



foto Roland Bobbink

Werkt steenmeel als herstelmaatregel tegen bodemverzuring in heischrale graslanden?

Heischrale graslanden zijn – of beter gezegd waren – de bloemrijke eilandjes van het droog zandlandschap. Dit prioritaire habitatype is helaas ernstig bedreigd als gevolg van decennialange te hoge stikstofdepositie. Toediening van gemalen gesteente van silicaatmineralen zou deze verzuring wellicht kunnen bestrijden. Twee veldproeven laten echter zien dat steenmeel in de onderzoeksperiode niet werkzaam is als antiverzuringsmaatregel. Dit in tegenstelling tot de resultaten in verzuurde droge heide. Uit dit onderzoek blijkt dat steenmeel geen wondermiddel is, en zeker niet zomaar werkzaam is in elk habitatype. Herstel is maatwerk!

— Roland Bobbink, Roos Loeb, Evi Verbaarschot & Maaïke Weijters (Onderzoekcentrum B-WARE), Joost Vogels (Stichting Bargerveen), Huig Bergsma (Bodem Bergsma) en Friso van der Zee (Wageningen Environmental Research)

Heischrale graslanden zijn laagblijvende, gesloten vegetaties met grassen, kruiden en struikheide of gewone dophei. De laatste twee soorten domineren zeker niet in heischrale graslanden. Het zijn – of waren – de bloemrijke pareltjes van het heidelandschap. Heischrale graslanden zijn in Europa wijdverspreid, vooral in bergstreken. In het Noordwest-Europese laagland zijn ze betrekkelijk zeldzaam. In het Nederlandse pleistocene zandlandschap is in de twintigste eeuw na de introductie van kunstmest en intensivering van de landbouw een zeer groot deel omgezet in intensief gebruikte landbouwgrond. De resterende heischrale graslanden liggen daardoor sinds 1950 bijna allemaal in natuurgebieden. Nederland ligt centraal in het verspreidingsgebied van de laaglandvorm van heischrale graslanden en in ons land komt (of kwam) naar verhouding een groot oppervlakte voor. Droge heischrale graslanden behoren tot het Natura 2000-habitatype H6230. Dit type is een van de elf Europese prioritaire typen die in Nederland voorkomt, waarvoor zowel kwaliteitsverbetering als uitbreiding vereist is. Kenmerkend voor heischrale graslanden is dat de pH van de bodem waarop zij voorkomen zich bevindt tussen $\text{pH}_{\text{water}} 4,5-6$ en er zuurbuffering plaatsvindt door kationuitwisseling. Verder is de beschikbaarheid van plantennutriënten als stikstof (N) en fosfor (P) laag tot zeer laag.

Aantasting door verzuring

Uit recent onderzoek blijkt dat nog maar een klein deel van het resterende areaal in Nederland uit redelijk of goed ontwikkeld droog heischraal grasland bestaat. Slechte tot matige vegetatiekwaliteit van deze graslanden blijkt sterk gekoppeld aan bodemverzuring, met verlaagde beschikbaarheid van basische kationen (calcium, magnesium, kalium) en verhoogde concentraties van aluminium als belangrijkste indicatoren. Ook het daarbij optreden van verhoogde ammoniumconcentraties zijn funest voor de kenmerkende biodiversiteit. Kortom, veel van de droge heischrale graslanden in natuurterreinen zitten in de laatste fase van buffering via kationuitwisseling met het bodemadsorptiecomplex. Door de lage basenverzadiging (20-25%) kan de bodem bijna geen calcium, magnesium en kalium meer naleveren en daardoor komt het (voor veel soorten) giftig aluminium vrij. Door de hoge totale zuurlast van de afgelopen zestig jaar is het oorspronkelijke buffersysteem via kationuitwisseling in veel heischrale graslanden bijna volledig uitgeput. Deze geaccumuleerde hoge zuurlast wordt veroorzaakt door de nog steeds te hoge stikstofdepositie waar veel gebieden met dit type grasland in Nederland te maken hebben. Droge heischrale graslanden zijn zeer gevoelig voor een toename van stikstofdepositie en hebben dan ook een lage kritische depositiewaarde van

