

**Hierna volgend
artikel is
afkomstig uit:**

De *Levende* Natuur

**Doelstelling van
'De Levende Natuur'**
Het informeren over
ontwikkelingen in 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 tenminste
één themanummer.

***U kunt zich abonneren
via onze website:***

[www.delevendenatuur.nl/
lezersservice.php](http://www.delevendenatuur.nl/lezersservice.php)

***of deze bon opsturen
naar:***

Abonnementenadministratie
De Levende Natuur
Antwoordnummer 3031
8000 WB Zwolle

Tel. 06 - 5726 26 72
administratie@delevendenatuur.nl

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** – € 10,- (drie nummers)
- particulier** – € 35,- (NL + B) – overige landen € 45,-
- instelling/bedrijf** – € 60,-
- student/promovendus** – € 12,50*

* (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.

Van bodemherstel naar herstel van fauna in een verzuurd heidelandschap

Het mitigeren van negatieve effecten van verzuring wordt steeds noodzakelijker om de karakteristieke soorten van zure en zwak gebufferde leefgebieden in het droge zandlandschap te kunnen behouden. De in het verleden veel onderzochte en voor vegetatie bewezen effectieve toediening van kalk heeft een aantal praktische en principiële bezwaren die grootschalige toepassing in de weg staat. Zo reageert de fauna in een aantal gevallen negatief op deze maatregel. Mede daarom zijn in de laatste jaren experimenten met alternatieve herstellvormen uitgevoerd, die hopelijk tot herstel van het systeem leiden zonder negatieve effecten. Wat hebben deze proeven voornamelijk opgeleverd voor de fauna?

Joost Vogels
Maaïke Weijters
Huig Bergsma
Roland Bobbink
Henk Siepel
Jap Smits
Leontien Krul

Het probleem van 'zure regen' is in Nederland nog allerm minst opgelost. De door het RIVM sinds 1990 berekende gemiddelde jaarlijkse zuurlast in Nederland is in 2016 nog steeds meer dan twee keer hoger dan de kritische depositie waarde (KDW) voor droge heide. Deze jaarlijkse overschrijding kent bovendien een stapelingseffect, waardoor de bodems met het voortschrijden van de tijd steeds sterker aangetast worden (Bergsma et al., 2018). Als gevolg van de 'zure regen' spoelen zuur bufferende kationen uit, waardoor de bodembuffering in de meeste Nederlandse zandbodems van kationbuffering naar aluminiumbuffering is verschoven (Bobbink et al., 2017). Gradiënten in zuurgraad en daarmee vegetatiesamenstelling zijn daardoor nagenoeg verdwenen (Vogels et al., 2016a). Recent is ook duidelijk geworden dat als gevolg van bodemverzuring ook de bodem mineralen die kationen via vertering kunnen leveren, in een sterk versneld tempo uit de bodem verdwijnen (Bergsma et al., 2016, 2018). Het herstellvermogen van de bodem neemt hierdoor steeds verder af waardoor actief ingrijpen steeds noodzakelijker wordt (Bobbink et al., 2017).

Toediening Dolokal

De afgelopen decennia zijn in Nederland diverse door OBN gefinancierde onderzoeken uitgevoerd naar herstellmethoden van de bodembuffercapaciteit, waarbij de aandacht vooral gericht was op het floristisch herstel van soortenrijke heide en heischrale graslanden. Cruciaal voor de overleving van verzuringgevoelige planten is het verminderen van aluminium- en ammoniumstress; beide het snelst te bereiken door een eenmalige toediening van snelwerkend dolo-

mietenkalk: CaCO_3 en MgCO_3 , veelal onder de merknaam Dolokal verkrijgbaar (Roelofs et al., 1993; de Graaf et al., 2004). Een nadeel van bekalking met Dolokal is dat het de bodemcondities slechts deels herstelt, omdat niet alle versneld uitgespoelde elementen worden aangevuld. Ook is onbekend wat de invloed is van sterk toegenomen Ca- en Mg-gehalten in de bodem bij uitblijven van herstel van andere uitgespoelde elementen.

