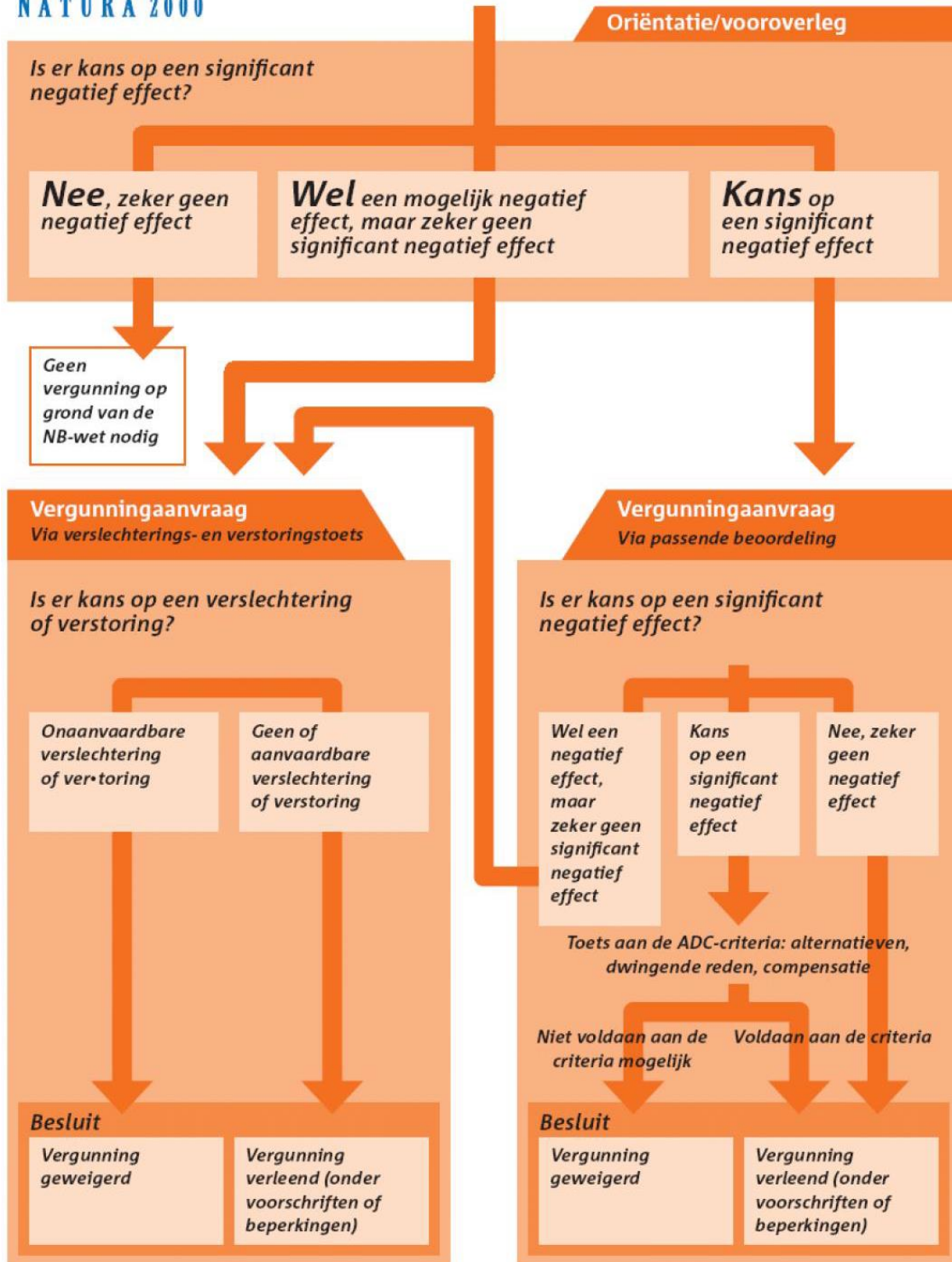
- Van Oosten, H.H. (2015). On the brink of extinction. Biology and conservation of Northern Wheatears in the Netherlands. Radboud Universiteit, Stichting Bargerveen.
- Vertegaal, C.T.M., Arens, S., Brugge, B., Groenendaal, M., Haaf, C. t., & H. Wondergem (2003). Evaluatie 'de Kerf' 1997-2002. Leiden: Vertegaal Ecologisch Advies en Onderzoek.
- Wegman, C., Leenders, J., & S. Arens (2022). Redeneerlijnen kerven en suppleties. Heerhugowaard: Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.