< **Foto 1. Droge heischrale graslanden kunnen zeer bloemrijk zijn, hier in Drenthe met veel valkruid.**

12 kg N/ha/jaar. De gemiddelde N-depositie in Nederland varieerde in de periode 1990-2018 tussen de 23 en 38 kg N/ha. Het is dan ook niet vreemd dat dit habitatype door de decennialange overschrijding van de kritische depositiewaarde onder grote druk staat en de kenmerkende biodiversiteit van droge heischrale graslanden ernstig bedreigd is. Actie is dus zeker geboden om dit systeem met zijn kenmerkende planten en dieren voor Nederland te behouden!

Steenmeel als experimentele maatregel

Toediening van steenmeel is in potentie een geschikte maatregel voor herstel van verzuurde bodems, waaronder ook die van heischrale graslanden. In het steenmeel zitten mineralen die bij verwerking basische kationen (calcium, kalium & magnesium) leveren, en zo het buffercomplex geleidelijk kunnen opladen. Dat zou het de basenverzadiging van deze droge graslanden weer op het vereiste niveau (35-70%) brengen. Door een steenmeel te kiezen dat kationen en sporenelementen levert in een (bij benadering) "natuurlijke" verhouding zoals aanwezig is in het moedermateriaal, zijn in ieder geval geen negatieve of wellicht zelfs positieve effecten op de fauna te verwachten. Doordat er geen snelle

of te sterke pH-stijgingen of verschuivingen in ionenratio's optreden, is het risico op verruiging van de vegetatie naar verwachting verwaarloosbaar. Het kan daarom ook worden toegediend zonder voorafgaand te chopperen of te plaggen. Op papier staat dit natuurlijk heel mooi, maar of steenmeeltoediening in de praktijk ook echt werkt als effectieve maatregel tegen bodemverzuuring is nooit goed onderzocht.

Veldexperimenten

Bijna vier jaar geleden is daarom onderzoek gestart naar de toediening van steenmeel in verzuurd, droog heischraal grasland in Noord-Brabant (Loonsche heide, Huis ter Heide, Natuurmonumenten) en in Gelderland (het Nationale Park de Hoge Veluwe). Het onderzoek, betaald door de twee provincies, betrof een kleinschalig experiment in Noord-Brabant (proefvlakken van 25 m² met vijf herhalingen) en een grootschalige studie met 1 ha-proefvelden in Gelderland (drie herhalingen). De proefvlakken en -velden kregen in het najaar van 2016 of begin 2017 het steenmeel toegediend (foto 2). In Noord-Brabant zijn de volgende steenmeelbehandelingen uitgetest: 10 ton Soilfeed per ha of 15 ton Italiaans steenmeel ("Lapillo-Terra") per ha. Het steenmeel Soilfeed is qua mineralogie goed geschikt voor de Nederlandse zandgronden, terwijl het Italiaanse steenmeelmengsel in samenstelling lijkt op het commercieel verkrijgbare Eifelgold, maar duidelijk meer

kalium bevat. De maling van dit steenmeel was echter wat grover, waardoor besloten is om 50% meer van dit steenmeel per ha toe te dienen. Deze doses van 10-15 ton zijn min of meer voldoende om de hoeveelheid extra verdwenen mineralen door antropogene verzuring te compenseren. Gebaseerd op de hoeveelheid bodemmineralen die na de laatste ijstijd is verdwenen, is experimenteel ook een zeer hoge gift Soilfeed (60 ton/ha) gegeven. Uiteraard waren er ook proefvlakken die ter controle niet werden behandeld met steenmeel.

Op de Hoge Veluwe werden gepaarde proefvelden van 1 ha geselecteerd, na uitvoering van vooronderzoek, in verzuurd heischraal grasland (foto 3). Daarnaast werd dit binnen het park ook uitgevoerd in een aantal andere habitattypen, waarvan wij ter vergelijking hier de resultaten van droge heide (H4030) ook zullen behandelen. Van elk van de gepaarde proefvelden werd één veld behandeld met 10 ton Soilfeed/ha, terwijl de andere onbehandeld bleef. In beide experimenten werd de bodemchemie (0-10 cm) vastgelegd vóór toediening van steenmeel (t=0), en in het eerste (t=1, 2017) en derde effectjaar (t=3, 2019). Door de extreme droogte van 2018 zijn de resultaten van dat jaar hier niet verder opgenomen.