Recent onderzoek heeft uitgewezen dat onder bepaalde omstandigheden bekalking onbedoelde negatieve effecten kan hebben op de ongewervelde fauna (Vogels et al., 2016b, 2017a). Voor planten kan een te sterke beschikbaarheid van Ca en Mg in de bodem optreden, waardoor via competitie verdringing van andere tweewaardige metaalionen, zoals Mn, optreedt. Voor herbivore ongewervelden treedt verdringing voor een tweede maal op in het darmkanaal waar de tweewaardige ionen ook in competitie tot elkaar worden opgenomen. Bijgevolg kan een te sterke beschikbaarheid van Ca en Mg in de bodem uiteindelijk leiden tot tekorten aan sporenelementen in het voedsel van ongewervelde fauna. Een andere negatieve invloed van bekalking op de korte termijn op fauna is het onbedoeld versterkt vastleggen van P in de bodem. Door een verhoogde beschikbaarheid van Ca in de bodem raakt vrij beschikbaar P vastgelegd als calciumfosfaatverbindingen in de bodem of gaat juist versterkt binden met aluminium (Haynes, 1982). Op de korte termijn kan bekalking zo leiden tot een versterking van P-limitatie voor planten. Versterking van P-limitatie is eerder al als een probleem geïdentificeerd en kan optreden als gevolg van verzuring, waarbij Al en Fe uit minerale vertering in grote hoeveelheden vrij beschikbaar zijn geraakt en P versterkt binden, en als gevolg van te hoge P-afvoer door plagwerkzaamheden uit het verleden. Voedselkwaliteit in droge heide wordt voor fauna sterk bepaald door P-beschikbaarheid of N:P ratio, en niet door N-beschikbaarheid of C:N ratio (Vogels et al., 2017b; Siepel et al., 2018).



Foto 1. Emergentie vallen in het vochtige heide experiment. Uitgeslopen tweevleugeligen (vliegen en muggen) worden opgevangen in de vangpot die bovenop de val geplaatst is (foto: Bas van de Riet).

Om de oorspronkelijke biodiversiteit van het droge heidelandschap duurzaam te kunnen herstellen is het dus ook voor de fauna noodzakelijk om de bodemkwaliteit te herstellen. De vraag vanuit het oogpunt van fauna is dus niet óf bufferherstel noodzakelijk is maar hóe dit het beste kan worden uitgevoerd.

Mede om deze redenen is in de laatste jaren een aantal veldexperimenten uitgevoerd waarbij toediening van steenmelen, fijngemalen gesteenten van verschillende samenstelling (tabel 1), voor bestrijding van verzuring zijn onderzocht en vergeleken met Dolokal-toediening en 'niets doen'. Steenmelen hebben een hoog gehalte aan silicaatmineralen; via verwerking van deze mineralen worden geleidelijk kationen aan de bodem geleverd. Aangezien steenmelen bestaan uit een mengsel van verschillende mineralen, kunnen naast Ca en Mg ook elementen als K, Na, Mn en P geleverd worden, afhankelijk van het type steenmeel.

Experimenten

Op de Strabrechtse Heide en in het Nationale Park de Hoge Veluwe lopen in totaal drie projecten, waarvan twee strikt uit experimenten bestaan en één onderzoeks- en uitvoeringsproject is waar ook op grotere schaalniveaus gewerkt wordt met steenmeel-toediening (alleen NP de Hoge Veluwe). Op Strabrechtse heide zijn experimenten uitgezet met vier verschillende steenmeelbehandelingen, een Dolokal-behandeling en een controle behandeling. De verschillende steenmeeltypen verschillen in mine-

rale samenstelling en daarmee in potentiële levering van andere elementen (tabel 1). De fauna respons in het Strabrechtse Heide experiment is in het eerste en tweede jaar na inrichting van het experiment onder meer bepaald door de loopkevergemeenschap met potvallen te bemonsteren. In het NP de Hoge Veluwe zijn experimenten uitgevoerd in zowel droge heide als vochtige heide met twee typen steenmelen en vergeleken met Dolokal- en een controle behandeling. De steenmeel behandelingen zijn in doseringen van 10 ton/ha (lavagruis (15 ton/ha)) en Dolokal van 4 ton/ha opgebracht. De droge heide was minstens 50 jaar niet geplagd; de vochtige heide was begin jaren '80 voor het laatst geplagd en in 2014 door een spontane brand afgebrand. In het NP de Hoge Veluwe is in het derde groeiseizoen na inrichting van het experiment nagegaan in hoeverre de behandelings effect uitoefenen op verschillende trofische groepen door middel van kegelvalbemonstering in de behandelingen (foto 1). Kegelvallen bemonsteren alle in de vegetatie en bodem aanwezige vliegende ongewervelden, en naarmate ze langer op dezelfde plek staan, bemonsteren ze hoofdzakelijk de in het vangoppervlak tot imago uitgeslopen ongewervelden. Van de verkregen monsters zijn alle Diptera tot familieniveau op naam gebracht. Van de meeste families is bekend tot welk voedselgilde de larven behoren.