Bijlage 1 Schematische weergave vergunningsproces N2000



Project of handeling



Bijlage 2 - Begrippenlijst

Aanstuiving: Opeenhoping van stuifzand tegen een bestaande duinenrij aan, waardoor de zeereep zich zeewaarts uitbreidt. In het verleden vaak gestuurd door stuifschermen.

Afplaggen: Verwijderen van de doorwortelde toplaag van de bodem, waardoor zowel de planten van de latere successiestadia worden afgevoerd als de nutriëntenstapeling.

Basiskustlijn: De kustlijn die in het kader van het kusthandhavingsbeleid als referentie dient, in het algemeen de positie van 'de gemiddelde' kustlijn op 1 januari 1990 (TAW, 2002).

Binnenduinrand: De rand waar de duinen overgaan in de landwaarts ervan liggende polder, de meest landwaartse rand van de duinen.

Doorstuiving: Overstuiving tot achter de zeereep, waarbij hetzij strandzand over de zeereep wordt geblazen, hetzij door winderosie aan de voorzijde zeereepzand naar achteren wordt geblazen.

Dynamisch handhaven: Beheer waarbij ook de *Basiskustlijn* wordt gehandhaafd volgens de principes van *dynamisch kustbeheer*.

Dynamisch kustbeheer: Het zodanig beheren van de kust dat natuurlijke processen, al dan niet gestimuleerd, zoveel mogelijk ongestoord kunnen verlopen, waarbij de processen zodanig worden beheerd dat de veiligheid van het achterliggende gebied gewaarborgd blijft (TAW, 2002).

Duin-dijktraject: Gedeelte van een primaire waterkering dat afzonderlijk genormeerd is.

Duinvoet: Benedenrand van het duin: de overgang van het duinbeloop waar het strand overgaat in de zeereep. Daarbij wordt veelal de NAP +3 meterlijn aangehouden als de duinvoet.

Dynamiek: Dynamiek van stuivend zand, overstuiving al dan niet gecombineerd met winderosie.

Ecologie: Vakgebied dat zich met levende natuur bezig houdt.

Eilandkop: Een van de 5 onderdelen van het modeleiland is de eilandkop: het stompe uiteinde van een Waddeneiland, hier aan de westkant. Het zijn meestal zeer dynamische gebieden waarvan de ontwikkeling in sterke mate bepaald wordt door de dynamiek van de buitendelta. Onderdelen zijn backbarrier platen, buitendeltaplaten en buitendeltageulen.

Eilandstaart: Een van de 5 onderdelen van het modeleiland is de eilandstaart: het spitse uiteinde van een Waddeneiland, hier aan de oostkant. Het zijn meestal zeer dynamische gebieden waarvan de ontwikkeling bepaald wordt door de dynamiek van het zeegat oostelijk ervan en het kust parallelle residuaire sediment transport. Elementen zijn de duinen onderbroken door overslag-openingen (washovers), de achterliggende kwelders en aan de meest oostelijke punt een kale strandvlakte.

Embryonale Duinen: Eerste stadium van begroeide duintjes. Dit *habitattype* (H2110) betreft soortenarme pionierduintjes met begroeiingen van vooral biestarwegras (*Elytrigia juncea* ssp. *boreo-atlantica*). De begroeiingen kunnen variëren in dichtheid. *Embryonale Duinen* komen met name voor op het strand aan de voet van de *zeereep*, maar ook wel langs de randen van sluffers, 'washovers' en op achterduinse strandvlakten. Dit is de overgangszone van zout naar zoet milieu: overstroming met zeewater vindt incidenteel tot regelmatig plaats (maar niet zo vaak dat de duintjes volledig wegspoelen). Door de hoge dynamiek kunnen de begroeiingen een fluctuerende oppervlakte en deels wisselende locatie innemen. Waar de *Embryonale Duinen* voorkomen in afwisseling met kaal zand en/of vloedmerkbegroeiingen (met bijvoorbeeld strandmelde en zeeraket), wordt daarom het gehele

mozaïek tot het *habitatype* gerekend. Wanneer dergelijke duintjes op het strand liggen wordt gesproken van 'strandduintjes' (Arens et al., 2007).

http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_2110.pdf

Gekerfde zeereep: Een grillig gevormde (vaak grotendeels natuurlijke) zeereep waar het reliëf zowel door overstuiving als door winderosie wordt gevormd.