Bodembuffering en pH

Voor het toedienen van steenmeel was in beide experimenten de pH_{NaCl} van de bodem laag voor



foto: loost Vogels



foto Friso van der Zee

Foto's 2a (boven). Steenmeel werd in het Nationale Park de Hoge Veluwe vanwege de grootte van de proefvelden (1 ha) machinaal opgebracht in najaar 2016. Rechts een volle laadbak met Soilfeed.

Foto 2b (links). Steenmeel werd in Noord-Brabant (Loonsche heide) met de hand opgebracht, op de voorgrond een met steenmeel behandeld proefvlak met 10 ton Soilfeed per ha en daar achter een proefvlak met 60 ton Soilfeed per ha.



foto Roland Bobbink



foto Friso van der Zee

Foto 3a. Beeld van verzuurd heischraalgrasland met zeer veel bochtige sme (*Deschampsia flexuosa*), waar al of niet steenmeel is toegediend (Braamsveld, NP Hoge Veluwe) (foto Roland Bobbink).

Foto 3b. Beeld van de soortenarme graslandvegetatie in Huis ter Heide, met veel gewoon struisgras (*Agrostis capillaris*) (foto Friso van der Zee).

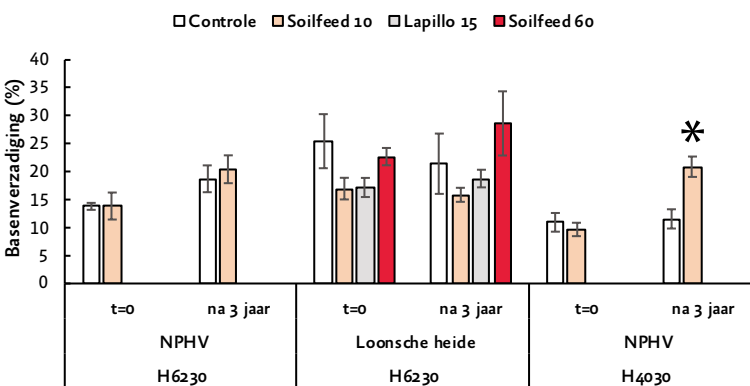
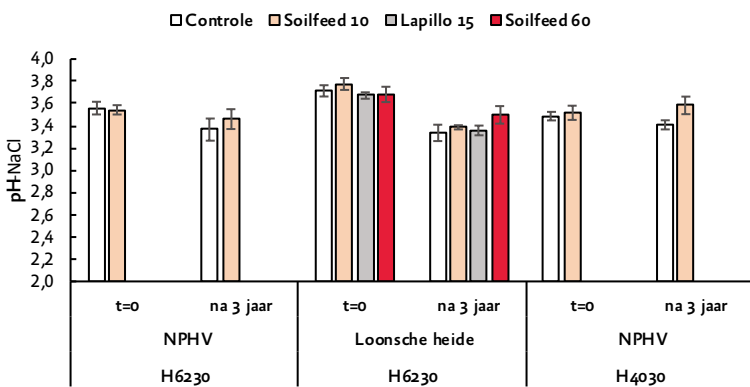
heischraal grasland (pH 3,5-3,7). In de driejarige onderzoeksperiode werd de pH in zijn geheel niet beïnvloed door toediening van steenmeel (10-15 ton/ha). Ook in de droge heide op de Hoge Veluwe veranderde de bodem-pH niet na 10 ton Soilfeed per ha (figuur 1).

