

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Beheer en herstel van stuifzanden



Uitgave:

OBN / VBNE 2020
Publicatie vanuit het
OBN Deskundigenteam Droog
zandlandschap

Auteurs:

Michel Riksen, Laurens Sparrius en
Marijn Nijssen

Vormgeving:

Aukje Gorter

Druk:

KNNV Uitgeverij/Publishing

Foto's:

Michel Riksen: cover, p2, 3, 4, 5, 6, 7, 10
(links), 15, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25
Marijn Nijssen: p11 (r.midden en onder),
14, 26, 28, 29
Lars Soerink: p13 (l.boven)
Laurens Sparrius: 3 (links), 10 (midden),
11 (links), 13 (links), 14 (onder), 27, 30.
Ria van Dam: p13 (r.boven)
Ido Borkent: p26 (inzet)
John Breugelmans: p11 (r.boven)
Steven Falk: p13 (l.onder)
Jan Svetlik: p13 (r.onder)

Wijze van citeren:

Riksen, M.J.P.M., L.B. Sparrius &
M. Nijssen, 2020. Beheer en herstel van
stuifzanden. OBN Deskundigenteam
Droog zandlandschap. KNNV Uitgeverij,
Zeist. OBN/VBNE, Driebergen.

Inhoud

1 Beheer en herstel van stuifzanden	3
2 Opbouw stuifzandlandschap	4
3 Verspreiding van stuifzanden in Nederland	8
4 Natuurwaarden stuifzanden	10
5 Status	12
6 Bedreigingen en oorzaken	14
7 Beheervisie	16
8 Strategieën voor het beheer van stuifzanden	20
9 Herstelbeheer	23
10 Monitoring	26
11 Ter verdieping	31

1 Beheer en herstel van stuifzanden

Het Nederlandse stuifzandlandschap heeft een bijzondere positie in Europa. De stuifzanden met hun extreme milieuomstandigheden en de daaraan aangepaste levensgemeenschappen zijn aangewezen als prioritair habitat in de Habitatrichtlijn (type H2330 zandverstuiving¹ en type H2310 stuifzandheide²). Nederland heeft binnen Europa als land met het grootste areaal aan stuifzand een belangrijke verantwoordelijkheid voor behoud van deze gebieden. We zien echter dat het areaal actief stuifzand in de laatste decennia zo sterk is afgenomen dat het behoud van het stuifzandlandschap voor de toekomst onzeker is geworden. Naar schatting resteert op dit moment niet meer dan ca. 1250 hectare levend stuifzand. Onder de huidige stikstofdepositie zijn herstelmaatregelen en een aangepast beheer nodig om de dynamiek en biodiversiteit van de stuifzanden voor de toekomst te waarborgen. Pas wanneer de stikstofdepositie gedaald is tot een niveau waarbij geen sprake meer is van vermessing van het voedselarme milieu wat stuifzanden zo kenmerkt, kan het beheer zich meer ef-



fectief gaan richten op het verbeteren van de kwaliteit. Deze uitgave is bedoeld om beheerders van stuifzand handvatten te bieden om op een doelmatige wijze een beheerplan voor hun stuifzandgebied op te stellen. Er staan tips in over mogelijkheden voor monitoring ter beoordeling van de effectiviteit en bijsturing van het beheer. Ook worden er richtlijnen gegeven voor het herstel van voormalige stuifzandgebieden. Deze brochure is een update van de eerder verschenen brochure uit 2011. In deze versie zijn de opgedane ervaringen van de afgelopen jaren en de uitkomsten van een evaluatie van stuifzandherstel en stuifzandbeheer op de Veluwe verwerkt.



- 1 Open grasland met *Corynephorus*- en *Agrostis*-soorten op landduinen
- 2 Psammofiele heide met *Calluna* en *Genista*-soorten

2 Opbouw stuifzandlandschap

Voor het beheer van stuifzanden is het van belang inzicht te hebben in de opbouw van het gebied en haar belangrijkste landschapskenmerken. De meeste stuifzandgebieden komen sterk overeen in opbouw van het landschap. Welke elementen in de huidige stuifzandgebieden aanwezig zijn hangt echter af van een aantal factoren zoals: de omvang en ouderdom van de verstui-ving en de ingrepen en verstoringen door de mens. In de ontwikkeling van een stuifzandgebied zijn vier verschillende fasen te onderscheiden:

1. Gebieden met jong dekzand en fijn rivierduinzand vormen in Nederland de voornaamste brongebieden voor het fijne zand waaruit de binnenlandse stuifzanden zijn opgebouwd. In de eerste fase erodeerde vanuit stuifgevoelige plekken grote

hoeveelheden zand weg bij een overheersende zuidwestelijke wind, wat vervolgens in de beneden-windse vegetatie wordt afgezet. Hierbij zijn stuif-en paraboolduinen gevormd. Afhankelijk van de omvang en intensiteit van de verstuiwing zijn hierbij grote gebieden overstoven en de paraboolduinen verder ten noordoosten van het brongebied komen te liggen.

2. In de tweede fase vond uitbreiding van het bron-gebied plaats door erosie van en tussen de jonge duinen. Dit gebeurde doordat de vegetatie onvol-doende grip op het zand had of was afgestorven door overstuiving en de overstoven bodem uit jong dekzand bestaat. Deze erosiezone kenmerkt zich vaak door een zeer onregelmatig reliëf (kopjes- en echoduinen). De uitbreiding van het brongebied met actieve duinen vond met name plaats tegen de hoofdrichting van wind in aan de zuidwestzijde van actief stuifzand, terwijl de stabielere duinen in de uitgestoven laagtes achterbleven. In noordooste-lijke richting vond sterke uitbreiding van het over-stoven gebied plaats met vorming van parabooldui-nen. Afhankelijk van de dynamiek wandelden de paraboolduinen verder in noordoostelijke richting (sterke winddynamiek) of raakten ze begroeid (lage winddynamiek) waarmee de grenzen van het stuif-zand aan de noordoostzijde vast kwam te liggen. In de grote stuifzandgebieden zien we reeksen van aaneengeschaalde paraboolduinen (ook wel kam-duinen genoemd). De vorming van paraboolduinen neemt in snelheid af naarmate het duin aangroeit of wanneer de voorraad verstuiwbaar zand aan de holle zijde van het duin uitgeput raakt. Zolang de bovengrond uit goed verstuiwbaar jong dekzand be-staat, kan de uitbreiding van uitstuiwingsgebieden plaatsvinden.