Geomorfologisch: Zaken betreffende het vakgebied dat zich met landschapsvormen en landschapsvormende processen bezighoudt.

Grijze Duinen: Dit *habitatype* (H2130) betreft de min of meer droge graslanden van het duingebied (en vergelijkbare plaatsen in aangrenzende delen van het kustgebied). Het gaat hierbij om soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Vermengd met deze begroeiingen kunnen kruidenrijke zoombegroeiingen graslanden met dominantie van de dwergstruik duinroos (*Rosa pimpinellifolia*) voorkomen. *Grijze Duinen* ontstaan achter de zeereep op plekken waar de door de wind veroorzaakt dynamiek voldoende laag is voor het ontstaan van gesloten begroeiingen met kruiden en mossen. Door de bodemvorming ontstaat een grijze kleur, vandaar de naam van het *habitatype*. Dynamiek in de vorm van lichte *overstuiving*, hellingprocessen (dynamiek door neerslag) en begrazing door konijnen zorgt van nature voor de instandhouding van het type.

http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitatype_2120.pdf

Habitatype: *Habitattypen*, of nauwkeuriger: Natura-2000 *habitattypen*, zijn kenmerkende natuurtypen zoals vastgesteld in de Europese Habitatrichtlijn. In Nederland komen 51 *habitattypen* van deze lijst voor. Een belangrijk deel daarvan is aanwezig in de kust- en het duinlandschap, zoals *Permanent met zeewater overstroomde zandbanken, droogvallende slik- en zandplaten, Grijze Duinen* enz.

Hydrologie: De waterbewegingen betreffende.

Kerf: Winderosievorm in de zeereep die een opening heeft naar het strand.

Klepelen: Het rooien/verhakselen van kleine bomen en struikgewas door middel van een snel rondslingerend ijzer,

Kustfundament: Het gebied tussen de -20m lijn in de Noordzee en de *binnenduinrand*.

Kuststrook: Een van de 5 onderdelen van het modeleiland is de kuststrook met tussen de duinvoet en de laagwaterlijn het strand en zeewaarts ervan de vooroever.

Legger: De legger van de primaire waterkering registreert de precieze ligging van de waterkering. Leggers kunnen de vorm hebben van een kaartenboek of een digitaal (GIS) bestand. De Waterwet verplicht sinds 2009 dat er voor elk waterstaatswerk een legger wordt opgesteld. Bij duinwaterkeringen wordt in de legger het grensprofiel geregistreerd.

Monitoring: Door middel van waarnemingen volgen van een bepaalde ontwikkeling.

Morfologie: De natuurlijke landschapsvormen die ontwikkelen onder invloed van wind, water en zwaartekracht. Soms speelt ook de levende natuur een rol, bijvoorbeeld waar grassen de duinen begroeien en zand invangen.

Natuurwaarden: De waarde van de voorkomende natuur, uitgedrukt in bijvoorbeeld zeldzaamheid of vervangbaarheid.



Opstuiving: De zeereep top wordt overstuift met zand waardoor deze in hoogte toeneemt.

Overpoederen: Bij verstuiving wordt een groot deel van het zand via de lucht veel verder verspreid en als een dunne laag kalkrijk zand over het gebied afgezet.

Overslagvlakte-complex: Ook wel washover-complex. Een van de 5 onderdelen van het modeleiland is het overslagvlakte-complex: De grote openingen oostelijk van een duinboog-complex met daarbinnen weer doorbraakgeultjes, slenken, kwelders en eventueel –in de Waddenzee- een deltalob. Onduidelijk is waarom de grote openingen zich steevast lijken te vormen aan het einde van een duinboogcomplex en waarom ze vaak honderden jaren kunnen blijven bestaan.

Overstuiving: Bedekking met stuifzand.

Parabolisering: Uitblazing van duinen zodanig dat er zich een parabool vormt in de zandige duinkam. Parabolen kunnen zeer grote dimensies aannemen van vele vierkante kilometers.

