Verandering van stuifzanden door successie en beheer

De afgelopen tien jaar is door natuurbeheerders veel werk verzet om stuifzanden te behouden, een landschapstype dat zonder ingrijpen snel in bos verandert. Een vergelijking van de vegetatie tussen 2007 en 2018-2020 laat grote veranderingen zien in oppervlak en kwaliteit in de Nederlandse stuifzandgebieden.

Laurens Sparrius, Daniël Kollen & Michel Riksen

Het Nederlandse stuifzandlandschap staat sterk onder druk. Sinds 1850 verdween ongeveer 75 % van de pioniervegetatie (zandverstuiving, stuifzandheide en kraaiheidebegroeiing), veelal ten gunste van het areaal bos op stuifzandbodems. Van kaal, stuivend zand is zelfs 99 % verdwenen, waarbij er na 1980 een versnelling werd ingezet (Sparrius et al., 2013). Al sinds de jaren negentig, maar vooral in de afgelopen vijftien jaar worden beheer- en herstelmaatregelen genomen om de laatste openstuifzandgebieden te behouden. Op verzoek van de provincie Gelderland hebben we in 2018 een studie uitgevoerd naar de huidige staat van de stuifzanden en de veranderingen die in de afgelopen tien jaar hebben plaatsgevonden op de Veluwe. Begin 2020 is dit onderzoek uitgevoerd in de rest van Nederland.

Veranderingen in het oppervlak stuifzand

In 2018 (Sparrius & Riksen, 2018) hebben we het oppervlak van stuifzandgebieden bepaald volgens dezelfde methode als in 2007, tijdens het laatste grote OBN-onderzoek in stuifzanden (Nijssen et al., 2011). Hiervoor is gekeken in alle gebieden in Nederland met een stuifzandhistorie. Deze



Foto 1. Kaal stuifzand met windribbels in de Loonse en Drunense Duinen. (Foto: Michel Riksen)

gebieden liggen op de pleistocene zandgronden, voornamelijk op de jonge dekzanden, en hebben een kenmerkend reliëf, zoals rand- en paraboolduinen en uitgestoven laagten. Die zijn goed herkenbaar op de hoogtekaart van Nederland en verwerkt tot een referentiekaart (Jungerius & Riksen, 2010). In 2018 is net als in 2007 het oppervlak aan begroeiingstypen gekarteerd in alle gebieden met een stuifzandhistorie. De basis vormden de topografische kaart (top10nl), luchtfoto's en dronefoto's. Er zijn drie begroeiingstypen onderscheiden en als vlakken ingetekend op de kaart: bos, open terrein (pioniervegetatie en heide) en kaal zand. Het resultaat is de Stuifzandkaart van Nederland (zie fig. 1 voor een voorbeeld voor het Otterlose Zand). De kaart geeft een gedetailleerd beeld van de situatie in 2018 en de veranderingen die hebben plaatsgevonden sinds 2007. Die veranderingen zijn enerzijds successie (het begroeid raken van kaal zand en het verbossen van pioniervegetatie), anderzijds herstelmaatregelen (plaggen en boskap). Door het hoge detailniveau kunnen veranderingen op verschillende schaalniveaus worden berekend, van natuurgebied tot landelijke schaal.

Kwaliteit van de stuifzandvegetatie

Om veranderingen in de kwaliteit van pioniervegetaties in Nederland vast te stellen, is hier in een apart onderzoek in acht grotere stuifzandgebieden naar gekeken. De eerste meting vond plaats in 2007. In de zomer van 2018 vond een herhaling plaats op drie Veluwse stuifzanden (Nijssen et al., 2011; Sparrius & Riksen, 2018). In dit artikel publiceren we voor het eerst ook de veranderingen in de vijf gebieden elders in Nederland op basis van veldwerk in 2020. De onderzoeksgebieden zijn van noord naar zuid: Drouwenerzand, Aekingerzand, Lemelerberg (foto 3), Kootwijkerzand, Otterlose Zand, Wekeromse Zand, Loonse en Drunense Duinen (foto's 1 en 2) en Bergerheide. Binnen een kaartuitsnede van het gebied is een kartering uitgevoerd van plekken waar korstmossen (*Cladonia* spp., positieve kwaliteitsindicator) of de invasieve exoot grijs kronkelsteeltje (negatief) domineren. Grijs kronkelsteeltje is in de jaren zestig geïntroduceerd in Europa vanuit Australië en Nieuw-Zeeland en heeft zich sindsdien overal in Nederland gevestigd. De mate waarin de soort in stuifzandgebieden voorkomt, hangt sterk samen met de stikstofdepositie (Sparrius & Kooijman, 2011).