Resultaten

Dit artikel beperkt zich tot de resultaten uit de experimenten met betrekking tot de fauna. Alle effecten op bodem- en plantchemie worden hier enkel waar relevant voor het interpreteren van de faunarespons behandeld (zie voor de uitgebreide rapportage Weijters et al., 2018).

Op de Strabrechtse heide bleek de selectie van geschikte onderzoeklocaties (oude, onverstoorde droge heide) moeilijk te realiseren, waardoor twee van de vijf blokken van behandeling in een niet door runderen begraaasd deel van het gebied en drie van de vijf behandelingen in een jaarrond begraaasd deelgebied werden uitgezet. De Dolokal- en Biolit-behandelingen bleken een sterke aantrekking uit te oefenen op het rundvee, wat er toe leidde dat de voorheen nagenoeg gesloten oude droge heidebegroeiing in twee jaar tijd werd platgelopen tot een veel opener vegetatie. Deze behandelingen werden veel actiever bezocht dan de controle -, lavagruis- en Lurgi-behandelingen, waardoor de bedekking door heidestruiken afnam van gemiddeld 70% tot 40% (foto 2). De samenstelling van de loopkevergemeenschap vertoonde na twee jaar een significante verschuiving als gevolg van deze sterke toename in betreding en begrazing door rundvee na toediening van bufferstoffen. Ook was er een meetbaar verschil in de verschuiving als gevolg van de verschillende behandelingen: de verschuiving was in de met Dolokal behandelde onderzoek-

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	Co mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg
Biolit	52.5	14.9	9.6	4.5	4.0	3.4	2.0	2.0	0.8	20	39	17	< 0.1	4.1	1070	102
Vulkatec	43.3	14.1	11.3	9.5	11.6	3.0	3.4	2.9	0.6	42	70	102	< 0.1	4.2	1410	115
Lurgi	47.0	18.4	9.6	3.5	7.1	5.7	5.2	2.2	0.2	15	9	23	0.1	1.2	1930	138
Dolokal high Mg	2.6	0.8	0.8	19.9	30.2	0.0	0.0	0.0	0.1	1	5	7	0.4	65.8	640	303
Dolokal low Mg	6.8	1.0	0.5	6.9	41.9	0.0	0.0	0.0	0.1	1	3	9	0.8	24	318	133

Tabel 1. Chemische samenstelling van toegepaste steenmeelsoorten, zoals gemeten in dit project.

De steenmeeltypen waren van verschillende herkomst: Biolit: een metamorfe basalt in twee verschillende maalfracties (100 en 200 µm); Vulkatec: een vrij grove basaniet met snelverwerend kalium, afkomstig uit de Eifel; Lurgi (tegenwoordig Soilfeed genoemd): een biotiet concentraat afkomstig uit een nefelien-syeniet mijn in Noorwegen.