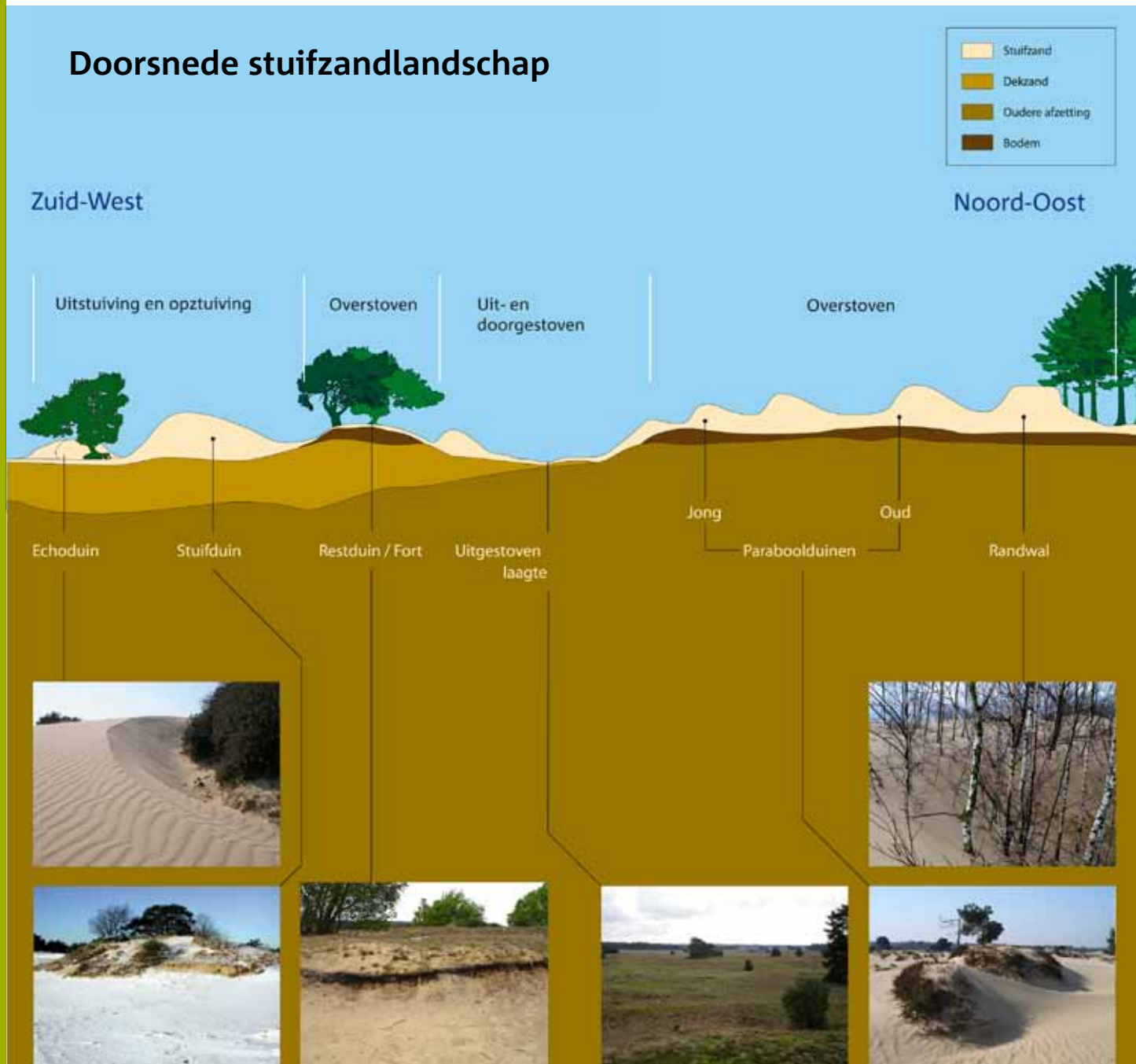
3. De derde fase begint wanneer er geen nieuw brongebied beschikbaar is. Het brongebied verandert langzaam in een erosielandschap met uitgestoven laagtes, stuifbanen en resten van stuifduinen en soms een enkel fort. Forten zijn gebieden die dankzij een oerlaag of goed gevormde podzol in de bodem niet of minder gevoelig zijn voor erosie. Door overstuiving enerzijds en erosie van het omliggende gebied anderzijds worden de forten boven het landschap verheven en blijven als zeer stabiel duin in het landschap achter. Nu worden deze forten en paraboolduinen door watererosie heel langzaam afgevlakt. Betreding en beheer (plaggen) kan dit proces sterk versnellen.

4. De vierde fase wordt ingeluid met de grootschalige bebossing tussen 1890 en 1930. Hierbij zijn grote delen van de toenmalige stuifzandgebieden vastgelegd waardoor hun natuurlijke ontwikkeling in veel gevallen geheel gestopt is of – in de overgebleven grotere stuifzanden – sterk is geremd. Al snel was

er geen sprake meer van grootschalige dynamiek met uitstuiving en duinvorming, hooguit van de vorming van randwallen in de nieuwe bosranden. Op de overgebleven actieve stuifvlaktes en stuifduinen zien we de activiteit steeds verder afnemen doordat steeds grotere delen vast worden gelegd door algen en buntgras. In plaats van opbouw van duinen zien we bestaande duinen langzaam vervlakken. Op plaatsen waar de vegetatie op de duinkop verstoord is (bijvoorbeeld door betreding) of verwijderd, kan dit snel gaan. Wanneer het zand in een gebied eenmaal is vastgelegd door pioniervegetatie vindt bodemvorming plaats en ontwikkelt zich de kenmerkende stuifzandvegetatie.

Terreinelementen die in de verschillende fasen zijn gevormd zijn vaak nog goed terug te zien in een stuifzandgebied. De doorsnede van een stuifzandgebied op de volgende pagina laat zien waar in een stuifzandgebied deze elementen terug te vinden zijn.

Doorsnede stuifzandlandschap

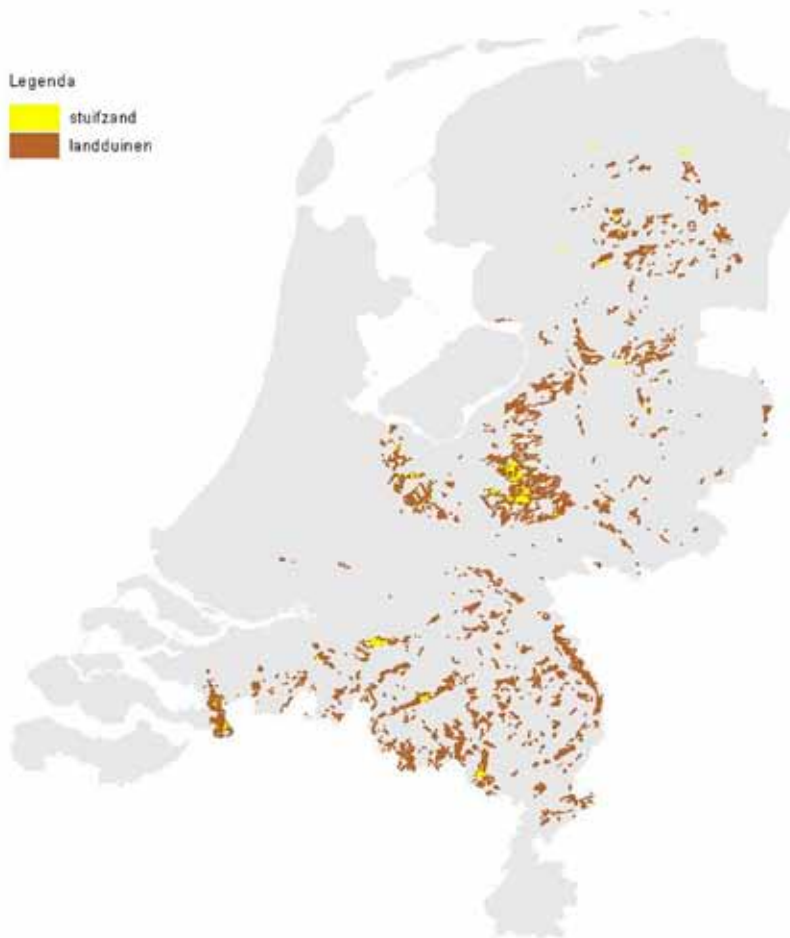




In de Loonse en Drunense duinen vindt nog duinvorming plaats. Door groot-schalige verstuiving loopt het duin de boomopstand midden op het stuifzand in. Bomen verdwijnen half in het zand.

Hier is de grens te zien tussen een uitgestoven laagte (rechts) en een overstoven bodem (links). De goed ontwikkelde podsol met zijn bijna zwarte kleur geeft het niveau aan van het landschap van voor de zandverstuiving.

3 Verspreiding van stuifzanden in Nederland



Stuifzanden in Nederland zijn ontstaan op jonge dekzanden en rivierduinen doordat ze opnieuw in verstuiving zijn geraakt. Omdat de jonge dekzanden en rivierduinzanden door wind en water gedreven afzetting zijn, bestaat dit bronmateriaal voor stuifzanden uit goed gesorteerd fijn tot medium fijn afgerond zand. De dikte en omvang van de dekzandafzetting en de grondwaterstand zijn bepalend geweest voor de omvang en ontwikkeling van de gereactiveerde stuifzanden in het holoceen.