Resultaten: grote veranderingen

Het Nederlandse stuifzandlandschap, inclusief bos, is in totaal 65.986 ha groot, waarvan iets meer dan 60 % van het oppervlak binnen Natura 2000 ligt (tabel 1). Hierbij herbergt de Veluwe met 20.757 ha het merendeel van het Natura 2000-stuifzandlandschap.

Kaal zand besloeg begin 2018 landelijk 1.822 ha. Het oppervlak kaal zand is sinds 2007 met 30 ha afgenomen, ondanks grote beheerinspanningen waarbij 371 ha aan nieuw kaal zand gemaakt werd door te plaggen, gemiddeld zo'n 33 ha per jaar. Hierbij zijn maatregelen gericht op het behoud van kaal zand, zoals eggen of

Stikstofeffecten spelen belangrijke rol

Nagenoeg alle stuifzandgebieden liggen binnen de Ecologische Hoofdstructuur. Iets meer dan 60 % van de gebieden ligt binnen de grenzen van het Europese Natura 2000-netwerk. In stuifzandgebieden zijn zandverstuiving (H2330) en stuifzandheide (H2310) de belangrijkste Natura 2000-habitattypen. Ongeveer 5 % wordt gebruikt als militair oefenterrein.

Bij de bescherming van habitattypen in Natura 2000 wordt de kwaliteit uitgedrukt in de Staat van Instandhouding, waarbij oppervlak en kwaliteit centraal staan. Voor oppervlak zijn landelijke referentiewaarden opgesteld waaraan deze getoetst worden in een zesjaarlijkse evaluatie en rapportage aan de Europese Unie (Bijlsma et al., 2014). Voor het bepalen van veranderingen in oppervlakte wordt gebruikgemaakt van habitattypekarteringen, gebaseerd op vegetatiekarteringen. Voor de kwaliteit wordt onder meer gekeken naar de aanwezigheid van typische soorten in de individuele gebieden. De monitoring wordt voor het overgrote deel uitgevoerd binnen het Subsidiestelsel Natuur en Landschap (SNL) en het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM). In sommige gevallen is deze aanpak onvoldoende om tot een goed kwaliteitsoordeel te komen. Zo spelen bij stuifzanden de effecten van stikstof een belangrijke rol in de kwaliteit van de vegetatie en was het effect van herstelmaatregelen voorheen onduidelijk. Het OBN-programma en beleidsevaluaties van provincies en beheerders vullen deze lacunes op.

Stikstofdepositie is een van de belangrijkste externe drukfactoren in stuifzanden. IJkpunt voor een gezonde situatie is de Kritische Depositiewaarde (KDW), de hoeveelheid stikstofneerslag waarboven significante schade zal optreden. Voor zandverstuiving en stuifzandheide bedragen ze respectievelijk 740 en 1.100 mol/ha/jaar (Van Dobben & Van Hinsberg, 2008). In nagenoeg alle stuifzandgebieden worden deze waarden al tientallen jaren ruimschoots overschreden.



Foto 2. Kaal zand met algen en buntgras in de Loonse en Drunense Duinen. (Foto: Daniel Kollen)



Foto 3. Pioniervegetatie met buntgras en ruig haarmos op de Lemelerberg. (Foto: Laurens Sparrius)

zeven, en het behoud door betreding door wandelaars niet meegerekend.
In 2018 bedroeg het oppervlak stuifzandgebied met een lage begroeiing in totaal 12.655 ha, waarbij zich binnen Natura 2000 7.865 ha bevond. De begroeiing bestaat uit pioniervegetatie met buntgras en haarmos en tot soms wel meer dan een eeuw oude stuifzandheide. Deze terreindelen met een mozaïek van lage begroeiingstypen vormen het leefgebied voor typische stuifzandbewoners zoals korstmossen, sneeuwspringer, kleine heivlinder en tapuit. Ten opzichte van 2007 is er in heel Nederland 721 ha bij gekomen: een toename van 6 %. In alle Natura 2000-gebieden samen is tussen 2007 en 2018 1.286 ha bos gekapt voor stuifzandherstel. In dezelfde periode is 596 ha lage begroeiing doorgegroeid naar bos. De Veluwe is een uitzondering waar het gaat om het resultaat van herstel van pioniervegetaties: de lage begroeiing nam in elf jaar tijd af met 186 ha (-4 %), ondanks het kappen van 440 ha bos. Een rekensom leert dat er binnen alle Natura 2000-gebieden samen 54 ha bos per jaar gekapt moeten worden om het huidige oppervlak aan open stuifzandgebied te behouden.