locaties significant sterker dan die in de controle (fig. 1) en neigde in de Biolit-behandelingen eveneens significant sterker te zijn. Lavagruis en Lurgi verschilden duidelijk niet ten opzichte van de controle. Uitgesplitst over habitatvoorkeur bleken vooral soorten van open duin, akkers en open zandige biotopen te zijn toegenomen in de Dolokal- en Biolit-behandelingen (fig. 2). Het door begrazing openbreken van de vegetatie heeft dus geleid tot een verschuiving in de loopkevergemeenschap, maar het directe effect van de Dolokal- en steenmeelbehandelingen op de loopkevers was gering: in de onbegraasde blokken werden nergens grote verschillen gevonden tussen de behandelingen. Tenslotte kan worden opgemerkt dat in dit experiment er bij geen van de toegediende bufferstoffen sterk negatieve effecten op zijn getreden op de soortenrijkdom of activiteit van loopkevers (Lurgi in 2016 uitgezonderd). Dit resultaat contrasteert met het sterk negatieve effect van Dolokal-behandeling op de activiteit van loopkevers in een Dolokal + P-additie experiment in NP de Hoge Veluwe (Vogels et al., 2017a). Dit verschil in respons tussen beide experimenten wordt waarschijnlijk veroorzaakt door verschillen in de uitgangssituatie: oude niet geplagde heide in het steenmeelexperiment en recent geplagde heide in het Dolokal + P experiment. In de ene situatie heeft een hoog gehalte aan organische stof (en daarmee hoge cation exchange capacity (CEC)) een sterk bufferende invloed op de concentraties opgeloste kationen. In de geplagde situatie is dit bufferende effect juist sterk verminderd. Dit interacterende effect van plaggen op het effect van bekalking op de ongewervelde fauna werd in één van de experimenten in NP de Hoge Veluwe opnieuw aangetoond. In de oude droge heide werd geen significant effect

Foto 2. Contrast tussen een niet behandeld proefvlak en een met Biolit behandeld proefvlak in één van de begraasde blokken op de Strabrechtse heide (foto: Bas van de Riet).

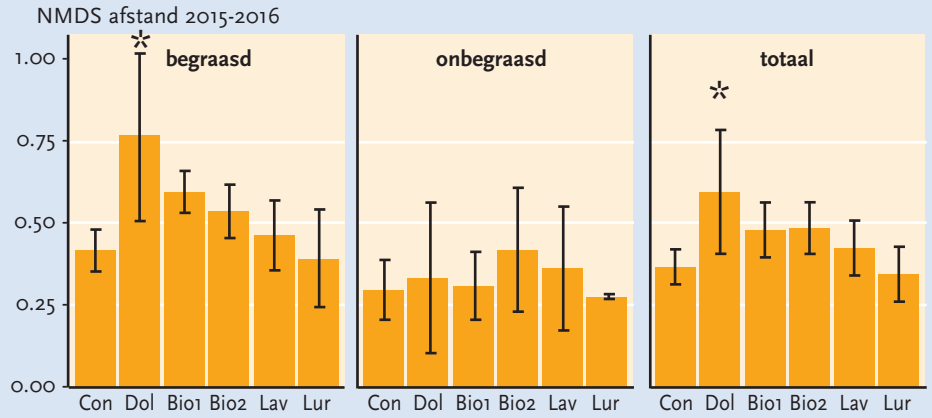


Fig. 1. Op basis van ordinatietechniek (NMDS) berekende verschuiving van de samenstelling van de loopkevergemeenschap in de verschillende behandelingen, uitgesplitst over begraasde (n=3), onbegraasde (n=2) en alle proefvlakken samen (n=5). Hoe hoger de waarde (NMDS afstand), hoe sterker de verschuiving in samenstelling van de loopkevergemeenschap is tussen beide jaren. *: verschuiving is significant verschillend ten opzichte van controle (p<0.05). Con= Controle, Dol = Dolokal, Bio 1 = Biolit 100 µm, Bio 2 = Biolit 200 µm, Lav = Lavagruis, Lur = Lurgi.