De kaart met de landduinen en actieve stuifzanden geeft een overzicht van de verspreiding van de stuifzandgebieden over Nederland. De meeste stuifzanden vinden we op de Veluwe. Ook in Brabant en Drenthe zijn een aantal grote en kleinere stuifzandgebieden.

bron: Stuifzandkaart van Nederland (te raadplegen via het Nationaal Georegister)

40 0 40 80 Kilometers

bron: AHN

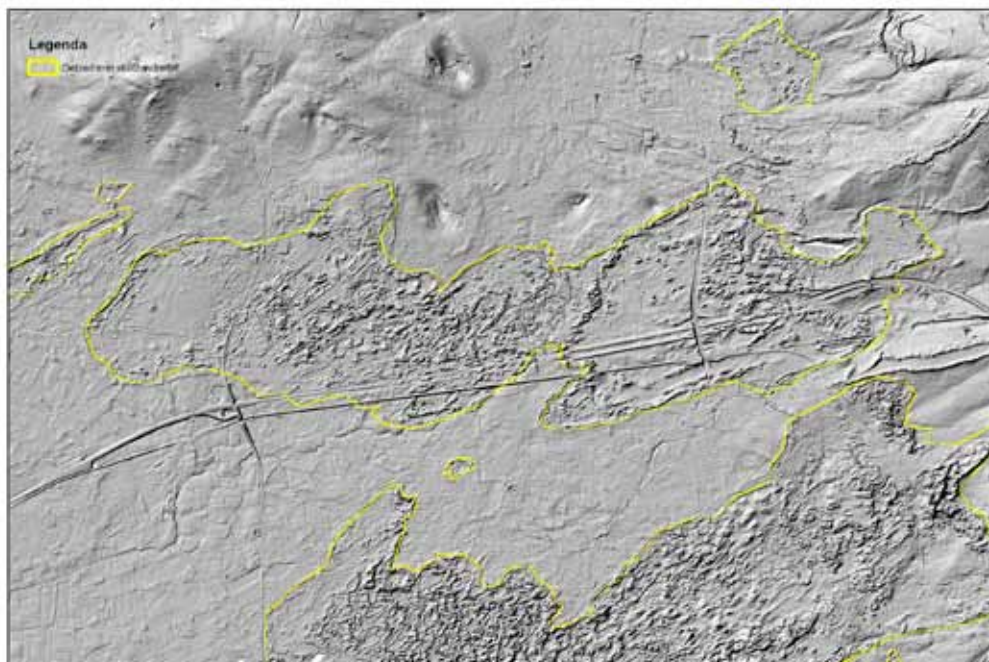




Bron luchtfoto: Esri Nederland, beeldmateriaal.nl

Op reliëfkaarten verkregen uit het Algemeen Hoogte bestand Nederland (AHN) zijn de gebieden met stuifzand reliëf goed te herkennen aan de kenmerkende duinstructuren. Op luchtfoto's is goed te zien dat de huidige omvang van de actieve stuifzandgebieden slechts nog maar een fractie zijn van de oorspronkelijke omvang van de stuifzandgebieden.

(Afgedekte gebieden zijn militaire oefenterreinen)



4 Natuurwaarden stuifzanden

Dankzij specifieke landschapkenmerken, zoals zeer voedselarme bodems, reliëf met noord en zuidhellingen en een extreem microklimaat (op een zuidhelling kan de temperatuur tot 60°C oplopen en 's nachts weer sterk afkoelen tot onder het nulpunt), vinden we in stuifzandgebieden bijzondere soorten planten, mossen, korstmossen en dieren. Het gaat om soorten die zijn aangepast om in de extreme omstandigheden van stuifzanden te (over)leven, maar buiten dit landschap slechts weinig voorkomen. Levensgemeenschappen van stuifzanden kunnen dan ook worden beschreven als soortenarm, maar zeer karakteristiek.

Vegetatie

In stuifzanden komen pioniervegetaties voor met een hoge bedekking aan mossen en korstmossen. De vegetatieontwikkeling begint met Buntgras (*Corynephorus canescens*), algen en Ruig haarmos (*Polytrichum piliferum*). In de mosmatten vestigen zich Ruig en Fijn schapengras (*Festuca guestphalica* ssp. *hirtula* en *F. filiformis*) en diverse kleine korstmossen (*Cladonia*). Wanneer de bodem-ontwikkeling verder is gevorderd, vestigen zich Zandstruisgras (*Agrostis vinealis*) en Rendiermossen (*Cladonia*), waarna zich ook stuifzandheide kan ontwikkelen.

Buntgras



Ruig haarmos met buntgras



Fauna

De meeste diersoorten die karakteristiek zijn voor stuifzanden behoren tot de kevers, mieren en wespen. Geen enkele soort is strikt beperkt tot stuifzanden, maar de Duinpieper (inmiddels als broedvogel verdwenen uit Nederland), de goudwesp *Hedychridium femoratum*, en de Vuurspinnendoder (*Eoferreola rhombica*) komen buiten stuifzanden nauwelijks voor. De Vuurspinnendoder is een parasiet van de Lentevuurspin (*Eresus sandaliatus*) die tot de karakteristieke stuifzandsoorten behoort. Soorten als de Kleine heivlinder (*Hipparchia statilinus*), Zandoorworm (*Labidura riparia*) Sneeuwspringer (*Boreus hyemalis*) en Sabelmier (*Strongylognathus testaceus*) worden momenteel gezien als karakteristieke soorten van stuifzanden, evenals 47 soorten loopkevers. Het betreft vrijwel allemaal soorten die een sterke voorkeur hebben voor habitats met kaal zand en droge pionierbegroeiingen. Deze soorten kwamen vroeger ook voor op rivierduinen, extensieve akkers en intensief gebruikte droge heidelandschappen.



Gele ridderzwam



Kleine heivlinder



Stuifzandstapelbekertje

Blauwvleugelsprinkhaan



5 Status

Voor zowel het habitatype H2330 Zandverstuivingen als H2310 Stuifzandheiden met struikhei wordt de staat van instandhouding in de rapportage van 2019 als zeer ongunstig aangemerkt zoals tabel 1 laat zien.

86% van de diersoorten van stuifzanden staan te boek als 'kwetsbaar' tot 'ernstig bedreigd'!

De belangrijkste plantengroep in stuifzanden zijn mossen. Daarnaast komen veel soorten korstmossen en paddenstoelen voor. Van alle karakteristieke soorten korstmossen van stuifzanden staat 58% op de Rode Lijst, voor de paddenstoelen is dit 75%. Ook komt er een vaatplant voor die op de Rode Lijst staat, Ruig schapengras. Voor mossen gaat het om 80% van de soorten. Van de vogels staan 6 van de 8 karakteristieke soorten (inclusief Tapuit) op de Rode Lijst variërend van 'kwetsbaar' tot 'ernstig bedreigd'. Op andere Rode Lijsten

staan de Kleine heivlinder als 'ernstig bedreigd', de Kleine bandgroefbij (*Lasioglossum quadrinotatum*) als 'bedreigd' en de Ericabij (*Megachile analis*) als 'kwetsbaar'. Ook alle vier de karakteristieke sprinkhaansoorten staan op de Rode Lijst. Samengevat staat 86% van de karakteristieke stuifzandsoorten, uit diergroepen waarvoor officiële Rode Lijsten bestaan, te boek als 'kwetsbaar' tot 'ernstig bedreigd'!

Gezien deze gegevens heeft het handhaven of uitbreiden van grote stuifzandterreinen een essentiële meerwaarde heeft voor de handhaving van biodiversiteit in Nederland. Niet alleen grote stuifzanden, maar ook kleinere stuifzandgebieden kunnen een belangrijk deel van deze biodiversiteit herbergen, mits door middel van gepaste beheermaatregelen deze terreinen open worden gehouden en de variatie in vegetatiesuccessie wordt gehandhaafd of versterkt.

Tabel 1: Staat van instandhouding van parameters en overall trend (Bron: Ecological Assessment Droog zandlandschap (DZ), 2019)

(■ = gunstig; ■ = matig ongunstig; ■ = zeer ongunstig). Trend: = stabiel, - negatief, + positief.

HCode	Omschrijving habitatype	Verspreiding	Oppervlakte	Structuur & Functie	Toekomstperspectief	Staat van Instandhouding	Trend Svl
2310	Stuifzandheiden met struikhei	■	■	■	■	■	=
2330	Zandverstuivingen	■	■	■	■	■	=



Nachtswaluw



Zandhagedis



Kleine bandgroefbij



Boomleeuwerik

Tabel 2: Karakteristieke broedvogels zandverstuiving en stuifzand heide met korte- en langetermijntrend (Bron: Ecological Assessment Droog zandlandschap (DZ), 2019)

(■ = gunstig; ■ = matig ongunstig; ■ = zeer ongunstig, grijs=onbekend). Trend: = stabiel, - negatief, + positief, x onbekend.