Aantal ha

		Kaal zand	Lage vegetatie	Bos	Totaal
Nederland	2007	1.852	11.934	52.497	**66.283**
	2018	1.822	12.655	51.806	
	verschil	-30	721	-691	
	% verschil	-1,6 %	6,0 %	-1,3 %	
Natura 2000	2007	1.439	7.462	27.631	36.532
	2018	1.438	7.865	27.229	
	verschil	-1	403	-402	
	% verschil	-0,1 %	5,4 %	-1,5 %	
Buiten Natura 2000	2007	414	4.477	24.874	**29.765**
	2018	399	4.790	24.576	
	verschil	-15	313	-298	
	% verschil	-3,6 %	7,0 %	-1,2 %	

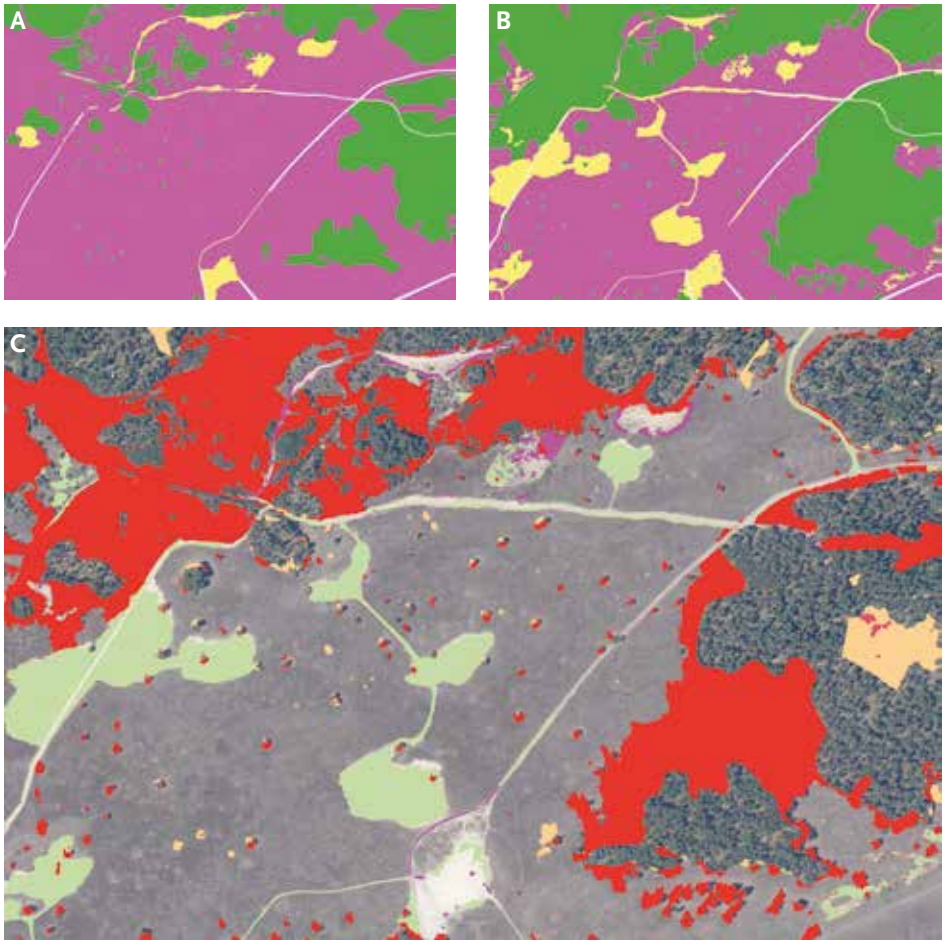
Tabel 1. Cijfers over het oppervlak stuifzand in 2018 en de veranderingen sinds 2007.

