

Toepassen bufferende stoffen

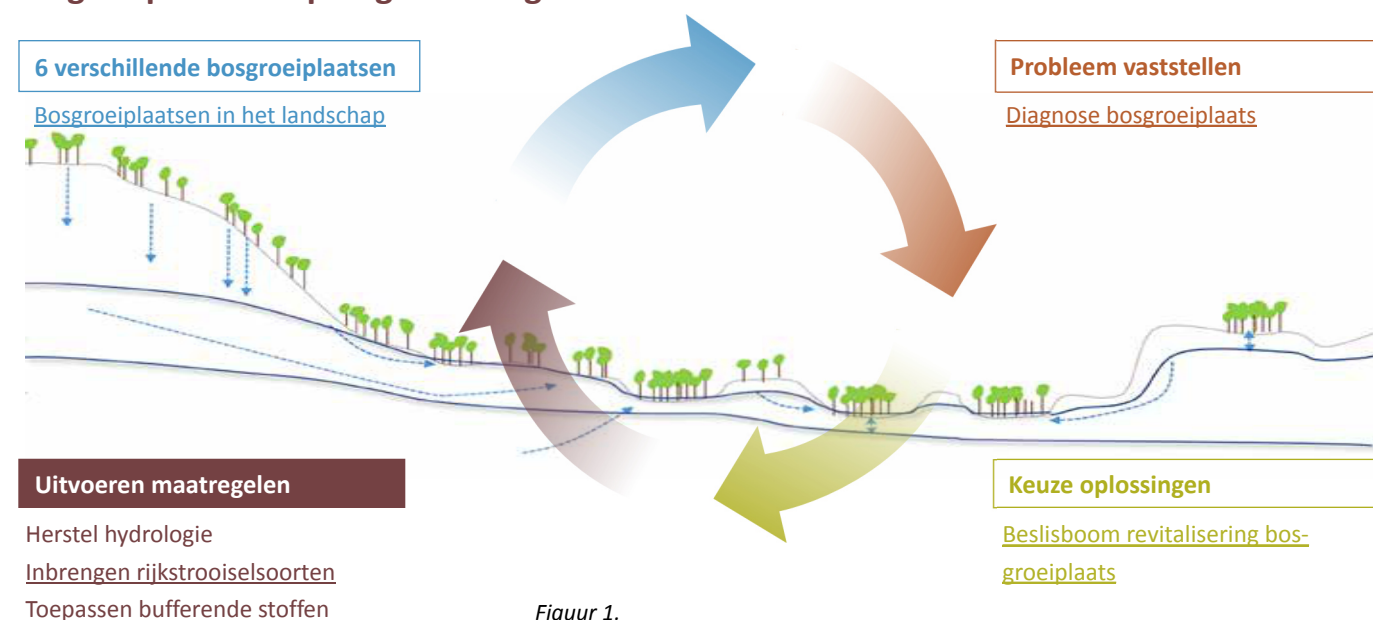


Bosgroepen

Deze folder maakt deel uit van de Bosgroepen reeks 'Naar een gezonde bosgroeiplaats – voor een veerkrachtig bos'. Deze reeks van folders over Bosgroeiplaatsen op hogere zandgronden start met een theoretisch kader over 6 bosgroeiplaatsen in het landschap, gaat in op het vaststellen van problemen op de eigen groeiplaats via een bureaustudie en veldonderzoek, geeft keuzen voor het oplossen van problemen via het doorlopen van de beslisboom revitalisering bosgroeiplaats, en licht de maatregelen herstel hydrologie, inbrengen rijkstrooiselsoorten en toepassen bufferende stoffen toe.

De folder **Toepassen bufferende stoffen** gaat over het bepalen welk type bufferende stof geschikt is voor een bepaalde groeiplaats en in welke hoeveelheden. Daarnaast worden praktische handvatten gegeven voor de uitvoering. Om te constateren óf het aanbrengen van bufferende stoffen zoals steenmeel of kalk overwogen moet worden, is de eerste stap het doorlopen van De Beslisboom revitalisering bosgroeiplaats. Daaruit moet blijken dat er geen andere maatregelen mogelijk zijn die het bufferend vermogen van de bodem voldoende kunnen herstellen.

Bosgroeiplaatsen op hogere zandgronden



Figuur 1.
De folder *Toepassen bufferende stoffen* maakt deel uit van de reeks folders 'Naar een gezonde bosgroeiplaats – voor een veerkrachtig bos'.

