

Hierna volgend artikel is afkomstig uit:

Doelstelling van De Levende Natuur

Het informeren over onderzoek, beheer en beleid op het gebied van natuurbehoud en natuurbeheer, die van belang zijn voor Nederland en België.

De artikelen zijn vooral gebaseerd op eigen ecologisch onderzoek, ervaring of waarneming van de auteurs.

De Levende Natuur verschijnt 6x per jaar, waaronder ten minste één themanummer.

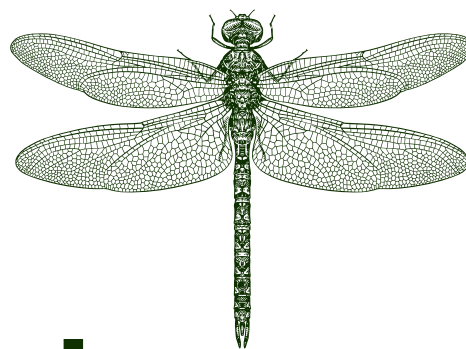
U kunt zich abonneren via onze website:

www.delevendenatuur.nl/lezersservice.php

of deze bon opsturen naar:

Abonnementenadministratie
De Levende Natuur
Antwoordnummer 7086
3700 TB Zeist

Tel. 085 0407400
administratie@delevendenatuur.nl



De Levende Natuur

Vakblad voor natuurbehoud en -beheer

Ja, ik wil graag een abonnement op De Levende Natuur

naam: _____

adres: _____

postcode: _____

woonplaats: _____

telefoon: _____

e-mail: _____

Ik machtig De Levende Natuur om het abonnementsgeld af te schrijven van rekening:

bank/giro: _____

naam: _____

plaats: _____

datum: _____ handtekening: _____

Graag aankruisen:

- proefabonnement:** € 13,- (drie nummers)
- particulier:** € 38,- (NL + B), overige landen: € 45,-
- instelling/bedrijf:** € 60,-
- student/promovendus:** € 13,50*

** (max. vier jaar; graag kopie college- of PhD kaart bijvoegen)
Na vier jaar gaat dit abonnement automatisch over in een regulier abonnement.*

De prijsontwikkeling kan het stichtingsbestuur dwingen de tarieven aan te passen. Tevens bent u gerechtigd om uw bank opdracht te geven het bedrag binnen 30 dagen terug te boeken.

Effecten van bekalking of steenmeel op paddenstoelen

SAMENVATTING

Er wordt volop geëxperimenteerd met bufferherstelmaatregelen op droge zandgronden, zowel met kalk als met steenmeel. In dit onderzoek hebben we de effecten van dergelijke herstelmaatregelen in bossen en heide op de paddenstoelen gevolgd (zes locaties). Toediening van zulke bufferstoffen leidt tot een andere soortensamenstelling, maar niet tot herstel van de oorspronkelijke mycoflora. Strooisel-afbrekende soorten nemen sterk toe, om daarna weer af te nemen. Sommige zeldzame soorten verspreiden zich, maar de vele soorten die door een combinatie van verzuring en stikstof zijn verdwenen, keren niet terug. Basenarm steenmeel of het stikstofbindende Vulkamin zouden in combinatie met de afvoer van organisch materiaal de mycoflora gedeeltelijk kunnen herstellen. Een sterke vermindering van stikstofdepositie blijft aanbevolen.

Tekst: **Emiel Brouwer, Roland Bobbink, Esther Lucassen & Maaike Weijters**

De uitloging van basische kationen is een van de oorzaken van het steeds doorgaande verlies van biodiversiteit op de droge zandgronden (o.a. eikensterfte, verlies van soorten op de heide). Op zes locaties hebben we experimenten gedaan met het uitstrooien van stoffen die werken als een buffer tegen verzuring. Dit zijn kalkproducten die vooral uit calcium- en magnesiumcarbonaten bestaan, en steenmeel: gemalen silicaatgesteente dat ook veel andere mineralen bevat. Paddenstoelen kunnen zich via sporen snel verspreiden en met hun zwamvlok snel de bodem koloniseren. Ze geven daarmee inzicht in veranderende bodemomstandigheden.