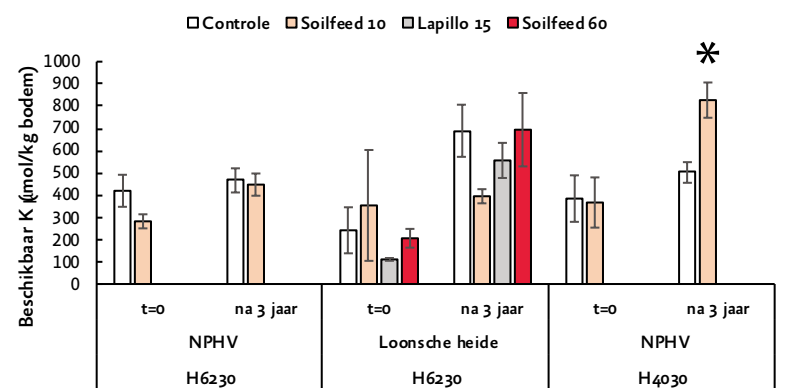
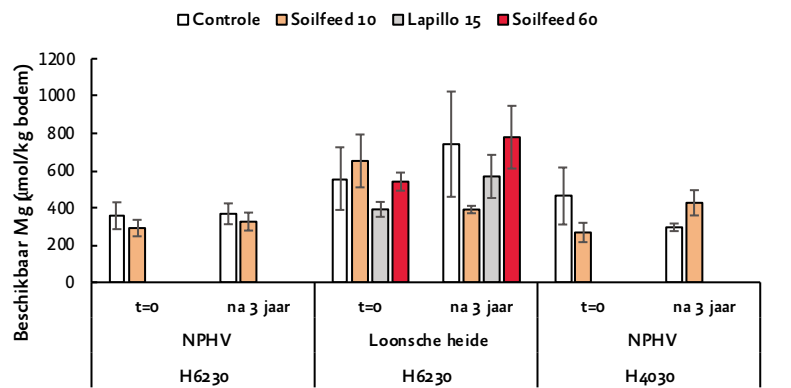
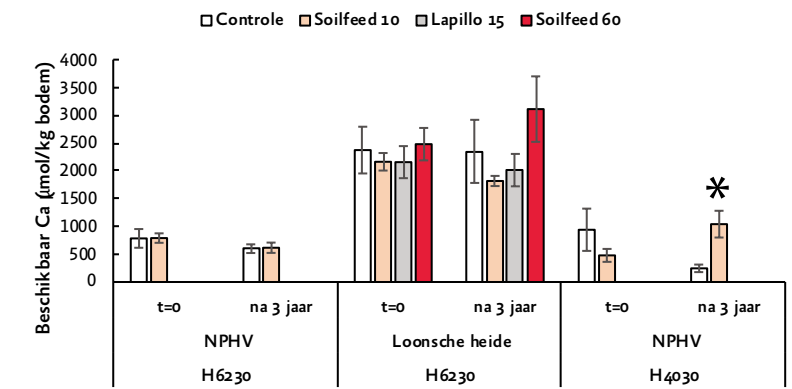
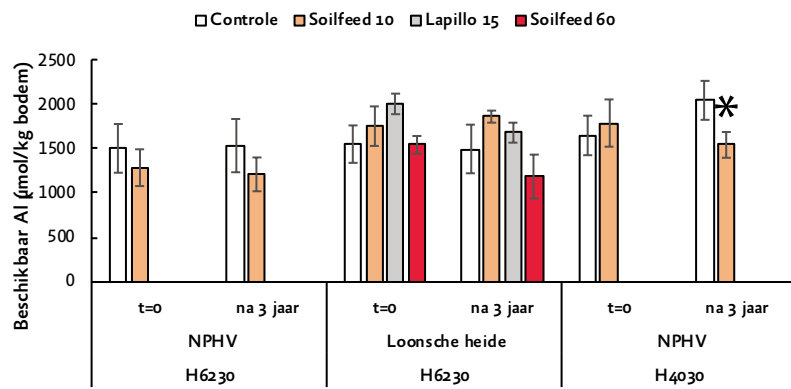
Dat de geselecteerde droge heischrale graslanden duidelijk zijn verzuurd, blijkt uit de voor heischrale graslanden erg lage basenverzadiging van 15-25%, terwijl in goed-ontwikkelde situaties dit (ruim) meer is dan 35%. Helaas werd op de Loonsche heide als de Hoge Veluwe geen enkel effect van steenmeeltoediening op de basenverzadiging van de bovenste bodemlaag gemeten, zelfs niet bij een gift van 60 ton Soilfeed/ha. Dit in tegenstelling tot de toediening van 10 ton Soilfeed/ha in droge heide waar de basenverzadiging met bijna 10% toenam vergeleken met de onbehandelde droge heide (figuur 1). Dit significante effect op de basenverzadiging werd ook gevonden in het derde groeiseizoen in andere habitattypen waar de effectiviteit van steenmeel is onderzocht, zoals in droge loofbossen met zomereik en in vochtige heide.