Primaire waterkering: Waterkering, die beveiliging biedt tegen overstroming door buitenwater. Binnen de *primaire waterkering* worden van land naar zee onderscheiden: *beschermingszone A (land- en zeezijde)*; *beschermingszone B (land- en zeezijde)*.

Rollende zeereep: Een zeereep die zich landinwaarts verplaatst via verstuiving. Dat kan spontaan gebeuren of gestimuleerd worden door het plaatsen van voldoende kerven waarbij de gehele zeereep in beweging komt.

Sedimenttransport: Het vervoer van sediment door water of wind.

Slufter: Een opening in de zeereep duinen naar de zee die aan alle kanten wordt begrensd door duinen en/of dijken en die door de zee regelmatig overspoeld wordt.

Stuifdijk: Kunstmatige duinen, gevormd op de *zeereep*. De basis wordt gevormd door het bulldozeren van zand of door middel van stuifschermen.

Stuifkuil: Duidelijk geïsoleerde, schotelvormige winderosievorm die een kuil vormt in de duinen tot op het grondwater; gevormd door uitblazing van het zand.

Successie: Progressieve vervanging van de soortensamenstelling van een plantengemeenschap door een volgend stadium. Indien natuurlijke omstandigheden zulks niet verhinderen, zal dit stadium ook geleidelijk weer overgaan in een volgende, vanaf de pioniersplanten tot de climaxvegetatie van bijvoorbeeld kale grond tot bos.

Waddeneiland: Een eiland, meestal op de grens van Noordzee en Waddenzee begrensd door twee *zeegaten*. Het grootste deel bestaat uit zand, maar lokaal (bijvoorbeeld Texel, Sylt) kunnen oudere afzettingen deel uitmaken van het eiland. In de luwte van de duinen kan vanuit de Waddenzee slib worden aangevoerd dat in *kwelders* tot afzetting komt. Meer naar binnen in de Waddenzee gelegen eilanden komen ook voor en zijn deels resten van gebieden die losgeraakt zijn van het vasteland.

Waddengebied: Het gebied van de Waddenzee, inclusief het aangrenzende vasteland, de *Waddeneilanden* en het aangrenzende Noordzeegebied (tot ca. -20m NAP-lijn).

Washover: Een washover is een opening in de zeereepduinen, waar het zeewater met sediment vrij naar binnen kan stromen naar een achterliggende zee. Dit gebeurt normaal gesproken alleen tijdens stormvloed. De voortdurende omwerking in het gebied zorgt voor een zandige bodem en flankerende onbegroeide duinen. Hierdoor speelt ook windtransport een belangrijke rol in de ontwikkeling van een washovergebied.



Witte Duinen: Dit *habitattype* (H 2120) betreft door Helm (*Ammophila arenaria*), Noordse helm (*Calammophila baltica*) of Duinzwenkgras (*Festuca arenaria*) gedomineerde delen van de buitenduinen. De naam '*Witte Duinen*' slaat op de kleur van het zand: omdat er nog geen bodemontwikkeling heeft plaatsgevonden, is de kleur nog wit in plaats van grijs (als in H2130). *Witte Duinen* met helmbegroeiingen ontstaan van nature daar waar *Embryonale Duinen* (H2110) zo ver aanstuiven dat de plantengroei buiten het bereik van zout grondwater en overstromend zeewater komt. Dit proces vindt plaats in de *zeereep* (de duinenrij die aan het strand grenst).
<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=habtypen&groep=1&id=2120#Ken>

Zandsuppletie: Het aanvullen van tekorten in de sedimentbalans van de kust door toevoegen van extra zand.

Zeereep: De duinenrij die direct aan het strand grenst. Deze kan samenvallen met, of zeewaarts liggen van, de primaire waterkering.

Zoutspray: Het instuiven van zout vanuit de Noordzeekant het land op.

Colofon



Project

Handleiding Dynamisering Zeereep

Opdrachtgever

Programma naar een Rijke Waddenzee (PRW)

Uitvoering

Staatsbosbeheer, RVO, Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek

Redactie

Albert Oost, Bas Arens en Sonja van der Graaf

Projectleiding

Sonja van der Graaf, PRW

Versie 1.0, 9 december 2022

Foto omslag

Bas Arens