Het strooien met kalk of steenmeel is discutabel: het helpt misschien tegen verzuring, maar heeft mogelijk ongewenste bijwerkingen. In droge heide, eiken-berkenbos en oud eikenbos waar steenmeel en kalk zijn getest, hebben we onderzocht welke veranderingen in


de bodem aan het licht komen door het voorkomen van paddenstoelen. Ook hebben we gevolgd hoe de paddenstoelenflora verandert en wat dit zegt over de bodemtoestand.

Referentiebeeld heide en eiken-berkenbossen

Op basis van onderzoek in 1967 en 1968 onderscheiden we zo'n dertig kenmerkende soorten heidepaddenstoelen (Barkman, 1990). Deze zijn vervolgens in vier ecologische groepen ingedeeld: strooiselafbrekers (vooral mycena's), mosbewoners die leven op of met mossen (vooral mosklokjes) en graslandsoorten die vermoedelijk samenleven met andere bodemorganismen en waarvan schimmeldraden zijn aangetoond in planten uit graslanden (onder andere satijnzwammen, aardtongen). Verzuring en vermessing hebben geleid tot achteruitgang van de graslandsoorten en van enkele soorten uit de eerste twee groepen.

In eiken-berkenbossen zijn de soorten die mycorrhiza vormen met bomen (samenwerking van de zwamvlok van paddenstoelen met de wortels van planten om voedingsstoffen en water uit te wisselen) het gevoeligst voor verzuring. De enige beschrijving van de Nederlandse referentiesituatie van bospaddenstoelen is van Jansen (1981). De achteruitgang van vooral mycorrhizapaddenstoelen was toen echter al gaande.

Toedienen steenmeel en kalk in natuurgebieden

We hebben zes veldexperimenten uitgevoerd met toediening van kalk of steenmeel: twee in het Nationaal Park de Hoge Veluwe, twee in de Maasduinen, een in het Mastbos bij Breda en een op de Strabrechtse Heide. We gebruikten diverse soorten kalk en steenmeel . De behandelingen zijn uitgevoerd met drie tot vijf replica's; alleen de Maasduinen zijn in enkelvoud uitgevoerd. De situatie vóór toediening is niet vastgelegd, maar wel volgden we zes tussen de proefvlakken

1 De roodbruine slanke amaniet, komt zowel op zure als zwak zure bodem voor. (Foto: Rob Chrispijn)

2 Biolit bevat Ca en Mg en bestaat voor ongeveer 10% uit CaMg-carbonaten (basenrijk steenmeel); Eifelgold is zeer fijn gemalen en bevat daardoor naast basen in minerale vorm ook een deel snel beschikbaar komend Ca en Mg (basenrijk steenmeel); Lavagruis en Soilfeed bevatten weinig Ca en Mg in direct beschikbare vorm en bestaan voornamelijk uit verweerbare silicaat-mineralen; Vulkamin is een Zeoliet, een gesteente dat is opgebouwd uit lange ketens van kleimineralen waartussen veel ruimte is voor uitruil van kationen. Alle behandelingen zijn eenmalig opgebracht en niet in de bodem gewerkt.



Toegepaste kalk en steenmeel

	Eiken-berkenbos			Droge heide		
	Maasduinen Hamert	Breda Mastbos	Hoge Veluwe Kemperberg	Maasduinen Hamert	Eindhoven Strabrecht	Hoge Veluwe Bosje van Staf
Proefvlak (meter)	50 x 20	30 x 30	30 x 30	50 x 20	10 x 10	15 x 15
Aantal replica's	1	3	3	1	5	5
Jaar behandeling	nov 2013	2015/16	2015/16	nov 2013	begin 2015	begin 2015
Steenmeel 1	Vulkamin	Eifelgold	Eifelgold	Vulkamin	Biolit fijn	Biolit fijn
Dosering	2 ton/ha	10 ton/ha	10 ton/ha	2 ton/ha	10 ton/ha	10 ton/ha
Steenmeel 2	Vulkamin	Soilfeed	Soilfeed	Vulkamin	Biolit grof	Soilfeed
Dosering	5 ton/ha	10 ton/ha	10 ton/ha	5 ton/ha	10 ton/ha	10 ton/ha
Steenmeel 3+4					Lavagruis, Soilfeed	
Dosering					15, 10 ton/ha	
Kalk 1	Dolokal			Dolokal	Dolokal	Dolokal
Dosering	2 ton/ha			2 ton/ha	4 ton/ha	4 ton/ha
Kalk 2	Dolokal			Dolokal	Soilfeed	
Dosering	5 ton/ha			5 ton/ha	10 ton/ha	
Inventarisatie fungi	18-10-2014 23-8-2017 4-10-2017 7-11-2018 8-10-2019 22-10-2020	19-8-2019 18-10-2019	8-11-2018 16-8-2019 11-10-2019	7-11-2018 8-10-2019 4-11-2020	3-11-2016 14-11-2018 9-10-2019 2-10-2020	16-8-2019 11-10-2019 27-10-2020