Oprukkende bosranden

Een (on)opvallend proces dat zichtbaar werd bij de analyse van de Stuifzandkaart is dat verbossing vooral diffuus plaatsvindt in bosranden. Zo kan jaarlijks tot een meter open terrein in bos veranderen. Terecht is er bij het beheer van stuifzanden veel aandacht voor het verwijderen van vliegdennen in het open terrein, maar onder deze noemer zou het terugzetten van bosranden meer aandacht kunnen krijgen.
In de individuele gebieden komt verbossing van grote aaneengesloten oppervlakken stuifzand niet vaak voor. Het speelt vooral in enkele grotere militaire oefenterreinen en in het noordelijk deel van het Otterlose Zand (fig. 1). Daar ligt de oorzaak vooral in gewijzigd beheer. Zo geven beheerders van oefenterreinen aan dat onontplofte munitie stuifzandbeheer tegenwoordig onmogelijk maakt, hoewel dit beheer vroeger wel gebeurde.

Speelt stikstofdepositie een rol in de successiesnelheid en verbossing?

Stikstof lijkt inderdaad een rol te spelen, maar de relatie is niet heel sterk (fig. 2). Uit de analyse blijkt dat in stuifzand waar al veel bos is, de verbossing hoger is (fig. 3). Bij meer bos verwacht je dat de dichtheid aan zaden en zaailingen van grove dennen hoger is. Bodemvorming is daarnaast een belangrijke factor voor de kieming en overleving van grove den. De jonge bodems met begroeid met haarmos en een A-horizont van 2 cm dik op het westelijke deel van het Kootwijkerzand hebben minder last van verbossing dan de 50 jaar eerder begroeide uitgestoven laagten van het Otterlose Zand waar de A-horizont in korstmosrijke stuifzandheide al ruim 10 cm dik is.
Bodemchemisch kan de geringe relatie met stikstofdepositie ook verklaard worden: ook in de schoonste gebieden wordt de Kritische Depositiewaarde overschreden en is dus een grote overmaat aan stikstof

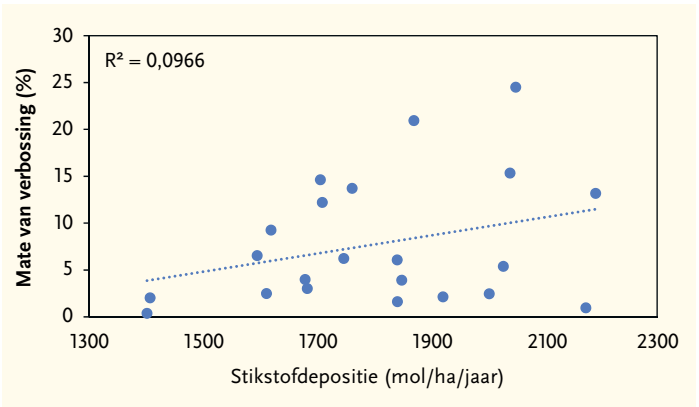


Figuur 1. Het oostelijke deel van het Otterlose Zand (Het Nationale Park De Hoge Veluwe) in 2007 (A), 2018 (B) en de interpretatie van de veranderingen in deze periode (C). Met de landsdekkende Stuifzandkaart van Nederland (Sparrius & Riksen, 2018), te vinden in het Nationaal Georegister, kunnen beheerders zelf een analyse maken van de veranderingen in hun terrein in andere delen van het land, ook buiten Natura 2000.

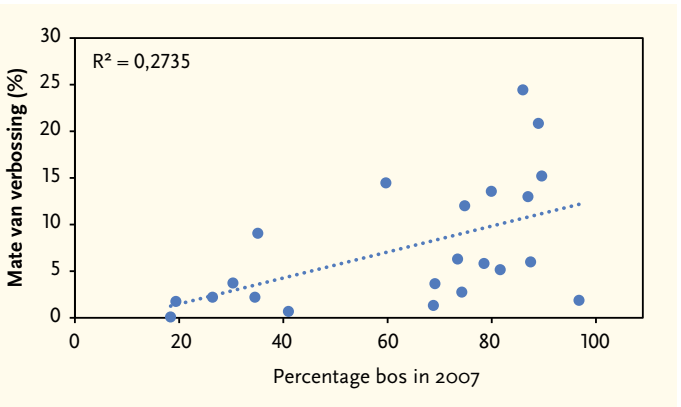
aanwezig waardoor fosfaat- en kaliumlimitatie optreedt. Nog meer stikstof leidt dan niet tot meer plantengroei. Wel versterkt ammoniakneerslag de bodemverzuring en leidt het tot een onbalans in nutriënten, waardoor flora en fauna te kampen hebben met tekorten aan fosfaat, kalium, calcium en andere micronutriënten (Sparrius et al., 2012).

