

Steenmeel voor bodemvruchtbaarheid en klimaatdoelstellingen landbouw

Herwaardering van een vergeten bodemverbeteraar

Nieuwe ideeën brengen mensen op de been. Vanuit verschillende invalshoeken zijn we bezig steenmelen toe te passen op bodems: om bodems vruchtbaarder te maken, om klimaatdoelstellingen van de agrarische sector te behalen, en om ontwikkelingslanden meer mogelijkheden te geven om eigen grondstoffen te gebruiken. De zoektocht naar geschikte steenmelen vraagt inbreng van verschillende partijen.

Door: René Rietra, Martin van Beusekom en Huig Bergsma

Over de auteurs:

Dr. Ir. R.P.J.J. Rietra is onderzoeker bij Wageningen Universiteit en Researchcentre, Alterra.
Ir. M. van Beusekom is medewerker bij MetaMeta, Den Bosch.
Drs. H. Bergsma is senior geochemicus bij Arcadis, Apeldoorn
Contactgegevens: rene.rietra@wur.nl, mvanbeusekom@metameta.nl, huig.bergsma@arcadis.nl

Om aan de voedselvraag van een groeiende wereldbevolking te voldoen moeten bodems vruchtbaar zijn. De vruchtbaarheid kan verhoogd worden met meststoffen. De hoeveelheid fosfor en kalium en fossiele energie om kunstmest te produceren is echter beperkt en afnemend. Hierdoor groeit de noodzaak om overall, maar vooral in ontwikkelingslanden, de bodemvruchtbaarheid op een andere manier te verbeteren. In Nederland bestaat daarbij de wens om in de landbouw een lagere uitstoot van broeikasgassen en een kleinere belasting van het oppervlaktewater met meststoffen te realiseren. Steenmeelbemesting kan langs verschillende wegen een antwoord zijn bij deze vraagstukken. De natuurlijke minerale bodemvruchtbaarheid is immers zelf al een product van het klimaat en de verwerking van gesteenten.

Zoektocht naar geschikte steenmelen kan beginnen

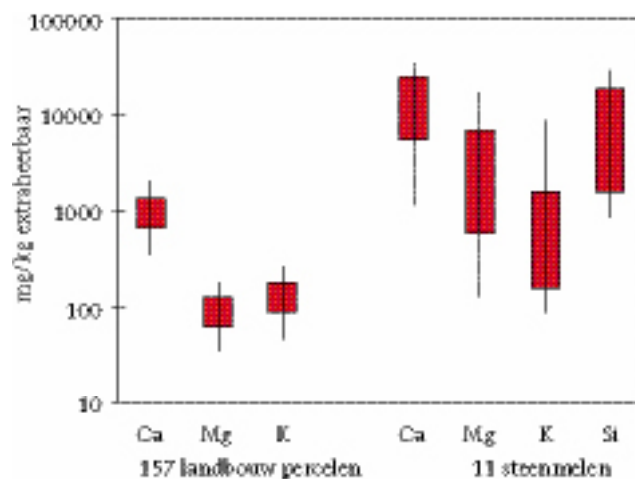
WERKING

Verwerking van o.a. silicaatmineralen waarbij nutriënten vrijkomen zorgt voor de basale vruchtbaarheid van de bodem. Deze mineralen verdwijnen langzaam uit de bodem, maar kunnen met steenmeel aangevuld worden. Steenmeel bestaat uit verschillende mineralen met verschillende verwerkingssnelheden. Op basis van een mineralogische en chemische analyse van een steenmeel kun

je kwalitatief een uitspraak doen over de verwachte nutriëntlevering. Dit is kwantitatief ingewikkeld, omdat de mineralen in het steenmeel qua afbraaksnelheid verschillend reageren op pH, redoxpotentiaal en bodemleven. Op dit moment zijn er geen beproefde methoden om steenmelen te karakteriseren op hun effect in de bodem. De oplosbaarheid en beschikbaarheid van nutriënten uit steenmeel kan ruw geschat worden met behulp van extracties, maar het uiteindelijke effect op bodem en gewasproductie is nog onderwerp van onderzoek. Figuur 1 laat duidelijk zien dat de geselecteerde steenmelen veel hogere gehalten aan zuur-extraheerbare (zgn. beschikbare) nutriënten hebben dan landbouwbodems.