Naam	Waarde		Overzicht		Ellenberg		**
	Zuur	Trofie	Mest	Zuur	Zuur	Trofie	
Roodbruine slanke amaniet	1,5	1			4	3	4
Bleekrandtrechterzwam	1,5	2	+	+			1
Sterspoorsatijnzwam	1,5	1		-	4	3	4
Veenmossatijnzwam	1	1	-	-			2
Behaard barnsteenmosklokje	1,5	1,5	+				2
Paardenhaartaailing	1	1,5	-	-	x	4	2
Gewoon eikenbladzwammetje	2*	1,5			x	6	2
Amethistzwam	2	1,5			x	4	2
Schubbige fopzwam	1	1,5			3	3	2
Rimpelende melkzwam	2*	2	+		2	3	3
Paarse schijnridderzwam	2*	3			x	6	2
Melige stuifzwam	2	1,5			7	4	1
Melksteelmycena	1,5	2*			x	4	4
Oranjegeel trechtertje	2*	2*	+		x	5	2
Gele aardappelbovist	1	2,5			3	2	4

3

gelegen controlevlakken waar we niets toedienden.

De proefvlakken varieerden in omvang ②.

Zodra zich in de herfst een optimale, vochtige periode voordeed, telden we op de grond en op het strooisel groeiende paddenstoelen. Bij aantallen boven de tien vruchtlichamen zijn we gaan schatten. Zakjeszwammen (ascomyceten) van minder dan 5 mm doorsnee zijn niet meegeteld vanwege de tijdrovende microscopische determinatie. Voor de telling zijn frequentieclassen aangehouden: 1 = een tot negen vruchtlichamen, 2 = tientallen vruchtlichamen, 3 = honderden vruchtlichamen en 4 = duizend of meer vruchtlichamen. In de droge jaren 2018-2020 konden we maar een enkel of zelfs geen enkel veldbezoek onder gunstige omstandigheden afleggen en hebben we meer soorten gemist dan in andere jaren.

Indicatiewaarde van paddenstoelen

Er bestaat voor paddenstoelen geen indicatorenstelsel waarmee de aanwezigheid kan worden vertaald in een indicatie voor bodemeigenschappen. Aan de ruim driehonderd gevonden soorten kenden we daarom zelf indicatieve waarden toe voor de factoren voedselrijkdom en zuurgraad ③. Hiervoor maakten we gebruik van voorlopige Ellenberggetallen, zoals die voor de standplaatsen van sommige paddenstoelen zijn geformuleerd (Simmel et al., 2017), en van diverse andere literatuurbronnen (zoals Arnolds & van der Bergh, 2013, Ozinga et al., 2013, Arnolds et al., 2015). De schaal loopt van 1 tot 4: zuur/zwak zuur/neutral/kalkhoudend, respectievelijk voedselarm/matig voedselarm/matig voedselrijk/voedselrijk. Het getal 1,5 voor de roodbruine slanke amaniet bete-

③ Voorbeelden van de geschatte indicatieve waarde (vetgedrukt) van 15 van de 300 soorten paddenstoelen die regelmatig in de proefvlakken zijn gevonden. Zuurgraad: 1 = zuur, 2 = zwak zuur, 3 = neutraal. Voedselrijkdom: 1 = voedselarm, 2 = matig voedselarm, 3 = matig voedselrijk. Daarachter de reactie op vermisting en verzuring (positief of negatief; Arnolds & van der Bergh, 2013), en de voorlopige Ellenberg-getallen (Simmel et al., 2017). * = gemiddelde van 3 klassen, ** = aantal overige literatuurbronnen.