Soort	populatietrend 2006-2018	populatietrend 1979-2018	verspreidingstrend 2006-2018	verspreidingstrend 1979-2018
Boomleeuwerik	+	+	=	+
Duinpieper	-	-	-	-
Nachtswaluw	+	+	+	=
Tapuit	=	-	-	-

6 Bedreigingen en oorzaken

De belangrijkste **bedreigingen** voor de natuurwaarden van stuifzanden zijn:

- **Afname van kaal zand en verstuiving hiervan:** zonder beheer zullen open, actieve stuifzanden in de komende vijftig jaar in Nederland verdwijnen. Verlies van diversiteit aan successiestadia en de daarvoor karakteristieke soorten: Niet alleen het oppervlak kaal zand neemt af, maar ook het oppervlak aan pioniervegetatie. Wanneer in een stuifzandgebied geen kaal zand meer over is, worden de jongste vegetatietypen uit de reeks niet meer gevormd. De hieraan gebonden karakteristieke soorten gaan dan ook achteruit.
- **Afname van de kwaliteit van afzonderlijke successiestadia door:** opslag van jonge bomen; het massaal voorkomen van het invasieve mos Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*), dat dikke mostapijten vormt op plekken waar anders korstmossenvegetaties zouden voorkomen; bodemverzuring, verstoring van de stikstof-fosforbalans in planten en bodemleven met als gevolg een afname van de voedselkwaliteit van voedselplanten voor faunasoorten.
- **Verkleining en versnippering van zandverstuivingen in Nederland.** De kans dat karakteristieke soorten lokaal verdwijnen neemt toe wanneer het oppervlak af neemt, terwijl de kans op hernieuwde vestiging uit andere gebieden hierdoor afneemt.

Grijs kronkelsteeltje



De belangrijkste **oorzaken** van de achteruitgang van omvang en kwaliteit van de Nederlandse stuifzanden zijn:

- **Sterk veranderd landgebruik sinds 1850:** oorspronkelijke landgebruik (plaggen, branden en begrazen) is geheel verdwenen en grote delen van de “woeste gronden” (heide en stuifzand) zijn beplant met voornamelijk dennenbos, waardoor het open karakter van het landschap is verdwenen.
- **Te hoge stikstofdepositie:** de belangrijkste gevolgen zijn versnelde vegetatie-ontwikkeling, stimulering groei van het invasieve mos Grijs kronkelsteeltje, bodenvorming (successie) en afname van de kwaliteit van de vegetatie met als gevolg tekorten aan onder andere mineralen in het voedsel van diersoorten.
- **Afname van windkracht:** door bosaanplant en versnelde vegetatieontwikkeling heeft wind minder vrij spel. Klimatologische veranderingen (opwarming en veranderingen in neerslagfrequentie en -intensiteit) lijken dit proces verder te versterken.
- **Verbossing** van open stuifzandgebied vooral door vestiging van dennen uit zaden van oudere bomen in de bosrand of van solitaire bomen.
- **Verstoring door recreanten:** intensieve betreding maakt de ontwikkeling van jonge successiestadia onmogelijk, terwijl bodemverstoring van latere successiestadia de vestiging van grijs kronkelsteeltje stimuleert. Ook een aantal kenmerkende diersoorten, met name de zandhagedis en vogels die op of nabij de bodem broeden, zijn gevoelig voor verstoring.



Opslag grove den



Intensief betreden stuifzand

7 Beheervisie

Voor het behoud van de Nederlandse stuifzanden en haar natuurwaarden is beheer nodig. Voordat men tot het plannen van maatregelen over gaat is een heldere beheervisie nodig. Deze beheervisie geeft voor de lange termijn (50-100 jaar) richting aan het beheer uitgaande van een ideaalbeeld voor het gebied op basis van referentie in tijd en/of ruimte. De concrete beheerdoelen zijn een realistische vertaling van deze visie binnen de huidige randvoorwaarden en haalbaar binnen een kort tijdsbestek (5-10 jaar).

De doelstellingen van beheer en de maatregelen kan per gebied verschillen afhankelijk van de beheervisie enerzijds en de problemen die er in een specifiek gebied spelen anderzijds. Mogelijke doelstellingen van stuifzandbeheer kunnen zijn:

- Behoud van stuivend zand
- Behoud van pioniervegetatie

- Uitbreiding oppervlak stuifzand
- Ook behoud of herstel van biodiversiteit en leefgebied van karakteristieke soorten zijn belangrijke doelen, maar deze kunnen vaak worden behaald door doelen op systeemniveau na te streven, zoals verstuing en successie.

Van visie naar maatregelen met PROMME

Wanneer er een verschil bestaat tussen de huidige toestand en ontwikkeling van een stuifzandgebied enerzijds en de wensen voor dit gebied (zoals omschreven in de beheervisie) anderzijds, moeten er beheermaatregelen worden genomen. Om tot een juiste keuze van maatregelen te komen én te bepalen op welke manier (schaal, frequentie) deze moeten worden uitgevoerd, is een stappenplan nodig. Het stappenplan PROMME

Een voetafdruk blijft nog lang zichtbaar in een tapijt Ruig haarmos.





gaat uit van zes logische stappen in de planning van maatregelen. Belangrijk is dat ook de (terug)koppeling tussen stappen inzichtelijk wordt gemaakt. Per stap wordt gewezen op mogelijke valkuilen, zoals het stellen van onjuiste diagnoses of een gebrek aan kennis over de huidige ecologische waarden van het gebied. Een belangrijke stap is de monitoring van de effecten van de maatregelen: deze stap wordt al in de planningsfase opgenomen, zodat er in een later stadium een goede effectmeting kan plaatsvinden.

PROMME bestaat uit de volgende stappen:

Problem: Vaststellen en concreet beschrijven van het probleem (of problemen) in het terrein. Een probleem kan zowel ecologisch van aard zijn (het verliezen van soorten), aardkundig of cultuurhistorisch (het verliezen van karakteristieke landschappelijke elementen of processen).

Reason: Diagnose van de belangrijkste oorzaken voor het optreden van een probleem. Deze oorzaken

kunnen zowel binnen als buiten het terrein liggen. Voor een juiste diagnose is een goede terreinkennis noodzakelijk, waarbij soms aanvullend vooronderzoek nodig is (bijvoorbeeld een Landschapsecologische Systeemanalyse [LESA], zie: www.natuurkennis.nl/thema-s/Landschapsecologische-systeemanalyse/lesa/). Dit vooronderzoek kan vaak dienen als start van de monitoring! Het strekt de aanbeveling om de resultaten van dit vooronderzoek met deskundigen met verschillende disciplines te bespreken om de diagnose te toetsen.

Objective: Nauwkeurige omschrijving van het doel van de maatregelen, waarbij wordt vastgesteld welke soorten of landschappelijke elementen en processen behouden of hersteld dienen te worden. Hierbij is terugkoppeling noodzakelijk naar zowel het probleem als naar de oorzaken. Is het beoogde doel realistisch gegeven de huidige condities? Vooral bij externe oorzaken voor het probleem kan het zijn dat de gewenste doelen niet haalbaar zijn.

Links: De kwaliteit van de vegetatie wordt mede gekenmerkt door de aanwezigheid van de voor stuifzand karakteristieke kortstmossoorten.

Rechts: Bodem onderzoek is nodig om de voorraad verstuifbaar zand te bepalen en de dikte van de bodem die moet worden afgeplagd om bij het verstuifbare zand te komen.

Voor een goede effectmeting (monitoring) moeten doelen meetbaar worden geformuleerd.

Measure: Keuze van de meest geschikte maatregel(en) om het beoogde doel te bereiken én nauwkeurige beschrijving hoe deze maatregel uit te voeren (periode, schaal, fasering, etc.). Bedenk dat maatregelen (tijdelijk) ongewenste neveneffecten kunnen hebben - zoals het aantasten van relictpopulaties - die (deels) voorkomen kunnen worden door de wijze van uitvoeren aan te passen. Ook moet aan wetgeving – zoals de soortenbescherming van de Wet natuurbescherming - worden voldaan.

Monitoring: Het plannen en starten van monitoring vindt plaats voorafgaand (!) aan de uitvoering van de maatregel. Vastlegging van de Ausgangssituatie (start monitoring) levert belangrijke informatie op,

zowel voor het vaststellen van het probleem en de achterliggende redenen, als voor het stellen van realistische doelen. Een goede monitoring heeft de volgende kenmerken:

- gebruik van robuuste, algemeen erkende methode zodat ruimere vergelijking mogelijk zijn;
- qua ruimtelijke schaal en meetfrequentie geoptimaliseerd om verwachte effecten daadwerkelijk te kunnen meten (meetnet gevoeligheid);
- gaat zo lang door als nodig is om betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

Execution: Daadwerkelijk uitvoeren van een maatregel, pas nadat alle eerder genomen stappen zijn doorlopen en nadat de Ausgangssituatie voor monitoring goed is vastgelegd.