HUIDIG EN HISTORISCH GEBRUIK

Verschiede steenmelen worden in de landbouwsector al verkocht als bodemverbeteraar, strooimiddel in stallen, toevoeging in veevoer en emissiebeperkend middel in dierlijke mest (produc-



FIGUUR 1 BOXPLOT MET GEHALTE AAN VOOR DE PLANT POTENTIEEL BESCHIKBARE NUTRIËNTEN IN BEMESTE NEDERLANDSE ZANDGRONDEN EN STEENMELEN. BEPAALD VIA 0,43 M HNO₃ EXTRACTIE (PLOTS GEVEN DE 5, 25, 75 EN 95 PERCENTIELWAARDEN).



ten: Vulkamin, Eifelgold, Lava3, Bio-lit, Rockdust). In tuincentra ligt het in de schappen als algemene bodemverbeteraar, tegen slemp in tuinen met komkleigronden en om gewassen sterker en weerbaarder te maken. Steenmeel is toegestaan in de biologische landbouw en daarom al langer bekend.¹ Petrologisch variëren de aangeboden steenmelen van basalt, diabaa, syeniet tot fonoliet. Relevante mineralen in voor steenmeel geschikte gesteenten zijn olivijn, glauconiet, mica, leuciet, plagioklaas, zeoliet en nefelien.

Er was veel enthousiasme in de jaren dertig voor steenmeelbemesting met basaltmelen in Duitsland. Proeven resulteerden echter niet in eenduidige resultaten en de opkomst van kunstmest zorgde ervoor dat de interesse in steenmeel verdween. Hernieuwde belangstelling ontstond in de jaren vijftig in de USA en Nieuw Zeeland voor magnesiumbemesting met steenmeel van olivijn of serpentijn.² Recentelijk is er veel interesse voor kaliumhoudende steenmelen die bijvoorbeeld mica of kaliveldspaat^{3,4} bevatten, of het gebruik van steenmeel voor siliciumbemesting.⁵ Hoewel silicium formeel geen nutriënt is, beschermt het verschillende gewassen tegen diverse ziekten en tegen stress bij droogte. Diverse steenmelen kunnen de siliciumopname in planten verhogen. In al deze gevallen blijken specifieke steenmelen *slow-release* meststoffen te zijn voor de genoemde nutriënten. Dit is in veel landbouwkundige omstandigheden gunstig, vooral bij de bemesting van meerjarige gewassen en op uitspoelingsgevoelige bodems.

Fijngemalen steenmeel wordt ook aangeboden als strooimiddel in ligboxen en om direct toe te voegen aan dierlijke mest. In aerobe mest met steenmeel zou de ammonia-emissie verminderd kunnen worden door gunstige omstandigheden voor micro-organismen of directe binding. Een pilotexperiment bij Alterra (WUR) laat vooralsnog geen significante effecten zien. Fijngemalen steenmeel wordt daarnaast ook wel toegevoegd aan diervoeders. Het zou de darmflora van runderen gunstig beïnvloeden. Onderzoeksgegevens hierover zijn nog beperkt.

PRODUCTIE VAN STEENMELEN ALS HOOFD- EN BIJPRODUCT

De huidige steenmelen zijn in de meeste gevallen de hoofdproducten uit kleine mijnen. Interessant zijn de steenmelen die vrijkomen als bijproduct van de mijnbouw van economische waardevolle mineralen. Zo komt een kaliumrijk bijproduct vrij bij de winning van nefelien syeniet (product voor glas, verf en plastic) in Noorwegen. Ook bijproducten die te fijn zijn om als zand of constructiemateriaal te worden verkocht kunnen als bodemverbeteraar dienen. Omdat deze stromen bij de productie van andere industriële mineralen al in fijne vorm ontstaan, is de verdere verwerking tot steenmeel energetisch voordelig ten opzichte van "nieuwe" winning. Bij deze natuurlijke gesteenten kunnen inci-

denteel verhoogde gehalten aan zware metalen voorkomen. De normen voor deze contaminanten in meststoffen dienen niet te worden overschreden.

DUURZAAMHEID

Steenmeel blijkt andere duurzaamheidsaspecten te hebben dan die van industriële meststoffen. De productie van kaliumhoudend steenmeel bijvoorbeeld kost minder energie per kg kalium dan de productie van kaliumkunstmest (scheiding van KCl van NaCl). Dit komt bij een gemiddeld kaliumgebruik op landbouwbodems neer op $1 \text{ g CO}_2 \text{ per m}^{-2} \text{ j}^{-1}$.⁶ De toepassing van steenmeel in plaats van kalk (CaCO_3) vermindert de CO_2 emissie, en kan zelfs CO_2 vastleggen. Dit laatste proces, Enhanced weathering is bekend van emeritus hoogleraar Olaf Schuiling: door verwerking van silicaten wordt CO_2 uit de atmosfeer genomen. Door toepassing van steenmeel op land kan dit natuurlijke proces significant versneld worden.^{7,8} Onderzoek hiernaar is schaars. Dat CO_2 inderdaad vastgelegd wordt blijkt uit onderzoek met steenmeel van het mineraal wollastoniet.⁹ De CO_2 vastlegging als bicarbonaat (HCO_3^-) in het grondwater bedroeg $1,1 \text{ C}$ per opgelost Ca ion. Na 10 jaar bleek de vastlegging netto $40 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$, in die periode van tien jaar was dus 400 gram CO_2 per vierkante meter bodem vastgelegd.