Vermossing door grijs kronkelsteeltje zet door

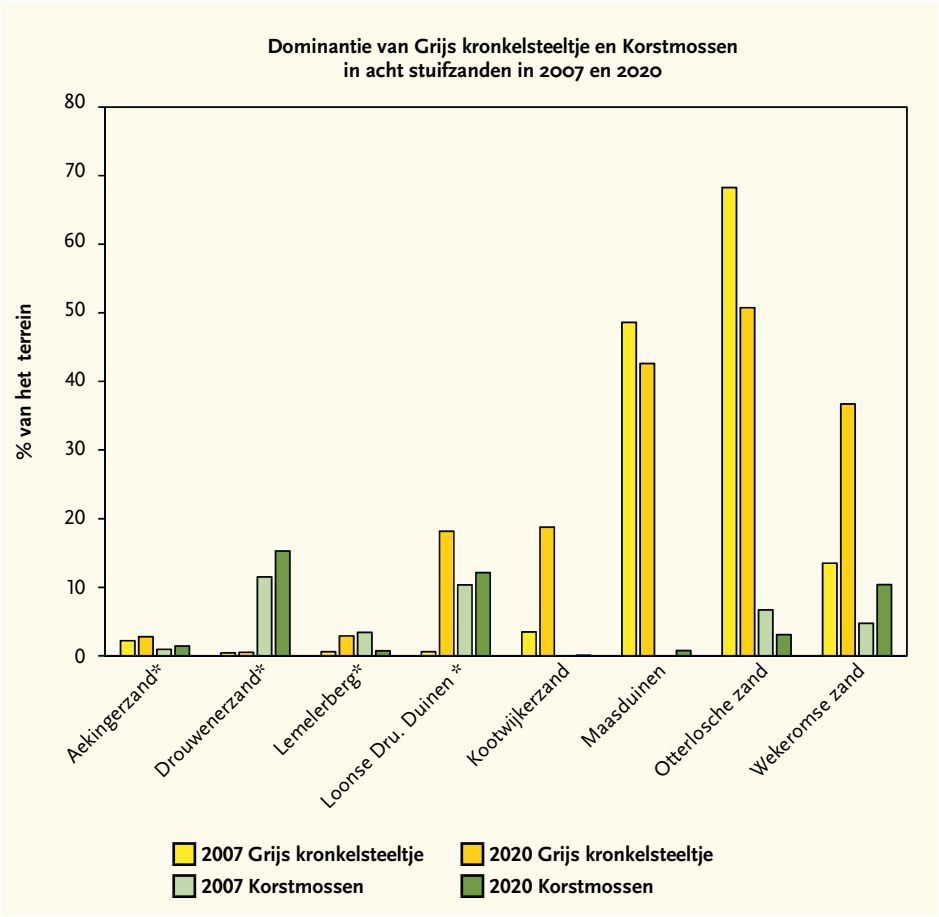
De verandering in kwaliteit van de stuifzandbegroeiing laat een wisselend beeld zien. Over het geheel genomen bleef korstmossenvegetatie gelijk en nam grijs kronkelsteeltje sterk toe, vooral in het Kootwijkerzand, Wekeromse Zand en de Loonse en Drunense Duinen (fig. 4). Op het Otterlose Zand nam Grijs kronkelsteeltje sterk toe ten koste van korstmossenvegetaties. Door plaggen en verbossing is het netto oppervlak met Grijs kronkelsteeltje echter afgenomen. Deze veranderingen geven aan dat de stikstofdepositie in heel Nederland nog altijd te hoog is. In stuifzandgebieden met een lagere depositie zien we minder toename van grijs kronkelsteeltje. Van de acht onderzochte gebieden valt het Wekeromse Zand positief op: korstmossen hebben zich hier flink uitgebreid op plekken waar in 1994 grootschalig bos gekapt is, maar daarna niet of alleen kleinschalig is geplagd. Dankzij een vegetatiekartering van het gebied (Ketner-Oostra 2003) weten we dat er verspreid op de kapvlakte kleine groeiplaatsen van korstmossen aanwezig waren. Deze hebben zich in de decennia daarna vooral in de directe omgeving uitgebreid. Al eerder werd aangetoond dat dispersie een probleem is bij korstmossen (Sparrius