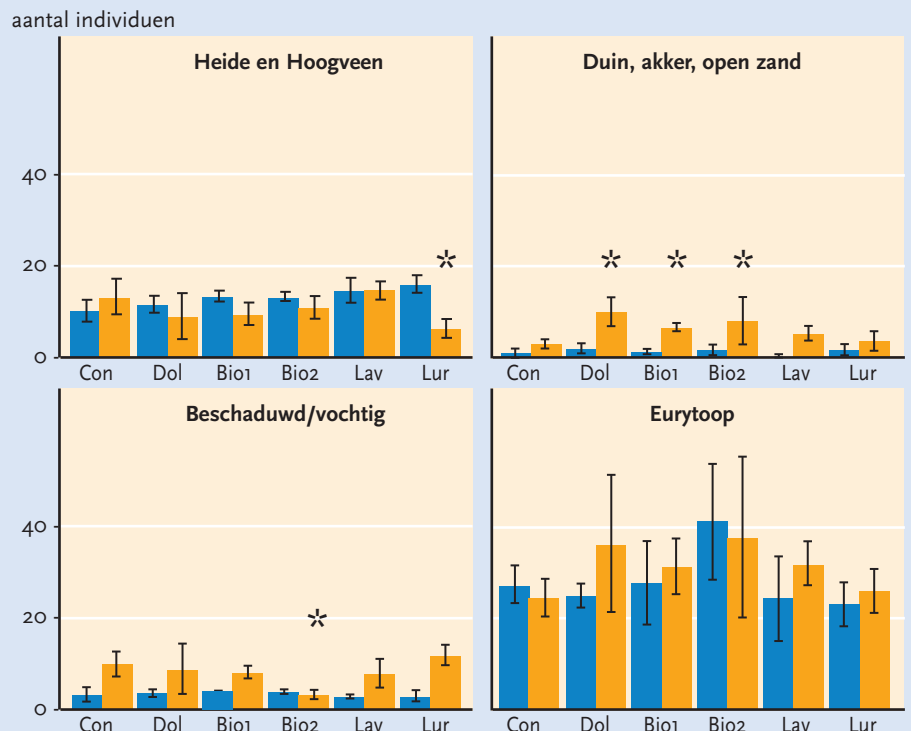


Fig. 2. Gemiddeld aantal bemonsterde loopkevers verdeeld over habitatvoorkeur (naar Turin, 2000) in de verschillende behandelingen van enkel de begraasde proefvlakken (n=3), uitgesplitst over beide bemonsteringsjaren. Error bars geven ± 1 S.E. weer. *: significant verschillend ten opzichte van controle (p<0.05), binnen het monsterjaar. Con= Controle, Dol = Dolokal, Bio 1 = Biolit 100 µm, Bio 2 = Biolit 200 µm, Lav = Lavagruis, Lur = Lurgi. Eurytoop: soorten met brede ecologische amplitude, weinig kieskeurig voor een specifiek biotoop.



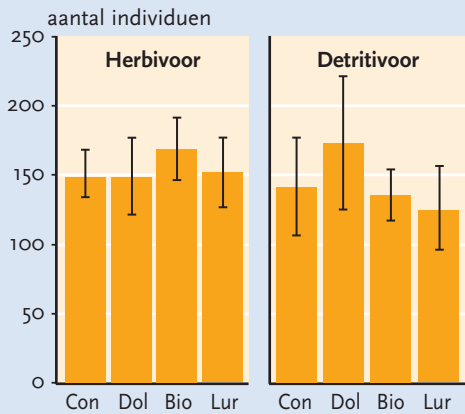
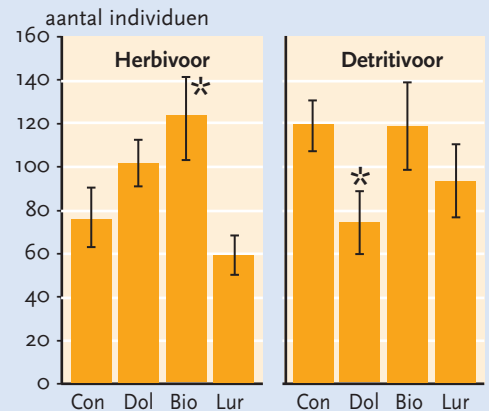


Fig. 3. Gemiddeld aantal bemonsterde tweevleugeligen (vliegen en muggen) verdeeld over voedselgilde in het droge heide experiment op NP de Hoge Veluwe. Verschillen waren niet significant.

Fig. 4. Gemiddeld aantal bemonsterde tweevleugeligen (vliegen en muggen) verdeeld over voedselgilde in het natte heide experiment op NP de Hoge Veluwe. *: significant ($p < 0.05$) verschillend ten opzichte van controle.



van de behandelingen gevonden op dichtheden van herbivore of detritivore diptera (fig. 3). In de organische stof-armere natte heide werden herbivoren in significant hogere dichtheden in de met Biolit behandelde proefvlakken aangetroffen. Detritivoren werden juist in significant lagere dichtheden in de met Dolokal behandelde proefvlakken aangetroffen (fig. 4). Het remmende effect van Dolokal op detritivoren en strooiselafbraak is hier mogelijk het gevolg van versterkte P-limitatie door versterkte vastlegging van beschikbaar P, waardoor ook de schimmelafbraak geremd wordt (Siepel et al., 2018). Het P-gehalte van zowel dophei als pijpenstrootje in de vochtige heide was de helft van die in de droge heide, waarschijnlijk als gevolg van versterkte P-limitatie geïnduceerd door de plagwerkzaamheden in het verleden. In de met Biolit behandelde experimenten nam de concentratie van P in dophei significant toe ten opzichte van de controle, waarschijnlijk een gevolg van directe inbreng van P door dit steenmeel dat van alle steenmeeltypen het hoogste gehalte aan P bevat (tabel 1).