Steenmeel doet zijn werk in stal,
mest en in de bodem

Belangrijker is waarschijnlijk de interactie tussen steenmeel en bodemorganische stof (BOS). Ondanks de verhoogde mineralisatie van BOS blijkt uit een lang lopende graslandproef¹⁰ dat door bekalking het BOS toeneemt. Een kalkgift ter behoud van een pH van 7 bleek gedurende 21 jaar te resulteren in een vastlegging van 0,4% extra BOS in 21 jaar, oftewel $439 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ j}^{-1}$ inclusief correctie voor CO_2 uit CaCO_3 . Bij de ontwikkeling van vulkanische bodems wordt ook een versnelde opbouw tot zeer hoge organische stofgehalten waargenomen. Analooq daaraan is dit effect ook bij steenmeel als kalkvervanger te verwachten maar dan zonder de bovengenoemde uitstoot van CO_2 . De vastlegging van CO_2 door met steenmeel gestabiliseerde BOS is een onderzoeksvoorstel van Arcadis, Wageningen UR en de Universiteit van Amsterdam.





De verhoogde koolstofvastlegging bij een hoge bodem-pH past goed bij de wens van de biologische en conventionele landbouw om meer stikstofbindende gewassen te gebruiken in plaats van N-kunstmest. Dergelijke gewassen stellen namelijk hogere eisen aan de pH en de beschikbaarheid van magnesium en kalium. Minder gebruik van kunstmeststikstof leidt daarnaast tot energiebesparing en lagere stikstofemissies naar grond- en oppervlaktewater.

Door de transportkosten wordt kunstmest heel duur in de meer afgelegen gebieden. Dit is met name van belang voor arme landen in Afrika. Ook al mijnen ze zelf kalizouten zoals in Ethiopië, de opwerking ervan geschiedt meestal door grote energiebedrijven in Europa of India.

Rond de Riftvallei echter komen kaliumrijke gesteenten voor die terplekke met bescheiden middelen tot bodemverbeteraar gemalen worden. Steenmeel uit deze kaliumrijke gesteenten blijkt zelfs bij de sterk fluctuerende KCl prijzen concurrerend te zijn. Het landbouwkundig gebruik van deze kaliumrijke steenmelen tezamen met eigen fosfaat en stikstofbindende planten verhoogt in afgelegen Afrikaanse gebieden de economische activiteit en verlaagt de afhankelijkheid van import.

AANBEVELINGEN

Steenmeel is een veelzijdige duurzame bodem- en klimaatverbeteraar, mits de normen voor zware metalen in meststoffen niet worden overschreden. Om steenmeelbemesting in korte tijd grootschalig uit te rollen zijn verschillende partijen nodig. Geologen zijn nodig voor de exploratie, chemici voor de toetsing en de kwantificering van de effecten, agronomen voor het schet-

sen van het economisch potentieel terwijl maatschappelijk ondernemers, NGO's en overheden de verschillende belangen samen zullen brengen.

REFERENTIES

1. Van Eijdsden, W. en J. Bloksma, 1985. *Ekoland Gesteentemeel*, 5(3) 1-11.
2. Hanly, J.A. et al, 2005. Effect of serpentine rock and its acidulated products as magnesium fertilisers for pasture, compared with magnesium oxide and Epsom salts, on a Pumice Soil. 1. Dry matter yield and magnesium uptake. *New Zealand J. of Agricultural Res.* 48, 451-460.
3. Wang, H.Y. et al, 2011. Plants use alternative strategies to utilize nonexchangeable potassium in minerals. *Plant & Soil* 343, 209-220.
4. Bakken A.K., et al, 2000. Crushed rocks and mine tailings applied as K fertilizers on grassland. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 56, 53-57
5. Guntzer, F. et al, 2012. Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 32:201-213
6. Kongshaug, G., 1998. Energy consumption and greenhouse gas emissions in fertilizer production. Presented at FA Technical Conference, Marakesh, Morocco. Hierin staat 0,2 kg CO₂ per kg K₂O. Er is uitgegaan van een gemiddeld K gebruik van 50 kg ha⁻¹ j⁻¹.
7. Köhler, P. et al, 2010. Geoengineering potential of artificially enhanced silicate weathering of olivine. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 207(47) 20228-20233. Een jaarlijks effect van 0,1 a 0,5 Gt C wordt gegeven.
8. Antropogene emissie van broeikasgassen wordt geschat op 7,2 Gt C equivalenten, waarvan 12% van landbouw. Voor het schaalgevoel: geprojecteerd op alle 0,15 miljard km² landbouwgrond is dat 10 g CO₂ eq. m⁻² j⁻¹.
9. MacIntire, W.H. and A.J. Sterges, 1951. Role of solvated silica in promoting migrations of fluorine, phosphorus, and calcium in 10-year rainwater drainage from slagged and wollastonited soils. *Soil Science* 74, 233-247
10. Fornara, D.A. et al, 2011. Increases in soil organic carbon sequestration can reduce the global warming potential of long-term liming to permanent grassland. *Global Change Biology* 17, 1925-1934.