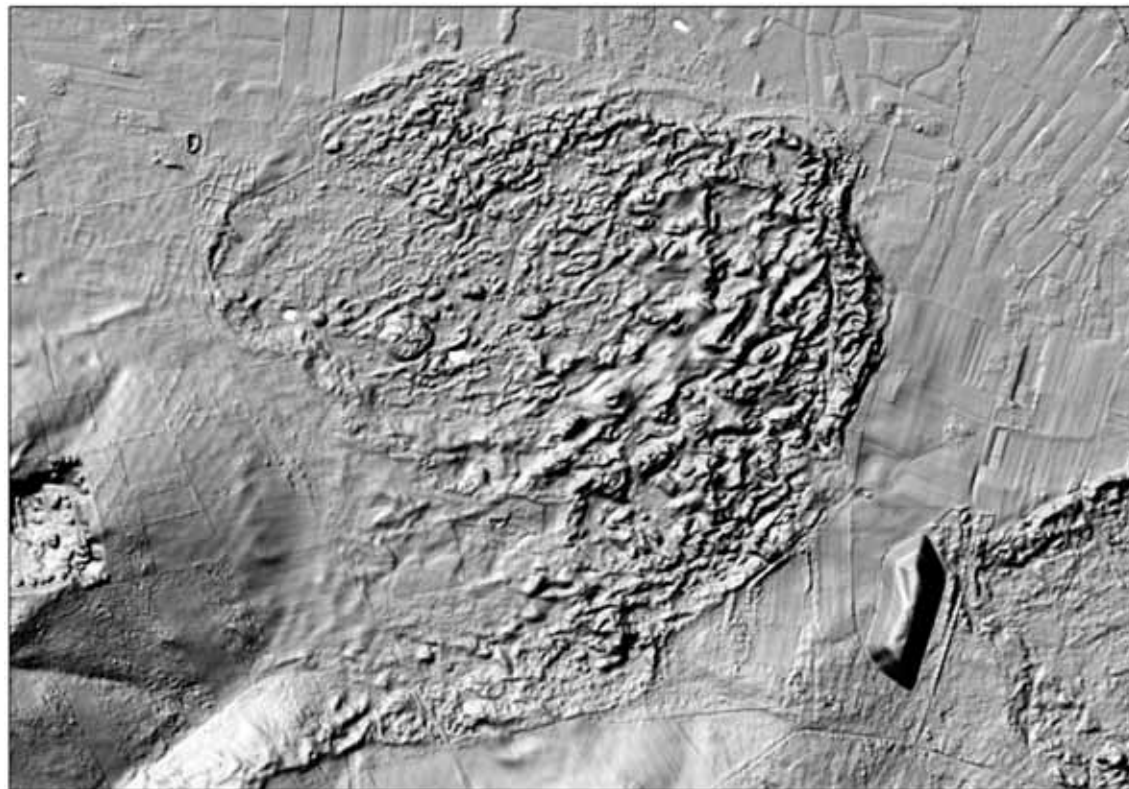
Combinatie van luchtfoto met de stuifzand reliëfkaart van het Wekeromse-zand, 2005



Bron luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl



Overleg tussen deskundigen in het veld over problemen en mogelijke maatregelen.



bron: AHN

0 250 500 Meters

Wekeromse zand, the Netherlands, 2006



8 Strategieën voor het beheer van stuifzanden

Onder de huidige omstandigheden dreigt zonder actief beheer de Nederlandse stuifzandnatuur sterk in oppervlakte en kwaliteit af te nemen, waarbij veel karakteristieke planten- en diersoorten zullen verdwijnen. Om de kans op verlies van specifieke natuurwaarden voor stuifzanden te verkleinen, kan men door middel van gericht beheer streven om binnen een stuifzandgebied naar de volledige vegetatiegradiënt: van open zand, via Buntgras, mos- en korstmosvegetaties naar stuifzandheide en – aan de randen – halfopen bos. In vastgelegde terreinen met weinig open zand ligt het accent op het herstellen van de verstuivingsdynamiek, in terreinen met veel open zand door recreatie zal het accent meer komen te liggen op ontwikkeling van pioniervegetatie.

Het verschilt per gebied of het daadwerkelijk mogelijk is om deze gradiënt te herstellen en te behouden en in welke verhoudingen de verschillende stadia voor kunnen komen. De oppervlakte van een terrein, de voorraad verstuifbaar zand, ontstaansgeschiedenis en landschappelijke ligging en lokale stikstof depositie bepalen samen welke te volgen beheerstrategie het meest zinvol is.

Grootschalige processen en kleinschalig beheer

In grote gebieden waarin nog actieve verstuiving plaats vindt is het relatief eenvoudig om een complete gradiënt te herstellen en te behouden. In kleine terreinen zonder actieve verstuiving is dit moeilijker, of soms onmogelijk. Wanneer er geen ruimte is voor dynamiek, kan gekozen worden voor kleinschalig patroonbeheer. Hierbij worden telkens kleine plekken geplagd, zodat er weer open zand aanwezig is. Deze plekken worden vervolgens tientallen jaren met rust gelaten zodat de

vegetatie zich weer kan ontwikkelen. Op deze manier kan op een kleinschalige, cyclische manier een groot deel van de natuurlijke waarde behouden blijven.

Maar ook voor het herstellen van grootschalige verstuivingsprocessen is het vaak verstandig om relatief kleinschalig te werk te gaan. Wanneer in een stuifzandgebied op grote schaal organische bodem en vegetatie wordt verwijderd, verdwijnt het oorspronkelijke stuifzandrelief en bestaat de kans dat binnen enkele jaren veel verstuifbaar zand wordt vastgelegd in (niet verstuifbare) randwallen. Door de maatregel gefaseerd uit te voeren (om de paar jaar een klein deel plaggen) blijft de oorspronkelijke vorm van het landschap behouden én blijft het verstuifbare zand beschikbaar voor de vorming van duinen.

Maatregelen

Voor het beheer van de stuifzandnatuur zijn drie typen maatregelen te onderscheiden:

- maatregelen om de erosieve kracht van de wind in het terrein te behouden of verbeteren (procesgestuurde maatregelen);
- maatregelen om de successie terug te zetten (patroongerichte maatregelen);
- maatregelen om het areaal actief stuivend zand op peil te houden of uit te breiden (procesgestuurde maatregelen).

Hierbij valt onderscheid te maken tussen regulier beheer – verbeteren of in stand houden omvang en kwaliteit van de huidige stuifzandnatuur - en herstelbeheer, waarmee voormalige (delen van) stuifzanden omgezet worden in stuifzandnatuur.



Frezen

Maatregelen om stuifplekken open te houden

Voor het openhouden van een stuifplek die dreigt dicht te groeien met Buntgras, wordt in de praktijk een aantal technieken toegepast waaronder frezen, zeven met een stuifzandreiniger en eggen, met als doel om de vegetatie te verstoren en/of te verwijderen en de erodeerbaarheid van de bodem te vergroten. Deze methode werkt het best onder droge omstandigheden met een bewerkingsdiepte tussen 5 en 15 cm op plekken waar nog geen sprake is van volledige vastlegging met buntgras en bodemvorming. Deze maatregel kan eventueel herhaald worden als door minder gunstige omstandigheden de bewerking nog niet tot het gewenste resultaat geleid heeft. Wanneer de successie eenmaal het



Zeven

Ruig haarmosstadium heeft bereikt, dan is afplaggen de enige optie om een duurzaam effect te genereren.

HET VERWIJDEREN VAN BOOMOPSLAG

Open ruimte in het stuifzandlandschap is belangrijk voor zowel de windwerking als het microklimaat. De huidige trend is dat de open ruimte in de stuifzanden substantieel afneemt door opslag van bomen vanuit de bosrand, met name vliegdennen en soms ook Amerikaanse vogelkers. Het verwijderen van boomopslag zal dan ook één van de prioriteiten zijn bij het behoud van stuifzandvegetaties. Bomen kiemen vooral op plekken met een ontwikkelde bodem en vaak zijn dit ook de meest soortenrijke plekken. Indien mogelijk kan de bosrand een deel teruggezet worden om zo de wind

werking te verbeteren. Laat echter hier en daar loofbomen (eiken) of boomgroepen staan: deze zijn van groot belang als schuilpek, uitzichtpunt en warmteregulatie voor diersoorten en zullen in de toekomst blikvangers zijn in het landschap. Een andere vorm van verwijderen van boomopslag zit in het vrij kappen van soortenrijke korstmossenvegetatie in kleine open plekken en langs brede paden in stuifzandbebossingen.