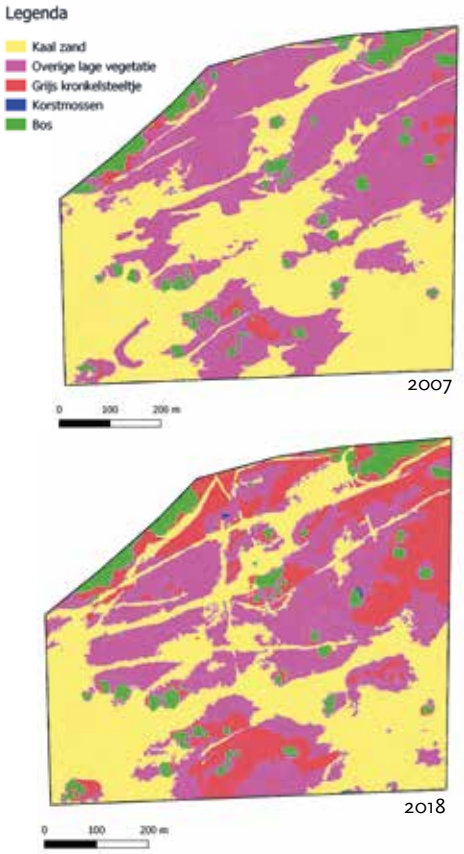
Figuur 2. De mate van verbossing van stuifzanden binnen Natura 2000 hangt niet erg samen met de gemiddelde stikstofdepositie in het gebied (bron: Aerius,-data uit 2019). Ieder punt is een Natura 2000-stuifzandgebied. Verbossing is het oppervlak binnen het gebied waar spontaan bos gevormd is tussen 2007 en 2018. De effecten van boskap zijn dus niet meegenomen.



Figuur 3. De hoeveelheid verbost stuifzand in een gebied lijkt meer bepalend te zijn voor de snelheid van verbossing. Ieder punt is een Natura 2000-stuifzandgebied. Verbossing is het oppervlak binnen het gebied waar spontaan bos gevormd is tussen 2007 en 2018. De effecten van boskap zijn dus niet meegenomen.



Figuur 4. Het oppervlak pioniervegetatie met dominantie van grijs kronkelsteeltje en korstmossen in acht stuifzandgebieden samen en de verandering tussen 2007 en 2020. De acht gebieden zijn in twee gelijke groepen verdeeld met lage (met *) (< 1.800 mol/ha/jaar) en hoge stikstofdepositie.



Figuur 5. Afname van kaal zand en toename van grijs kronkelsteeltje in het noordwestelijke deel van het Kootwijkerzand tussen 2007 en 2018.

& Kooijman, 2011). Op het westelijk deel van het Kootwijkerzand (fig. 5) vestigden zich bijvoorbeeld amper korstmossen, waarschijnlijk omdat grotere bronpopulaties ruim een kilometer naar het oosten liggen. Op het Drouwenerzand breiden korstmosvegetaties zich al sinds de jaren tachtig uit toen begonnen werd met schapenbegrazing (Van der Bilt & Nijland, 1993). Op oude luchtfoto's is te zien dat dominantie van oude heidestruiken in korte tijd veranderde in een mozaïekvegetatie van heide en korstmossen. In het centrale deel van het Drouwenerzand bevindt zich nu de grootste rendiermossteppe van Nederland met bijzondere soorten als IJslands mos en sierlijk rendiermos.

De veranderingen in de acht gebieden laten ook zien dat korstmossenvegetaties zeer snel veranderen. Tussen 2007 en 2020 lag maar een kwart van de dominant met korstmossen begroeide gebieden op dezelfde plek. Ook bleek dat korstmossen zich bijna niet hebben gevestigd op

Beheermaatregelen in stuifzanden

In dit onderzoek onderscheiden we drie begroeiingstypen op stuifzandbodems: van kaal zand tot bos. Deze kennen elk hun eigen knelpunten en beheermaatregelen:

- Kaal zand kan, afhankelijk van de geomorfologie, windwerking, recreatiedruk en stikstofdepositie in het terrein, kortere of langere tijd onbegroeid blijven. Tot het type kaal zand rekenen we ook een ijle en vaak tijdelijke begroeiing met een algenkorst en buntgras. Wanneer er door de algenkorst geen verstuiving meer optreedt, dan kan het geactiveerd worden door te eggen of frezen. Nieuw kaal zand kan ontwikkeld worden door enkele centimeters te plaggen tot op het blonde zand (Riksen et al., 2020).
- Pioniervegetatie (mossen, grasland en heide) begint met een vegetatie van buntgraspollen in een min of meer gesloten mat met ruig haarmos. Deze mosmat ontwikkelt zich in de loop van enkele tientallen jaren tot een mozaïek van grassen, korstmossen en uiteindelijk tot stuifzandheide of kraaiheidebegroeiing. Dit proces wordt versneld door stikstofdepositie. Voorwaarde voor het behoud van stuifzandvegetaties is dat opslag van grove den regelmatig wordt verwijderd. Hoe ouder de pioniervegetatie, des te beter de dennen kunnen groeien en hoe groter de beheerinspanning moet zijn om verbossing tegen te gaan.
- Op stuifzanden is in het verleden vaak naaldbos aangeplant. Sommige van deze bossen zijn inmiddels een eeuw oud en hebben een gevarieerde ondergroei gekregen met bijzondere mossen en korstmossen. Op een paar plekken op de Veluwe zijn zelfs hoogveentjes ontstaan in naaldbos door kwel uit hoge, beboste duinen (Bijlsma, 2010). Jongere of minder waardevolle naaldbossen zijn zoekgebied voor grootschalig herstel van pioniervegetatie door een combinatie van boskap en plaggen.

plekken die in 2007 kaal zand of bos waren. Beheermaatregelen hebben pas op een veel langere termijn effect.
Tweederde van nieuwe korstmossenplekken ontstond ofwel in haarmosmatten (onder andere Loonse en Drunense Duinen, Aekingerzand, Wekeromse Zand) of in stuifzandheide (onder andere Drouwenerzand). Dit levert vaak soortenrijke vegetaties op met veel bijzondere kleinere bekermossen, zoals wrattig bekermos en hamerblaadje. Een derde van de nieuwe korstmossenplekken ontstond op locaties waar grijs kronkelsteeltje minder dominant geworden is en die vervolgens vergrast raken (vooral Otterlose Zand en Wekeromse Zand).

Oplossingen

Waar het gaat om het oppervlak stuifzand, betekent stilstand in het beheer letterlijk achteruitgang. De resultaten van dit onderzoek geven een indicatie over de benodigde inspanning om Natura 2000-doelen voor het oppervlakte stuifzand te halen. De hoogste prioriteit zal uitgaan naar het stoppen van verbossing, waarvoor extra inspanningen nodig zijn. In een groot Natura 2000-gebied zoals de Veluwe neemt de provincie een coördinerende rol, zodat alle stuifzandgebieden worden beheerd. Daarbij moeten beheerders bij grootschalig herstel in toenemende mate rekening houden met de steeds terugkerende publieke discussie over boskap in natuurgebieden.
Wanneer we kijken naar de kwaliteit van de stuifzandvegetaties dan vallen twee zaken op:

- Ten eerste is de dominantie van Grijs kronkelsteeltje de belangrijkste factor voor de afname van kwaliteit van stuifzanden. In de kustduinen is dit proces omkeerbaar gebleken, mits de stikstofdepositie substantieel daalt (Sparrius & Kooijman, 2012). Tot die tijd is het van belang om bij grootschalig herstel van stuifzanden relictpopulaties van korstmossen te behouden, zodat deze zich weer op nieuwe plekken in het terrein kunnen vestigen. Door extensieve begrazing met schapen lijkt de dispersie te verbeteren, omdat fragmenten met de vacht worden meegevoerd. Korstmossen zouden ook geholpen kunnen worden door transplantatie van fragmenten (Sparrius & Kooijman, 2011).
- Ten tweede is er in sommige gebieden vrijwel alleen nog kaal zand over en zijn kenmerkende soorten sterk achteruitgegaan. Voorbeelden hiervan zijn de Ommense Sahara (recreatiedruk) en het Harskampse Zand (militair gebruik). In deze terreinen kan gekozen worden voor het maken van meer variatie in begroeiingstypen, waarbij het vergroten van het stuifzandoppervlak door boskap en plaggen de eerste stap is, waarna de pioniervegetatie ruimte krijgt in delen waar verstoring door gebruik laag wordt gehouden.