Nutriënten in bodem

Door versnelde bodemverzuring daalt de plantbeschikbaarheid van basische kationen – belangrijke nutriënten voor plantengroei – in de bodem en stijgt beschikbaar aluminium, dat toxisch is voor gevoelige heischrale soorten. Met de steenmeeltoediening wilden we de beschikbaarheid van deze basische kationen ophogen en liefst ook het aluminium verlagen. Echter, in beide driejarige experimenten is geen enkel significant effect van steenmeeltoediening gevonden op plantbeschikbare concentraties van calcium, kalium en magnesium, vergeleken met de onbehandelde proefvlakken en -velden. Dit terwijl toediening van 10 ton Soilfeed/ha in de droge heide op de Veluwe wel degelijk tot een flinke verbetering van de beschikbaarheid van calcium en kalium leidde (figuur 2). Ook de aluminiumconcentratie veranderde niet significant in de bodem van de twee onderzochte verzuurde heischrale graslanden na toediening van verschillende soorten en hoeveelheden steenmeel. Dit terwijl in droge heide al wel een beginnende daling werd gevonden door 10 ton Soilfeed (figuur 2). Ook vonden we geen veranderingen voor beschikbaar ammonium, nitraat of fosfor. Dit laatst is in overeenstemming met de uitkomsten van toediening van deze typen steenmeel in andere vegetatietypen. Verder vonden we na drie groeiseizoenen geen positieve effecten – maar ook geen negatieve – in vegetatiesamenstelling van beide terreinen. Een sprankje hoop was het nieuw verschijnen van tormentil en mannetjesereprijs op een met steenmeel behandeld proefvak in Huis ter Heide in 2018. Dit zijn kenmerkende soorten van heischraal grasland. Hoewel het nog slechts enkele plantjes betrof, zou dit kunnen duiden op een eerste positief effect van het opbrengen van steenmeel op de vegetatiesamenstelling. In 2019 hadden deze zich nog niet verder verspreid. Door de grootte van de proefvlakken of -velden konden we de effecten van steenmeel op de

Figuur 1. pH-NaCl en basenverzadiging (%) (via SrCl₂-extractie) in de toplaag van de bodem (gemiddelde ± standaardfout). Aangegeven zijn van links naar rechts: de uitkomsten voor heischraal grasland (H6230) in NP de Hoge Veluwe, Loonsche heide en voor droge heide (H4030) in NP de Hoge Veluwe. Gegeven zijn de waarden voor de start van de experimenten (t=0) en aan het eind van het derde jaar. Het sterretje geeft aan of de behandeling significant afwijkt van de onbehandelde controle.





Figuur 2. Concentratie van plantbeschikbaar calcium, kalium, magnesium en aluminium (gemiddelde ± standaardfout) in µmol/kg droge bodem na NaCl-extractie. Aangegeven zijn van links naar rechts: de uitkomsten voor heischraal grasland (H6230) in NP de Hoge Veluwe, Loonsche heide en voor droge heide (H4030) in NP de Hoge Veluwe. Gegeven zijn de waarden voor de start van de experimenten en aan het eind van het derde jaar. Het sterretje geeft aan of de behandeling significant afwijkt van de onbehandelde controle.

sultaten maken echter eens te meer duidelijk dat herstel van aangetaste natuur maatwerk is, en dat maatregelen bewezen effectief (“evidence-based”) moeten zijn om ze met vertrouwen te kunnen toepassen. Bovendien blijkt eens te meer dat zelfs als een maatregel “bewezen effectief” in het ene habitattypen is, dit niet betekent dat het in een ander habitattypen dus ook effectief zal zijn.