PLAGGEN

Plaggen is altijd noodzakelijk om open (stuivend) zand te creëren na boskap of om geheel met mos en gras begroeide vegetaties te herstellen. Belangrijk bij plaggen is dat de bodem wordt afgegraven tot aan de C-horizont (het “blonde zand”), anders is het organisch stofgehalte van het zand te hoog en groeit het snel dicht, en loopt men het risico dat Grijs kronkelsteeltje direct gaat domineren.

Andere beheermaatregelen

BEGRAZEN

Stuifzandgebieden worden gewoonlijk extensief begrast door wild. De aanwezigheid van ree en edel-

hart zijn erg succesvol tegen de snelle verbossing van stuifzanden. Daarnaast zorgen grazers voor vers open zand waardoor pioniersoorten een plek kunnen vinden. Hetzelfde kan bereikt worden door in het beheer periodieke begrazing door schaapskuddes op te nemen. Vooral schapen zorgen ook voor de verspreiding van korstmossen binnen het terrein. Het integraal begrazen van kleine stuifzanden die omringd worden door een voedselrijkere vegetatie is geen effectieve maatregel daar deze letterlijk kan leiden tot ‘vermesting’ van het stuifzand. Dit probleem speelt vaak wanneer grote grazers, zoals runderen en hoefdieren, worden ingezet.

RECREATIEZONERING

Recreatiezonering past bij de volgende beheerdoelen:

- vegetatieontwikkeling in actief stuifzand voorkomen door intensivering van de recreatie in terreindelen met actief stuifzand (liefst in het brongebied, vaak het zuidwestelijk deel van het terrein);
- vegetatieontwikkeling langdurig stimuleren door recreatie te beperken;
- kwetsbare terreindelen met zeldzame soorten beschermen.

Bij recreatie is het vooral belangrijk de intensiteit van de betreding te kennen om een inschatting te kunnen maken van het effect. Het gevaar bestaat dat bij een te hoge intensiteit de overgang zones tussen kaal zand en volledig bedekt verloren gaan. Met name in kleine stuifzandgebieden kan dit leiden tot het verdwijnen van de pionier stadia buntgras en ruig haarmos.

KLEINSCHALIG BEHEER

Verbossing en het verdwijnen van kleine plekjes kaal zand zijn de belangrijkste oorzaken van de afname van de kwaliteit van stuifzanden. Het beheer van pioniervegetaties in stuifzanden moet er ook op gericht zijn om bosopslag te voorkomen en plekjes kaal zand te maken of te behouden. Pioniervegetaties vereisen kleinschalig beheer, omdat hierin voor betreding en verstoring gevoelige soorten voorkomen. Daarnaast kan groei van de exoot Grijs kronkelsteeltje sterk bevorderd worden door verstoring van de bodem, bijvoorbeeld bij het gebruik van zware voertuigen.



9 Herstelbeheer



Bij herstelbeheer vormt het herstel van het verstuiwingsproces een van de belangrijkste doelstellingen. Van hieruit kan een gebied weer ruimte bieden aan de vorming van stuifzandvegetatie. Voorwaarden voor herstel van open stuifzandlandschap zijn:

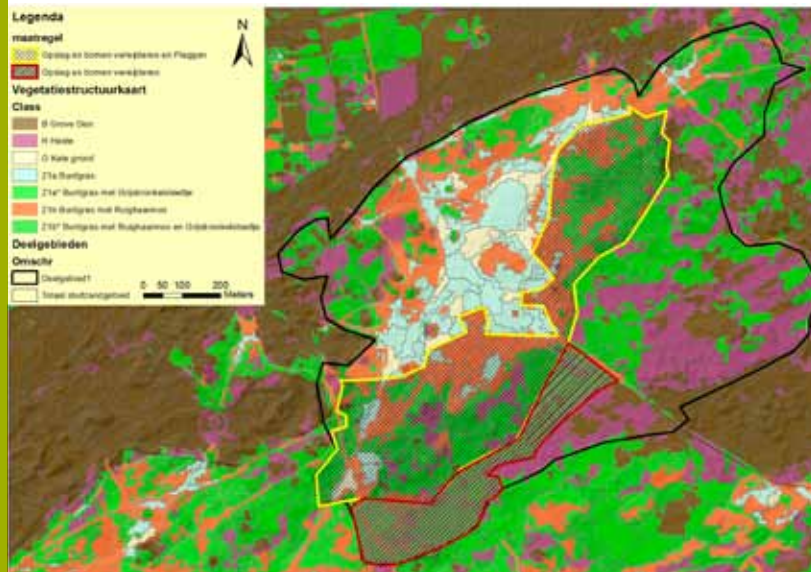
- De aanwezigheid van voldoende voorraad verstuifbaar (dek)zand in het te herstellen gebied;
- Het volgen van de bestaande contouren van geomorfologische patronen;
- Een onbelemmerde windwerking, dus geen bos binnen een straal van 200 meter van de te herstellen plek;
- Het bij de ingreep ontzien van relictpopulaties van planten en dieren.

Gewoonlijk vindt stuifzandherstel plaats door het kappen van bosaanplant op voormalige stuifzandbodems, waarna ook de voedselrijke bosbodem in de uitstuiving

zones (laagtes tussen de duinen) wordt afgeplagd tot op het blonde zand en in de afzetting zones (duinen) tot voorbij de strooisellaag. Toppen van duinen kunnen in de meeste gevallen het beste ongemoeid worden gelaten. Zonder vegetatie op de top kunnen deze duinen in enkele jaren geheel opgeruimd worden door de wind zonder dat er zich nieuwe duinen vormen, met als risico dat het kenmerkende stuifzand reliëf verloren gaat. Bij de selectie van gebieden voor stuifzandherstel dient rekening te worden gehouden met diverse factoren: stuifzand reliëf; huidige natuurwaarden; aanwezigheid van belangrijke infrastructuur of bebouwing. Zo kan een bos bijzondere natuurwaarden hebben of van cultuurhistorisch belang zijn. Ook kan het mogelijk zijn dat wegen en paden komen te vervallen of moeten worden verlegd. Om aan te geven waar er nog mogelijkheden zijn om voormalige stuifzanden te herstellen is een stuifzandherstelkaart opgesteld. Deze is te vinden in het Nationaal Georegister (zoek op 'Stuifzandkaart van Nederland'). Deze kaart geeft nauwkeurig aan waar ooit stuifzandgebied was en wat het begroeiingstype in 2007 en 2018 was (in drie klassen: kaal stuifzand, lage vegetatie, of bos). Bij het gebruik moet u zelf nog rekening houden met cultuurhistorische waarden, bedreigde en beschermde soorten en infrastructuur.

Een eerste selectie van potentiële gebieden kan worden gemaakt op basis van de stuifzandherstelkaart waarin de belangrijkste voorwaarden voor herstel verwerkt zijn.

Het is vervolgens belangrijk om een inventarisatie te maken van alle mogelijke belanghebbenden, bewoners en instanties, en deze in een vroeg stadium te betrekken bij het maken van de plannen en ze op de hoogte te houden tijdens de uitvoering. Dit helpt sterk bij het creëren van draagvlak, bijvoorbeeld bij het kappen van bomen, een vlot verloop van het ontwerpproces en uitvoering, en het verkrijgen van de benodigde finan-



bron luchtfoto: Esri Nederland, Beeldmateriaal.nl

Voorbeeldkaart van stuifzandherstelplannen.

ciering (subsidie). Leg daarbij het doel van het herstel duidelijk uit en geef eventueel aan wat mogelijke risico's zijn en hoe hiermee om gegaan wordt in het vervolgbeheer. Daarnaast dient men zich tijdig te laten informeren over de regelgeving en vergunningen die nodig zijn voor de uitvoering.

Wanneer een eerste selectie heeft plaatsgevonden, is aanvullend veldonderzoek nodig waarbij reliëf, bodem, vegetatie en fauna nader beschreven worden om tot een definitief herstel- en uitvoeringsplan te komen. Bij de uitvoering worden de details door de opstellers van het plan met de opdrachtgever en uitvoerder(s) in het veld uitgezet. Een goede beschrijving van de uitgangssituatie (nul meting) en de doelen van het herstelplan vormen samen de basis voor monitoring en evaluatie van het herstel project.