④ Verschuiving in voedingstoestand en zuurgraad in droge heidebodem na toedienen van kalk of steenmeel, afgeleid van de indicatieve waarden van paddenstoelen. Kleuren geven het type behandeling aan, de vorm de locatie. Weergegeven zijn gemiddelden van alle bezoekdata en replica's. De rode ellips geeft de controle-situatie aan, de pijl geeft de ontwikkeling vanuit de referentiesituatie aan.

kent bijvoorbeeld dat de soort zowel op zure als op zwak zure bodem voorkomt. Soorten die over twee klassen voorkomen, zijn iets minder indicatief en hebben een gewicht van 0,5 meegekregen, soorten die in drie klassen voorkomen een gewicht van 0,25. Vervolgens is per behandeling een gewogen gemiddelde voor zuurgraad en voedselrijkdom berekend, waarbij de frequentieklasse meeweegt. Alle waarnemingen van de verschillende bezoekdata zijn samengevoegd voor elk proefvlak. Indien er herhalingen van een behandeling zijn op een locatie, zijn alle waarnemingen samengevoegd.

Bodemreactie

De bodem van de droge heide was in de uitgangssituatie heel zuur, met in het zoutextract een pH-zout van gemiddeld 3,1 en een basenverzadiging van rond de 20 % (Verbaarschot et al., 2020; Weijters et al., 2021). Toediening van basenarm steenmeel leidt bij alle gebruikte doseringen tot een pH-stijging naar gemiddeld 3,3. Na twee tot drie jaar is de pH weer op het oude niveau. Wel is er een permanente toename van de basenverzadiging tot ongeveer 30 %.

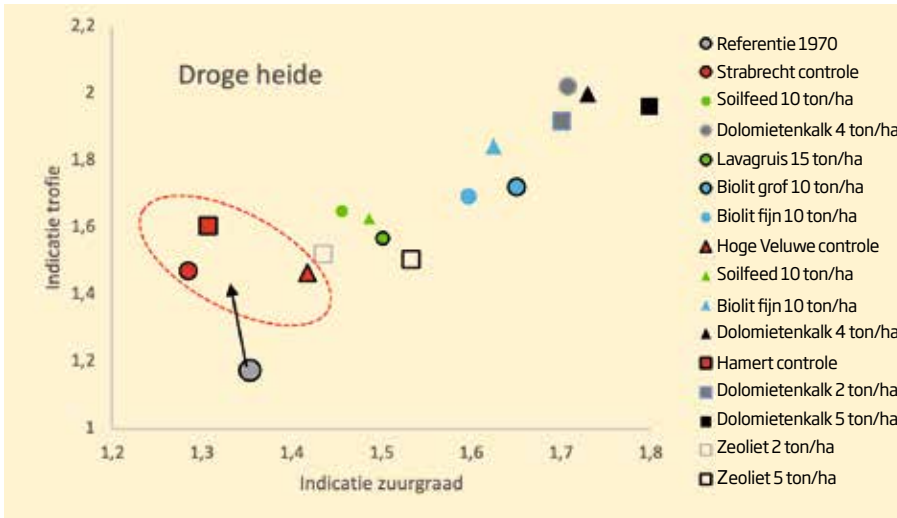
Het toedienen van baserijk steenmeel zorgt voor een vergelijkbare stijging in pH tot vijf jaar na toediening. De basenverzadiging stijgt dan tot ongeveer 40 %. Na gebruik van kalk stijgt de pH permanent tot ongeveer 4,0 en de basenverzadiging naar 65 %. De metingen zijn verricht aan mengmonsters van de bovenste 10 cm van de bodem. In de bovenste paar centimeter, waar de meeste schimmels leven, zijn bij incidentele metingen sterkere wijzigingen in zuurgraad en basenverzadiging gemeten. Bovenstaande gegevens vormen dus waarschijnlijk een onderschatting van de wijzigingen die schimmels ondervinden.

De beschikbaarheid van mineraal stikstof in de vorm van ammonium en nitraat verandert niet duidelijk door de behandelingen, hoewel er een lichte afname is op Nationaal Park de Hoge Veluwe na toediening van steenmeel of kalk. De hoeveelheid voor planten beschikbaar fosfaat, gemeten met natriumbicarbonaat volgens de Olsen-P-methode, daalt licht na toediening van kalk.

De onderzochte eikenbossen hadden bij aanvang een sterk zure, dikke humuslaag met een pH van 2,7 tot 3,0. De basenverzadiging in de humuslaag varieerde van 47 tot 56 %. Toedienen van basenarm steenmeel zorgt 3 jaar na toediening voor een stijging van de pH tot 3,4, bij baserijk steenmeel tot 3,6. Na toediening van basenarm steenmeel stijgt de basenverzadiging in de humuslaag met zo'n 5 %, bij baserijk steenmeel zelfs met 10 %.