Conclusies

Hoewel de periode tussen experimentele toediening en effectmeting in beide experimenten nog kort (maximaal drie groeiseizoenen) is, zijn bij alle experimenten en bij alle steenmeeltypen al effecten waarneembaar op bodem- en plantchemie, zij het langzamer dan bij Dolokal (Weijters et al., 2018). Voor

de fauna geldt dat significante effecten van steenmeel of Dolokal op de korte termijn alleen optreden in situaties waar de bodem zeer sterk verarmd is. Dit is in lijn met vergelijkbare resultaten uit eerdere onderzoeken in geplagde, sterk verarmde bodems (Vogels et al., 2016b, 2017a, 2017b; Siepel et al., 2018) en met contrasterende resultaten uit experimenten in natte venige heide waar het nutriëntaanbod en CEC eveneens minder sterk was verarmd (Wallis de Vries et al., 2018). Geconcludeerd kan dus worden dat bekalking onder zeer nutriëntarme en zure condities (laag N, P, K; lage basenverzadiging en lage CEC) op de korte termijn negatieve effecten op voedselkwaliteit kan hebben. Geen van de steenmeeltypen vertoont op de korte termijn een dergelijk negatief effect op de fauna. In termen van plantkwaliteit worden juist positieve effecten waarneembaar, getuige de significante toename van herbivore diptera in de Biolit-behandeling. Dit is waarschijnlijk terug te leiden tot een verbetering van de P-beschikbaarheid door deze behandeling en verdient nadere aandacht voor vervolgonderzoek. Bij ongeplagde heidevegetaties met een dikke laag strooisel en humus zijn directe causale effecten op de ongewerveldenfauna binnen de onderzoeksperiode nog niet waarneembaar. De plantkwaliteit in deze proeflocaties is beter dan in de geplagde locaties. De hoge CEC en organische stofgehaltes dempen bovendien de effecten van de vrijkomende kationen uit het opgebrachte steenmeel zowel in de bodemchemie als in de plantkwaliteit (Weijters et al., 2018).

Er was één faunagroep die in deze situatie wel sterk reageerde op de experimentele toediening: het rund. De runderen in het permanent begraaide deel van de Strabrechtse

heide wisten de bekalste en met Biolit behandelde proefvlakken feilloos te vinden. In deze behandelingen was bochtige smele de enige plantensoort die duidelijk verschuivingen liet zien in de chemische samenstelling. Wellicht dat runderen dit verschil in plantkwaliteit konden detecteren. Dit effect van versterkte begrazing leidde er toe dat deze vegetaties veel opener van karakter werden, waardoor op onbedoelde wijze er toch een effect van de behandelingen op de ongewerveldenfauna optrad.

Hoe nu verder?

Het toedienen van steenmeel kan op relatief korte termijn een meetbaar effect hebben op het functioneren van heidesystemen. In dit artikel is de nadruk op de fauna gelegd, een groep die pas zal reageren als eerst aan de vereisten met betrekking tot plantchemie en vegetatiepatronen is voldaan. Deze kwaliteitsaspecten houden via bodemchemische processen verband met steenmeeltoediening. Aangezien het project werd ingezet met als doel om langzamer verwerende bufferstoffen te kunnen evalueren, zijn de resultaten die gevonden zijn na drie groeiseizoenen als veelbelovend te beschouwen. De resultaten zijn bovendien in lijn met afgesloten en lopende onderzoeken die eerder uitwezen dat P-gebrek voor hogere trofische niveaus kan optreden als gevolg van maatregelen in sterk verzuurde systemen. Met die kennis in het achterhoofd is onlangs in de provincie Noord-Brabant een start gemaakt met het combineren van een P-additie proef samen met bufferherstel door een eenmalige steenmeeltoediening. Daarnaast wordt de proef in Noord-Brabant momenteel voortgezet om ook de middellange termijn effecten te kunnen vaststellen. Ook voor de door OBN gefinancierde experimenten in het NP de Hoge Veluwe zou dit zeer waardevol en nuttig zijn. Tot slot kan op basis van de resultaten al een tweetal aanbevelingen voor het toedienen van steenmeel worden gegeven. De toediening van steenmeel heeft eerder effect op bodem- en plantchemie als de dominante vegetatie wordt doorbroken. Een eenvoudige manier om dit in de praktijk toe te passen is