Er is weer volop verstuiving te zien op De Pollen, Hoge Veluwe na grootschalig herstel in 2011 (boven).

Voorbeelden uit de praktijk

Er zijn sinds de jaren negentig legio stuifzandherstelprojecten uitgevoerd zoals op de Hoge Veluwe (De Pollen), Loonse en Drunense Duinen, Kootwijkerzand, Beekhuizerzand, het Aekingerzand, het Rozendaalsezand, de Maasduinen, het Wekeromse Zand, de Haere, het Mosselse Zand en het Hulshorsterzand. In al deze gevallen ging dat gepaard met het kappen van bos en/of het afplaggen van dicht gegroeide stuifvlaktes voor het verbeteren van de windwerking, terugzetten van de successie en creëren van stuifplekken.

Hoewel het in de meeste gevallen nog te vroeg is om over een geslaagd herstel te kunnen spreken, is in de meeste gevallen de verstuiwingsdynamiek, al dan niet tijdelijk, fors toegenomen.

In een aantal gevallen zien we al een mooie ontwikkeling wat betreft de vegetatie en de fauna zoals blijkt uit de toename van de zanddoorworm, zandhagedis en de nachtzwaluw op het Hulshorsterzand (zie rapport 'Wuthering Heaths') en uit de op grote schaal aanwezige rode lijstsoort stuifzandkorrelloof op zowel het Hulshorsterzand als het Mosselse Zand.

In een aantal gevallen merken we dat beheerders nu geneigd zijn om het stuifzand open te blijven houden waardoor echter de stuifzand pioniervegetatie zich maar met mate kan ontwikkelen. En in enkele gevallen groeit het stuifzand weer snel dicht mede door de hoge stikstofdepositie zoals bij de Maasduinen.

Het is daarom belangrijk om bij het vervolgbeheer steeds een afweging te maken of de verstuiwingsdynamiek op gang moet blijven ten behoeve van de omliggende pioniervegetatie of dat er plekken met rust gelaten moeten worden zodat zich daar juist pioniervegetatie kan ontwikkelen en om andere dicht gegroeide delen weer open te maken. Dit beheermodel, waarbij steeds andere terreindelen opgemaakt worden en anderen weer dicht mogen groeien, noemen we "cyclisch beheer" en heeft tot doel alle voor stuifzand kenmerkende successiestadia op peil te houden met relatief kleinschalig ingrijpen.



Wekeromse Zand kort na stuifzandherstel in 2012.



Stuifzandkorrelloof is volop aanwezig op het Mosselse Zand. Stuifzandkorrelloof houdt stand terwijl het zand eromheen wegwaait, waardoor ze kleine kegeltjes vormen (pedestal).



10 Monitoring

Voor een effectief beheer is het nodig om de effecten van beheer- en herstelmaatregelen te monitoren. Hierbij wordt de Ausgangssituatie vastgelegd voorafgaand(!) aan het uitvoeren van de maatregelen en worden vervolgens de effecten van de maatregelen frequent vastgesteld.

Nulmeting

Onderdeel van het beheerplan is een inventarisatie van de natuurwaarden voordat beheermaatregelen worden uitgevoerd. Bij de inventarisatie wordt tenminste het volgende in kaart gebracht:

- Locaties met relictpopulaties van karakteristieke soorten;
- Soortenrijke successiestadia, zoals korstmossen-vegetaties en kruidenrijke vegetaties.

Aan de hand van de resultaten wordt het beheerplan aangepast zodat relictpopulaties en soortenrijke vegetaties ontzien worden bij het uitvoeren van de maatregelen. Let op dat de locaties die ontzien worden voldoende groot zijn, met name wanneer in de omgeving dynamische processen worden hersteld die tot overstuiving kunnen leiden.

Effectmeting

Na het uitvoeren van de maatregel vindt regelmatig een effectmeting plaats. Hierdoor komen we te weten of de maatregel het gewenste effect heeft gehad. De effectmeting moet op dezelfde wijze worden uitgevoerd als de nulmeting, natuurlijk met speciale aandacht voor het terreindeel waarin de maatregel plaatsgevonden heeft. Zo kan worden onderzocht of specifieke (doel-) soorten of vegetatietypen zich op die plek vestigen. Wanneer actieve verstuiving als doel is gesteld kan men ook de mate waarin het zand zich in het terrein verplaatst meten.

Methoden voor de monitoring

Monitoring vindt in veel gebieden plaats door middel van een vlakdekkende vegetatiekartering aangevuld met een kartering van de exacte groeiplaatsen van doelsoorten. In deze brochure stellen we voor de kartering van stuifzanden een uniforme indeling in karteereenheden en karteersoorten voor. De eenheden kunnen worden beschouwd als opeenvolgende successiestadia:

- 1 **Onbegroeid** (stuifplek);
- 2 **Kaal stuifzand** met minimaal 5% bedekking van **Buntgras** (nauwelijks andere soorten aanwezig);

- 3 **Ruig haarmos** met Buntgras (nauwelijks andere soorten aanwezig);
- 4 **Grijs kronkelsteeltje** en grassen (mostapijten en losse blokjes, arm aan korstmossen);
- 5 Soortenrijke mozaïeken van korstmossen, mossen en grassen; bekervormige en staafvormige korstmossen zijn hier het meest opvallend aanwezig;
- 6 **Grazige vegetaties** met tenminste 50% bedekking aan Zandstruisgras, Schapengras en grote korstmossen (rendiermossen, Varkenspootje en Girafje); hieronder vallen ook kapvlaktevegetaties;
- 7 **Stuifzandheide** (struikheide en kraaiheidestruiken afgewisseld met grazige korstmossenvegetaties). In Natura2000-gebieden worden struikheide- en kraaiheidevegetaties apart onderscheiden;
- 8 **Bos** en volwassen solitaire bomen, bijvoorbeeld van Grove den of eik.

De categorieën zijn met behulp van de huidige GIS programma's redelijk goed te classificeren van een luchtfoto behalve voor Grijs kronkelsteeltje en grazige vegetaties hiertussen is het verschil in uiterlijke kenmerken te klein. Deze categorieën worden vaak samengevoegd. Om de nauwkeurigheid van de vegetatiestructuurkaart te verhogen is het raadzaam per categorie in het veld

minimaal 10 locaties met een GPS in te meten. Door een dergelijke kaart met zekere regelmaat te maken en met voorgaande jaren te vergelijken krijgt men snel inzicht in de verandering in de verhouding tussen de structuur eenheden.

Afhankelijk van de locatie kunnen ook de plekken worden gekarteerd waar opslag van naaldbomen plaatsvindt, zodat in een later stadium kan worden besloten om deze te verdwijnen, dan wel te laten doorgroeien tot een vliegdennenbos.

Aanvullend op de vegetatiekartering kunnen soorten in kaart gebracht worden die als kwaliteitsindicator gebruikt worden. Bij de korstmossen zijn dit soorten die aan een specifiek successiestadium gebonden zijn. Er is gekozen voor een set goed herkenbare soorten die het hele jaar door te vinden zijn:

- Stuifzandkorrelloof, kenmerkend voor kaal zand en halfgesloten tapijten van Ruig haarmos. Een vroege soort in de successie die verdwijnt als er geen ongestoorde plekken met kaal zand meer zijn.
- Kraakloof, Stapelbekertjes (*Cladonia verticillata*, *pulvinata* en *cervicornis*) en Hamerblaadje. Deze kleine korstmossen zijn kenmerkend voor soortenrijke mozaïeken van korstmossen, grassen en mossen;
- Zandblauwtje, Wilde tijm, Grasklokje, Borstelgras en Trekrus. Dit zijn heischrale soorten uit grazige vegetaties van paadjes, forten en uitgestoven laagten. Vaak groeien ze op plekken waar de bodem net iets vochtiger of minder zuur is. Kruiden zijn schaars in stuifzanden, maar het voorkomen van enkele exemplaren kan al genoeg zijn om insecten van nectar en voedsel te voorzien.

Het in kaart brengen van de relevante fauna vraagt een goede planning omdat de verschillende soorten niet tegelijkertijd actief zijn, zowel in de loop van het jaar als in de loop van de dag. Ook zijn sommige soorten overdag niet waarneembaar zijn en bovendien lastig te determineren. Daarom is gekozen voor een selectie van soorten die goed herkenbaar zijn en toch een goede indicatie van de faunakwaliteit geven. De selectie is



Kleine tijm



bron: SLM groep Wageningen UR

Luchtfoto: Monitoring van de vegetatie ontwikkeling en verstuiving kan met behulp van een drone uitgevoerd worden. Of door middel van veldopnamen volgens de transect methode. De stippellijnen geven aan langs waar vegetatie en verstuivingsactiviteit periodiek opgenomen kan worden.

gebaseerd op Van der Bunt (1989). Niet alle soorten komen in heel Nederland voor.