Paddenstoelen op de hei

We telden gemiddeld tien tot twintig soorten paddenstoelen per heideproefvlak, en ongeveer dertig per



4

bosproefvlak. Toediening van bufferstoffen leidt op de hei en in het bos tot meer soorten paddenstoelen, en tot meer exemplaren per soort. Het zijn telkens dezelfde soorten die erbij komen.

Op droge heide wijken de controlevlakken af van de referentiesituatie uit 1967/1968 door wat meer paddenstoelen van voedselrijke grond 4. Het oranjegeel trechtertje is er nu talrijker, terwijl heideknotszwam, dennensatijnzwam, veenmossatijnzwam, oranje mosklokje en kleine bloedsteelmycena minder talrijk zijn (vergeleken met 1967/1968).

Toediening van bufferstoffen leidt op korte termijn tot meer soorten paddenstoelen van minder zure, voedselrijkere bodem 4. Kalk heeft het sterkste effect. In alle proefvlakken verschenen na een kalkgift strooiselafbrekers die grote verschillen in zuurgraad verdragen en die geen voedselarme bodem eisen: bovisten, stuifzwammen, trechterzwammen, schijnridders en het gewoon vilthoedje. Ook vestigen zich na toediening van kalk paddenstoelen van matig voedselrijke bodems,

5 Spitse vlekplaat is een strooiselafbreker van voedselrijke bodem, die hier en daar in de bekalste proefvlakken is opgedoken. (Foto: Rob Chrispijn)

6 Verschuiving in voedingstoestand en zuurgraad in de bodem van Eiken-Berkenbos na toediening van kalk of steenmeel, afgeleid van de indicatieve waarden van paddenstoelen. Verdere uitleg, zie bijschrift (2).

7 Aardappelbovist vormt ectomycorrhiza, prefereert zure, vrij stikstofrijke bodem en neemt in sommige proefvlakken af na toediening van steenmeel. (Foto: Rob Chrispijn)



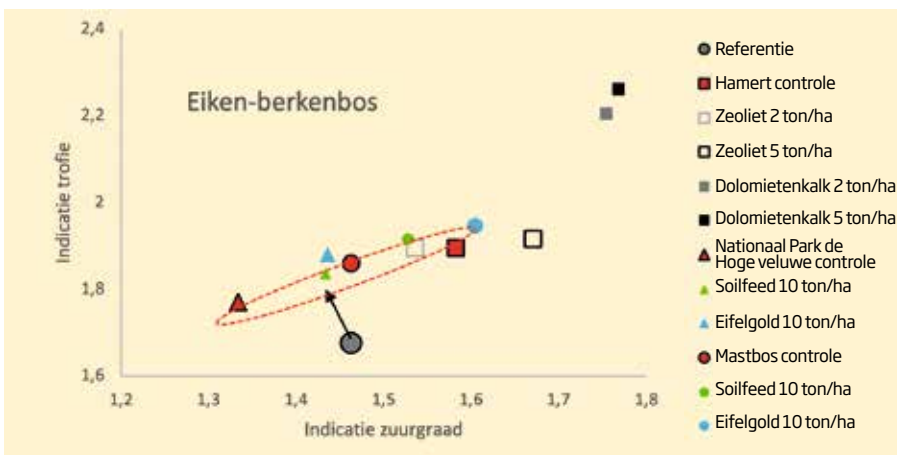
5

zoals spitse vlekplaat 5 en grasleemhoed.

De toename van strooiselafbrekers is minder na toediening van baserijk steenmeel vergeleken met kalk en bijna niets na toediening van basenarm steenmeel. In de laatste twee gevallen nemen enigszins zuurmijdende soorten zoals zandkaalkopje en weidemosklokje toe, evenals strooiselafbrekers zoals het gewoon eikenbladzwammetje.