Foto Bosparelmoevlinder (*Melitaea athalia*) is een soort die afhankelijk is van bloemrijke en relatief gebufferde droge standplaatsen. De soort weet zich tegenwoordig enkel nog te handhaven in een aantal populaties op het Veluwemassief, waar zij gebonden is aan bosranden met hengel als waardplant en voldoende aanbod aan nectarplanten (foto: Joost Vogels).



door de bestaande maaibeheercycli in droge heide te combineren met een steenmeel-behandeling. Daarnaast is het op plekken met een lage CEC en weinig organisch materiaal zoals plagplekken in droge, zure terreinen, voor de fauna aan te bevelen om terughoudend te zijn met het gebruik van Dolokal als verzuring bestrijdende maatregel. Hier heeft steenmeel, liefst een steenmeel met hoog P-gehalte of een steenmeel in combinatie met P-gift, de voorkeur.

Literatuur

Bergsma, H., J.J. Vogels, M. Weijters, R. Bobbink, A.J.M. Jansen & L. Krul, 2016. Tandrot in de bodem – hoeveel biodiversiteit kan de huidige minerale bodem nog ondersteunen? *Bodem* 1: 27-29.

Bergsma, H., J. Vogels, A. van den Burg & R. Bobbink, 2018. Is de bodemverzuring in Nederland onomkeerbaar? *Vakblad Natuur Bos Landschap*: 4-6.

Bobbink, R., H.L.T. Bergsma, J. den Ouden & M.J. Weijters, 2017. Na het zuur geen zoet? Bodemverzuring in droog zandlandschap blijvend probleem. *Landschap*: 61-69.

Graaf, M. de, P. Verbeek, S. Robat, R. Bobbink, J. Roelofs, S. de Goeyj & M. Scherpenisse, 2004. Lange-termijn effecten van herstelbeheer in heide en heischrale graslanden. 2004/288-O, EC-LNV, Ede.

Haynes, R., 1982. Effects of liming on phosphate availability in acid soils. *Plant and Soil* 68:289-308.

Roelofs, J.G.M., M.C.C. de Graaf, P.J.M. Verbeek & M.J.R. Cals, 1993. Methodieken voor herstel van verzuurde en geëutrofeerde heiden en schraallanden. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen. Faculteit der Natuurwetenschappen, Vakgroep Oecologie, KUN, Nijmegen: 127-146.

Siepel, H., J. Vogels, R. Bobbink, R.-J. Bijlsma, E. Jongejans, R. de Waal & M. Weijters, 2018. Continuous and cumulative acidification and N deposition induce P limitation of the microarthropod soil fauna of mineral-poor dry heathlands. *Soil Biology and Biochemistry* 119: 128-134.

Turin, H., 2000. De Nederlandse loopkevers. Verspreiding en oecologie (Coleoptera: Carabidae). Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS-Nederland, Leiden.

Vogels, J.J., R. Bobbink, M. Weijters & H. Bergsma, 2016a. Het droge heidelandschap in de 21e eeuw: aandacht voor mineralogie en historisch landgebruik. *De Levende Natuur* 117: 245-250.

Vogels, J.J., R. Bobbink, E. Verbaarschot, M. Weijters & H. Siepel, 2016b. Fosfaattoevoeging Heide. OBN-onderzoeksproject OBN 2012-31-DZ. VBNE, Driebergen.

Vogels, J.J., R.J. Bijlsma, R. Bobbink & E. Verbaarschot, 2017a. Monitoring OBN onderzoek 'fosfaattoevoeging heide'. VBNE, Driebergen.