- Zanddoorworm, Zandwolvspin en Bastaardzandloopkever in kaal zand met Buntgras.
- Sneeuwspringer in tapijten van Ruig haarmos. De sneeuwspringer is alleen actief in winterperiode van half november tot januari;
- Knopsprietje, Blauwvleugelsprinkhaan, Kleine heivlinder, Kommavlinder, Lentevuurspin, in soortenrijke mozaïeken van korstmossen, mossen, heide en grassen;
- Heivlinder en Veldkrekel in grazige vegetaties en stuifzandheide;
- Boszandloopkever en Zadelsprinkhaan, in bosranden, goed ontwikkelde heide en bosjes.

Sluit vooral aan bij methoden die er al zijn voor een deel van deze soorten! Check bijvoorbeeld of er al vlin-derroutes lopen in stuifzandgebieden; de monitoring daarop aansluiten levert veel meerwaarde op! Hoewel een vlakdekkende kartering het meeste in-formatie geeft, kan een lijntransect een eenvoudiger alternatief zijn voor monitoring. De lijnen liggen in terreindelen waarbinnen de maatregel gaat worden uitgevoerd, of al uitgevoerd is. Het aantal transecten

dat nodig is voor een goede monitoring hangt af van de variatie in het terrein en de schaal van de ingreep. Indien verstuiving deel uitmaakt van de maatregel, dan dienen transecten zowel parallel als loodrecht op de heersende windrichting te liggen.

Voor elk transect wordt vastgelegd:

- Begin en eindpunten met behulp van GPS;
- Bezoekdatum en onderzoekers.

Elk transect is opgedeeld in uniforme segmenten op basis van successiestadia (karteereenheden). Van ieder segment wordt het begin en eindpunt vastgelegd met een meetlint of GPS. Van ieder segment kunnen de volgende kenmerken worden vastgelegd:

- Schatting bodembedekking;
- Aanwezigheid met aantal schatting van aanwezige (kwaliteitsindicator) soorten binnen een afstand van 5 meter rond de transect;
- Teken van verstuiving (zandribbels) of watererosie (stroomgeultjes);
- Bijzonderheden.

Voor gegevens over bodemactieve fauna (zoals loopkevers, spinnen en mieren) kunnen in enkele representatieve segmenten potvallen worden geplaatst. Voor de



Zanddoorworm

Kommavlinder



Heivlinder



Zadelsprinkhaan



Knosprietje



Boszandloopkever

Zandoorworm kunnen enkele dagen houten plaatjes op het zand worden neergelegd; wanneer deze worden opgehaald kunnen de hieronder schuilende dieren worden geteld.

Op landschapsniveau kan tenslotte nog monitoring van Boompieper, Boomleeuwerik, Geelgors, Tapuit, Duinpieper, Draaihals en Nachtzwaluw plaatsvinden. Dit kan het beste plaatsvinden via de methode van de territoriumkartering conform de Sovon BMP-methode voor broedvogelmonitoring.

Wanneer in een reliëfrijk terrein een flink oppervlak kaal zand is gemaakt, dan verwachten we effecten van winderosie. Soms kunnen hierbij grote hoeveelheden zand verplaatst worden. Verplaatsing vindt met name in noordoostelijke richting plaats, maar ook wel in zuidwestelijke richting ten opzichte van de stuifzandkern. De overstuiving van vegetatie met zand kan worden gemeten met behulp van luchtfoto's. Met behulp van de nieuwste luchtfoto verwerkingsprogramma's is het tegenwoordig ook mogelijk de hoeveelheid verplaatst zand uit periodiek gevlogen luchtfoto's te bepalen.

Veranderingen in de hoogte geven aan hoeveel zand ter plekke is verdwenen (erosie of uitstuiving) of juist aangevoerd (sedimentatie of duinvorming).

Frequentie van monitoren

De frequentie van monitoren moet aansluiten bij de snelheid van de ontwikkelingen die je wilt volgen en zo nodig op wilt kunnen bijsturen. Wat betreft het monitoren van de activiteit van stuivend zand: voor de ingreep een nulmeting uitvoeren en daarna eens per één à 2 jaar de grenzen van het open zand bepalen met behulp van luchtfoto's.

Ook bij het monitoren van de ontwikkeling van de vegetatie en fauna is voorafgaand aan de ingreep een nulmeting nodig in het gebied waar effecten van de maatregel verwacht worden. Het is raadzaam om direct na uitvoering de locatie-(grenzen) van de maatregel met gps vast te leggen. Vervolgens na een jaar de eerste effectmeting uitvoeren en deze tenminste om de drie à vijf jaar herhalen. Dit is frequenter dan hetgeen bij de SNL-monitoring gangbaar is.



12 Ter verdieping

Deze brochure is een vertaalslag voor beheerders van:

Nijssen M., Riksen, M., Sparrius, L., Bijlsma, R., Van den Burg, A., van Dobben, H., Jungerius, P., Ketner-Oostra, R., Kooiman, A., Kuiters, L., van Swaay, C., van Turnhout, C., de Waal, R., 2011. *Onderzoek naar effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van stuifzanden*. O+BN rapport 144. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, p. 255. (<http://www.natuurkennis.nl/>); en Sparrius, L.B. & M.J.P.M. Riksen (2019) *Evaluatie van elf jaar stuifzandbeheer op de Veluwe 2007-2018*. BLWG rapport 23: 1-127. <https://www.blwg.nl/mossen/onderzoek/rapporten/index.aspx>

Nuttige literatuur voor monitoring:

Aptroot e.a. (2011) *Veldgids korstmossen van duin, heide en stuifzand*. BLWG.
Siebel H. & R. During (2006) *Beknopte mosflora van Nederland en België*. KNNV Uitgeverij.
Verspreidingsatlas van (korst)mossen en paddenstoelen: www.verspreidingsatlas.nl

Verdiepende literatuur:

Fanta J. en Siepel H. (red.) 2010. *Inland drift sand landscapes*. KNNV Publishing, Zeist. ISBN 9789050113502, pp. 384.
Jungerius P.D. en M.J.P.M. Riksen 2010. *Contribution of laser altimetry images to the geomorphology of the Late Holocene inland drift sands of the European Sand Belt*. *BALTICA* 23-1: 59-70.

Riksen, M., R. Ketner-Oostra, C. van Turnhout, M. Nijssen, D. Goossens, P.D. Jungerius & W. Spaan 2006. *Will we lose the last active inland drift sands of Western Europe? The origin and development of the inland drift-sand ecotype in The Netherlands*. *Landscape Ecology* 21: 431-447.
Riksen, M.J.P.M.; Spaan, W.P.; Stroosnijder, L. 2008. *How to use wind erosion to restore and maintain the inland drift-sand ecotype in the Netherlands?* *Journal for Nature Conservation* 16: 26-43.
Riksen, M.J.P.M. en Goossens, D. 2007. *The role of wind and splash erosion in inland drift-sand areas in the Netherlands*. *Geomorphology* 88: 179-192.
Sparrius, L.B. 2011. *Inland dunes in The Netherlands: soil, vegetation, nitrogen deposition and invasive species*. Amsterdam: Ph.D. thesis, University of Amsterdam.
Sparrius, L.B. en A.M. Kooijman. 2011. *Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter*. *Applied Vegetation Science* 14:221-29.
Sparrius, L.B., A.M. Kooijman, M.J.P.M. Riksen, en J. Sevink. 2013. *Effect of geomorphology and nitrogen deposition on rate of vegetation succession in inland drift sands*. *Applied Vegetation Science* 16:379-89.

Herstelmaatregelen in praktijk

Hulshorsterzand 'Wuthering heaths': https://www.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/nm-layman-s-report-wuthering-heaths-web-2017.f05f48.pdf
Nijssen, M. 2015. After-LIFE Conservation Plan Loonse en Drunense Duinen. LIFE Stuifzandherstel LIFE07/NAT/NL/000571

Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12

Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 7
3972 NG Driebergen
0343-745250
info@vbne.nl

Alle publicaties en
producten van het
OBN Kennisnetwerk
zijn te vinden op
www.natuurkennis.nl