Kalkgift?

Voor het herstel van droge heischrale graslanden, waarbij de herstelmaatregel op korte termijn werkzaam moet zijn, bijvoorbeeld voor de redding van nog aanwezige restpopulaties, betekent dit dat het beheer moet terugvallen op eerdere, voor dit habitattypen wel bewezen effectieve maatregelen. Dit is vooral de toepassing van kalk of dolomietkalk (ca. 2 ton/ha) met, indien nodig, aanvulling van missend kalium. Dit kan, vooral na afschrapen van de eventueel aanwezige vervilte laag, de pH en basenverzadiging langdurig op orde brengen. Daarbij is het slim om snel veldproeven te starten in enkele ernstig verzuurde droge heischrale graslanden om op praktijkschaal te testen of deze wijze van herstel van de basenvoorziening ook werkt zonder afschrapen of ondiep pluggen. We denken van wel, zoals bleek in OBN-onderzoeken naar alternatieven voor pluggen in vochtige heide en dolokalk-toepassingen in ongeplagde droge heide. Maar experimenten moeten zekerheid bieden. Uit het huidige onderzoek is gebleken dat steenmeel niet effectief is in heischraal grasland, maar wel in droge heide. We moeten hierbij wel beseffen dat er alleen nog maar gegevens zijn van de eerste drie jaren. Wellicht verdwijnt op langere termijn dit verschil in werkzaamheid. Vervolgme-

tingen, óók in heischraal grasland, zullen hierover in de toekomst uitslag moeten geven.

Tenslotte, in het Nederlandse zandgebied is de atmosferische stikstofdepositie nog steeds flink hoger dan de kritische depositiewaarde van droge heischrale graslanden. Dit betekent dat de verslechtering van dit prioritair Natura 2000-habitat nog steeds doorgaat. Daarom zijn zowel een reductie van de stikstofdepositie binnen vijf tot tien jaar tot onder de kritische depositiewaarde, als de bewezen effectieve herstelmaatregelen om het aangetaste systeem weer op orde te brengen, cruciaal om op termijn deze pareltjes van het heidelandschap weer te doen opbloeien.<

r.bobbink@b-ware.eu

Het behoud en herstel van heischrale graslanden staat volop in de aandacht met een landelijk actieplan voor dit prioritair habitattypen. Mei 2020 is een informatieve brochure in het kader van OBN verschenen met de titel “Meer soorten op de hei: redt het heischrale grasland”. In de brochure staat een overzicht van de heischrale graslanden in Nederland met veel informatie voor de beheerders. Ook staat er een overzicht in van onlangs verschenen publicaties over dit onderwerp. Publicaties en brochure zijn te downloaden op de OBN-website (www.natuurkennis.nl/publicaties/droog-zandland-schap/).

faunadichtheid alleen onderzoeken in het experiment op de Hoge Veluwe. Toediening van steenmeel gaf hier nog geen significante verandering te zien, terwijl in het nabijgelegen stuifzand habitattypen wel een significante toename werd gemeten in de steenmeelbehandelingen.

Implicaties voor de nabije toekomst

Uit de resultaten van deze twee veldexperimenten blijkt dat steenmeel niet zo maar een tovermiddel is tegen verzuring. Mogelijk is de onderzoekstermijn te kort om de eerste signalen van verbetering te zien, en kan aanvullende monitoring van de onderzoeksvelden uitkomst bieden. Maar op grond van de resultaten concluderen wij voorlopig dat de gebruikte soorten steenmeel in elk geval niet effectief zijn als korte termijn herstelmaatregel voor heischraal grasland. Waardoor dit precies komt, is onduidelijk. Een mogelijke verklaring is dat een andere microbiële samenstelling in de bodem van heischrale graslanden, met relatief meer bacteriën en minder schimmels, de verwerking van toegevoegde silicaatmineralen minder snel laat verlopen. Nader onderzoek moet hier meer inzicht over geven. De onderzoeksre-