Vogels, J.J., W.C.E.P. Verberk, L.P.M. Lamers & H. Siepel, 2017b. Can changes in soil biochemistry and plant stoichiometry explain loss of animal diversity of heathlands? *Biological conservation* 212, Part B: 432-447.

Wallis de Vries, M., K. Huskens, J.J. Vogels, R. Versluijs, R. Loeb, E. Brouwer & R. Bobbink, 2018. Alternatieven voor pluggen van natte heide; effecten op middellange termijn. VBNE, Driebergen.

Weijters, M., H. Bergsma, J. Vogels, R. van de Riet, E. Bohnen-Verbaarschot, H. Siepel & R. Bobbink, 2018. Herstel van heide door middel van slow release mineralengift. Resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek. VBNE, Driebergen.

Summary

From soil restoration to restoring heathland fauna in acidified heathland landscapes

The traditional restoration tool to counteract soil acidification in Dutch heathland landscapes is the application of dolomite lime. Although proven effective in restoring soil buffering status and vascular plant species richness, invertebrate response to liming can be unfavourable. This is thought to arise from newly introduced nutrient imbalances at the micro- and/or macronutrient level. Therefore, alternative restoration methods using slow release soil buffering agents have been investigated. These slow release agents consist of finely ground igneous rocks (rock dust) and release a broad spectrum of cations and micro-nutrients more gradually to the soil through mineral weathering processes. We compared faunal response to addition of several slow-release agents, a control situation and liming. Three years after application, the first results regarding fauna response are promising. No consistent major negative side-effects of rock dust application have been identified in any of the field trials. Evidence for contrasting effects of rock dust application (positive) and liming (negative) on fauna were found in experiments performed in soils with low soil organic matter and hence, low soil CEC and overall nutrient availability. Here, detritivores decreased significantly as a result of liming treatment and herbivores increased significantly as a result of rock dust (Biolit) treatments. Under conditions of high soil organic matter content, effects on fauna were much less pronounced and not significantly different from control. Here, only a significant shift in Carabid beetle community composition was identified, most probably as a result of interactive effects of lime application with cattle grazing pressure, which unintentionally seemed to increase as a result of the lime and Biolit treatments. The first results indicate that it is beneficial to use rock dust as an alternative management practice. All experimental results as of now only encompass short term effects, treatment effects

in the medium to long term are very much needed to draw definitive conclusions. It is becoming increasingly clear however, that traditional liming in soils poor in organic matter (i.e. sod cut soils) should be used with caution as unfavourable effects on fauna can hamper fauna conservation and restoration.

Dankwoord

Dit onderzoek is gefinancierd door het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN-2014-58-DZ), de provincie Noord Brabant via de subsidieregeling Biodiversiteit (C2145729/3591327 en C2211146/4236820) en het Nationale Park de Hoge Veluwe.

Jan Kuper, Marten Geertsma en Ingvar Einarsson worden bedankt voor het assisteren bij het veldwerk en het determineren van de loopkevers en diptera. Bas van de Riet wordt bedankt voor het leveren van beeldmateriaal. We danken Staatsbosbeheer en Stichting het Nationale Park de Hoge Veluwe voor het beschikbaar stellen van hun reservaten voor uitvoering van het onderzoek en waar nodig het leveren van assistentie.

Drs. J.J. Vogels
Stichting Bargerveen
Postbus 6500, 6525 ED Nijmegen
j.vogels@science.ru.nl

Drs. M.J. Weijters & Dr. R. Bobbink
Onderzoekcentrum B-WARE
Postbus 6558, 6503 GB Nijmegen
m.weijters@b-ware.eu
r.bobbink@b-ware.eu

Drs. H.L.T. Bergsma
BodemBergsma
Blikakker 8, 7421 GD Deventer
info@bodembergsma.nl

Prof. Dr. H. Siepel
Afdeling Dierecologie en –fysiologie
Institute for Water and Wetland Research (IWWR)
Radboud universiteit Nijmegen
Postbus 9100, 6500 GL Nijmegen
h.siepel@science.ru.nl

J. Smits
Staatsbosbeheer regio Peel en Kempen
Strijperpad 5,
5595 XR Leende
j.smits@staatsbosbeheer.nl

Ing. L. Krul
Stichting het Nationale Park de Hoge Veluwe
Apeldoornseweg 250
7351 TA Hoenderloo
krul@hogeveluwe.nl