Paddenstoelen in het bos

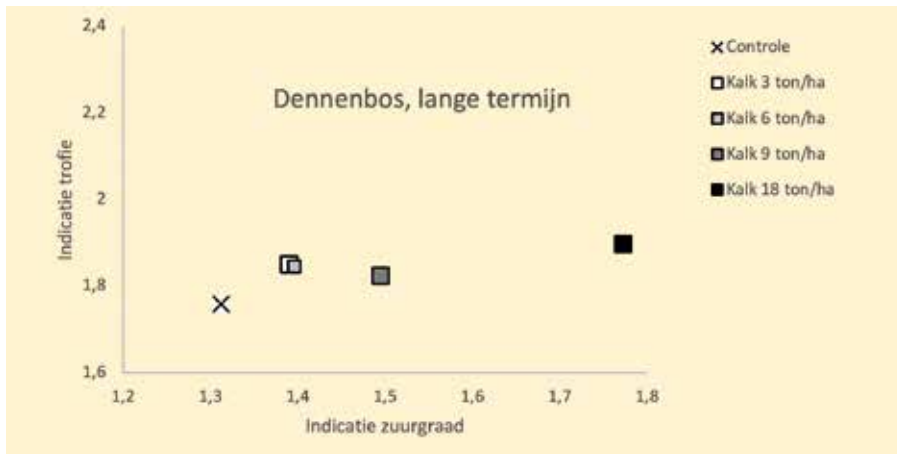
In de door Jansen (1981) beschreven Drentse situatie waren al veel verzuringsgevoelige soorten achteruitgegaan in eiken-berkenbossen. Dat geldt voor bijvoorbeeld cantharel, zwavelmelkzwam en rimpelige gordijnzwam. Sindsdien lijkt geen verdere verzuring te hebben plaatsgevonden 6, maar dit komt vooral doordat verdwenen soorten van voedselarme bodem tevens specialisten van zure bodem zijn. Een vergelijking voor de zuurgraad kan daarom het beste plaatsvinden op de voedselarmste locatie: Nationaal Park De Hoge Veluwe. Daar



6



7



8

wijzen de paddenstoelen op een zuurdere bodem dan in de referentiesituatie.

In het bos leidt bekalking op korte termijn tot voedselrijkere situaties; generalisten vervangen specialisten van langzame afbraak onder zure en/of voedselarme condities. Opvallend zijn de heksenkringen van grote strooiselafbrekers als nevelzwam en roodbruine trechterzwam. Toediening van zowel basenarm als baserijk steenmeel veroorzaakt enige toename van voedselrijkdom, maar niet zo sterk als kalk 6. Daar profiteren vooral kleinere strooiselafbrekers van, zoals tweekleurige trechterzwam, eikenbladzwam en zwartwordende stuifzwam. Het effect op mycorrhiza-paddenstoelen is gering, wellicht omdat die dieper in de bodem zitten, waar het steenmeel minder doordringt. Vooral de pioniersoorten lijken te reageren: de enigszins zuurmijdende fopzwammen en vaalhoeden nemen toe en de zeer ammonium-tolerante gele aardappelbovist 7 neemt wat af. In 2021 (niet in de figuren) zijn op de steenmeel-proefvlakken ook meer vezelkoppen gevonden, en op twee van de drie Mastbos-proefvlakken met Eifelgold verscheen de zeldzame purpersteelgordijnzwam.

Vulkamin heeft bij de gebruikte doseringen nauwelijks effect, behalve dat de door verzuring en vermesting ernstig bedreigde bruine korrelhoed na de hoge

8 Verschuiving in voedingstoestand en zuurgraad in dennenbos, afgeleid van de indicatieve waarden van paddenstoelen, 32 jaar na toedienen van kalk.

9 Heideknotszwam profiteert van de combinatie van plaggen en licht bekalken. (Foto: Rob Chrispijn)

“Steenmeel lijkt geen wondermiddel dat zowel de verzurende als vermestende effecten van stikstofdepositie kan bestrijden”

Vulkamin-dosering op een enkele plek aanwezig is. Mogelijk zijn er wel effecten in combinatie met plaggen: in de Maasduinen-proefvlakken zijn plagvlakjes van 5 x 5 m aangelegd, waar tussen 2014 en 2020 na toediening van 5 ton Vulkamin zes soorten algemene mycorrhiza-paddenstoelen zijn waargenomen, tegen drie in de controlevakken.

Conclusies

We hebben onderzocht of paddenstoelen na het toedienen van bufferstoffen wijzen op veranderingen in de bodem, en of er na toediening herstel plaatsvond van de oorspronkelijke mycoflora. Paddenstoelen zijn heel bruikbaar gebleken in de monitoring; de soortensamenstelling verandert snel en de veranderingen zijn per proefvlak in grote lijnen gelijk.