Literatuur

Bijlsma, R.J., 2010. Bryophyte hot-spots in drift sand forests. Inland drift sand landscapes (J. Fanta & (H. Siepel, eds), Zeist: 217-234.

Bijlsma, R.J., J.A.M. Janssen, E.J. Weeda & J.H.J. Schaminée, 2014. Gunstige referentiewaarden voor oppervlakte en verspreidingsgebied van Natura 2000-habitattypen in Nederland, Wageningen.

Bilt, E.W.G. van der & G. Nijland, 1993. Tien jaar extensieve begrazing met heideschapen in het Drouwenerzand. De Levende Natuur (94): 164-169.

Dobben, H.F. van & A. van Hinsberg, 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden, Wageningen.

Jungerius, P.D. & M.J.P.M. Riksen, 2010. A contribution of laser altimetry images to the geomorphology of the Late Holocene inland drift sands of the European Sand Belt. Baltica 23: 59-70.

Ketner-Oostra, H.G.M., 2003. Resultaten van Effect Gerichte Maatregelen (EGM) op vegetatie en bodem in het Wekeromse Zand. Eindrapport Monitoringsonderzoek 1994-2003, Arnhem.

Nijssen, M., M.P.J.M. Riksen, L.B. Sparrius, R.J. Bijlsma, A. van den Burg, H.F. van Dobben, P.D. Jungerius, H.G.M. Ketner-Oostra, A.M. Kooijman, A.L. Kuiters, C. van Swaay, C. van Turnhout & R. de Waal, 2011. Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van stuifzanden. OBN stuifzandonderzoek 2006-2010, Den Haag.

Riksen, M.J.P.M., L.B. Sparrius & M. Nijssen, 2020. Beheer en herstel van stuifzanden, Driebergen.

Sparrius, L.B. & M. Riksen, 2018. Evaluatie van elf jaar stuifzandbeheer op de Veluwe 2007-2018. BLWG-rapport 23: 1-127.

Sparrius, L.B. & A.M. Kooijman, 2011. Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter. Applied Vegetation Science 14: 221-229.

Sparrius, L.B. & A.M. Kooijman, 2012. Lange-termijneffecten van een invasie van Grijs kronkelsteeltje in kustduinen en stuifzanden, Den Haag.

Sparrius, L.B., J. Sevink & A.M. Kooijman, 2012. Effects of nitrogen deposition on soil and vegetation in primary succession stages in inland drift sands. Plant and Soil 353: 261-272.

Sparrius, L.B., A.M. Kooijman & J. Sevink, 2013. Response of inland dune vegetation to increased nitrogen and phosphorus levels. Applied Vegetation Science 16: 40-50.

Vegetation changes in Dutch inland dunes related to management and succession

Inland dune habitats are protected under Natura 2000. Quantity and quality of habitat types are targets for the management of these sites. Proxies for both parameters have been compared between 2007 and recent years. Inland dune area slightly increased as a result of restoration management (forest logging with or without topsoil removal). Tree and shrub encroachment mainly took place in forest margins.
Quality was measured as the cover of lichen-dominated vegetation (positive) and monoculture of the invasive bryophyte *Campylopus introflexus* (negative). On average, lichens were rather stable, but *C. introflexus* increased dramatically in sites with high nitrogen deposition. The difference can be explained by nitrogen sensitivity and dispersal rates between both vegetation types.

Dankwoord

We danken de Provincie Gelderland voor de financiering van dit onderzoek. Het veldwerk op de Veluwe is in 2018 uitgevoerd door André Aptroot. Dronevluchten werden verzorgd door Bert Rijk van Aurea Imaging. We danken de beheerders van de onderzochte stuifzanden voor toestemming om de terreinen te betreden en leden van het OBN-deskundigenteam Droog Zandlandschap voor discussie over de veranderingen in de Veluwse stuifzanden.

Laurens Sparrius
Bryologische en Lichenologische Werkgroep
sparrius@blwg.nl

Daniël Kollen
MSc-student WUR, nu Mateboer Groep B.V.
danielkollen@gmail.com

Michel Riksen
International Land and Water Management, Wageningen UR
michel.riksen@wur.nl