In alle proefvlakken met kalk, en in mindere mate steenmeel, vindt aanvankelijk een snelle uitbreiding van strooiselafbrekers plaats. Die snelle en sterke reactie van paddenstoelen op toediening van steenmeel en vooral kalk heeft vermoedelijk te maken met de pH-veranderingen in de bovenste centimeters van de bodem, wat de afbraak van organisch materiaal sterk stimuleert. Toediening van andere bufferstoffen leidt dan hooguit tot een korte periode van iets versnelde strooiselafbraak. Het vermestende effect van versnelde afbraak is het grootst na toediening van kalk. Toepassing van basenarm steenmeel stimuleert de strooiselafbraak minder; de mineralen leiden wel tot basenaanvulling, maar door het ontbreken van carbonaten stijgt de pH minder sterk. Bij het toepassen van Vulkamin wordt er ammonium weggevangen door uitwisseling tegen andere kationen (van Doorn et al., 2021).

In de droge heide zijn de afgelopen vijftig jaar de graslandsoorten (vooral satijnzwammen en knotszwammen) achteruitgegaan. In proefvlakken met steenmeel of kalk is in de eerste periode na behandeling nauwelijks herstel van soorten uit deze groep waargenomen 9. In proefvlakken met pijpenstrootje op de Kampina en de Strabrechtse Heide is deze terugkeer echter heel duidelijk waargenomen, na bekalken (2 ton/ha) of toedienen van basisch steenmeel (Wallis de Vries et al., 2019). Wel gaat het dan eerder om soorten van heischrale graslanden dan om soorten van heidevelden.

In het eiken-berkenbos heeft vooral achteruitgang van mycorrhiza-paddenstoelen plaatsgevonden. Het toedienen van steenmeel leidt binnen zes jaar nog niet tot de terugkeer van verdwenen soorten. Wel vinden er vanaf enkele jaren na toediening van steenmeel geleidelijk verschuivingen plaats en lijken de eerste verzuringsgevoelige soorten zich in 2021 weer te vestigen. In dennenbos zijn 32 jaar na toedienen van kalkdoseringen van 9 ton/ha of meer wel aanmerkelijk meer zuurmijdende mycorrhiza-paddenstoelen



aanwezig, maar is de vegetatie sterk verruigd (Bobbink et al., 2018).

Toevoegen van bufferstoffen leidt voornamelijk niet tot herstel van de oorspronkelijke mycoflora. Vooral bij gebruik van kalk in bos krijgen strooiselafbrekers tenminste tijdelijk de overhand. Op kleine schaal is een combinatie met strooiselroof of afplaggen mogelijk effectiever. In bossen kan dit de activiteit van mycorrhiza-paddenstoelen sterk bevorderen (Baar & Kuyper, 1998). Maar op de heide leidt dit voor minstens tien jaar tot achteruitgang van de grotendeels strooiselafbrekende paddenstoelenflora (Wallis de Vries et al., 2019). Basenarm steenmeel heeft minder bijwerkingen en is op lange termijn wellicht gunstig voor paddenstoelen. Maar ook lijkt steenmeel geen wondermiddel dat zowel de verzurende als vermestende effecten van stikstofdepositie kan bestrijden. Des te meer blijkt het dus zaak de stikstofdepositie sterk te verlagen! ■

Emiel Brouwer
Roland Bobbink
Esther Lucassen
Maaïke Weijters

Onderzoekcentrum B-WARE
e.brouwer@b-ware.eu

SUMMARY

Effects on mushrooms of measures against acidification

Addition of lime and silicate minerals (rock powder) are tested as a measure against soil acidification in forests and heathlands on sandy soils. In this article the effects on mushrooms are presented. Within 5 years, the addition does not lead to the return of species that have declined due to acidification or eutrophication. However, the sharp increase of carpophores from large saprophytes indicates a stimulation of decomposition. Also, more species indicating less acid conditions are found. A partial recovery of the original species composition might be achieved by combining rock powder addition with other measures, but a significant recovery requires a strong reduction of the atmospheric nitrogen deposition.

Literatuur

De complete literatuurlijst van dit artikel vindt u door deze QR-code te scannen, of bij de online versie van dit artikel, die te vinden is op <https://delevendenatuurmagazine.nl/delevende-natuur-nummer-06-2022/samenvatting-effecten-van-bekalking-of-steenmeel-op-paddenstoelen/>