■ Toelichting op het gebruik van bufferende stoffen

Bufferende stoffen (zoals steenmeel) kunnen worden toegepast na zorgvuldig onderzoek van de bodemgesteldheid en de ecologische toestand van het betreffende gebied, zie hiervoor de [Beslisboom revitalisering bosgroeiplaats](#). De resultaten van het vooronderzoek worden vergeleken met de meest recente inzichten over de staat van de bodems en de effecten van bufferende stoffen op vergelijkbare bodems. Op grond daarvan wordt bepaald welk type bufferende stof in welke hoeveelheden nodig is (zie fase I t/m V). Bij de toepassing van bufferende stoffen wordt rekening gehouden met de optimalisatie van lokale maar ook landschappelijke biodiversiteit. Het toepassen van bufferende stoffen zoals steenmeel is een relatief nieuwe herstelmaatregel waarvan de effecten op lange termijn nog in onderzoek zijn. Kalk wordt al langere tijd gebruikt maar ook hiervan zijn effecten nog steeds in onderzoek. Toepassing van bufferende stoffen moet dan ook gepaard gaan

met een goede monitoring van de effecten op korte en lange termijn. Er zijn verschillende soorten bufferende stoffen:

- **Steenmeel** is gemalen steen dat wordt uitgestrooid over de verzuurde groeiplaatsen. Door verwerking van het gesteente komen geleidelijk basische kationen calcium, kalium en magnesium vrij waarmee het buffercomplex van de bodem tegen verzuring geleidelijk weer kan worden opgeladen.
- **Kalk** is een snelle bufferende stof, vaak in de vorm van calcium en/of magnesiumcarbonaat. De kationen calcium en magnesium komen snel vrij en de carbonaten bufferen snel het zuur. Kalk bevat echter geen sporenelementen.
- **Schelpengruis** bestaat uit gemalen/gebroken schelpen en bevat veel calcium. Voor vogels blijkt dit type kalk positief uit te werken op de overleving. In tegenstelling tot steenmeel is schelpengruis direct door vogels op te nemen.

Kennis over effecten van steenmeel

Over de effecten van steenmeel is door het Kennisnetwerk OBN in 2019 een veldwerkdag georganiseerd. De conclusie was dat steenmeel potentie heeft als herstelmaatregel. Het toedienen ervan is echter maatwerk en vereist onderzoek. Anno 2025 lopen er veel onderzoeken in Nederland en daarbuiten naar de effecten van steenmeel in o.a. droge eikenbossen, grove dennenbossen en heide. Het onderzoek richt zich op positieve én negatieve effecten van bufferende stoffen, zodat de afweging gemaakt kan worden of en in welke situatie de eventuele negatieve effecten zwaarder wegen dan de positieve effecten. Bosgroep Zuid Nederland onderzocht samen met anderen o.a. naar de effecten van steenmeel op de mycoflora van verzuurde eikenbossen en monitoort de ontwikkeling van bodemchemie, -fauna, boomvitaliteit en vegetatie in grove dennenbossen.



■ Bepalen hoeveelheid en type bufferende stof

Wanneer op basis van de analyse van de bosgroeiplaats besloten is dat het toedienen van bufferende een mogelijk goede maatregel kan zijn, moet een keuze gemaakt worden voor het type en de dosering.

Fase I. Analyse groeiplaats

In deze fase wordt bepaald of het toedienen van bufferende stoffen passend is voor de desbetreffende bosgroeiplaats. Dit sluit aan op de analyse groeiplaats uit de folder [Diagnose bosgroeiplaats](#).

Echter in dit geval sluiten we enkele vegetatietypen/habitats en standplaatsen uit van het toedienen van steenmeel, omdat de werking van kalk en steenmeel hierop nog niet bekend is.

Voor enkele vegetatietypen/habitats is de werking van steenmeel nog onbekend. Dit geldt bijvoorbeeld voor veenbodems, zure vennen, dynamisch stuifzand (stuifzand dat moet kunnen verplaatsen door de wind en nog niet is vastgelegd) en bodems met een zeer waardevolle historische organische humuslaag.

Op dit moment weten we niet of steenmeel of kalk afbreuk doet aan de waarden van deze vegetatietypen/habitats en daarom worden ze uitgesloten van deze herstelmaatregel.

Voormalige landbouwgronden zijn in het verleden bekalkt en bemest waardoor de buffering in de meeste gevallen nog voldoende is.

Of dit op iedere locatie zo is, zal blijken uit het biochemisch onderzoek in fase II.

Fase II. Analyse bodem- en bladchemie

Er zijn verschillende soorten bufferende stoffen. De keuze voor de hoeveelheid wordt bepaald aan de hand van de mate van verzuring en de totale bufferende capaciteit van de bodem en eventueel ook aan de hand van tekorten aan mineralen in de plant. Deze fase is er dan ook op gericht een gedetailleerder beeld van bodem en bos te krijgen.

Voor bossen op zandgronden is het wenselijk dat de pH-H₂O van de bodem hoger is dan 4,2 en de basenverzadiging hoger is dan 25%. Tabel 1 geeft de essentiële en optionele parameters weer voor bodemchemisch onderzoek. Bladchemie kan in deze fase ook onderzocht worden en geeft een idee over mogelijke tekortkomingen. De bomen worden dan gezien als 'bioindicatoren'.

Het aantal te bemonsteren locaties is sterk afhankelijk van de Heterogeniteit en de variatie binnen het bos, maar bedraagt minimaal 1 monsterlocatie per 5 hectare.

Het doel is om een beeld te krijgen van de variatie binnen de groeiplaats. Bemonster daarom juist lagere en hogere delen in het bos en onder verschillende boomsoorten, bijvoorbeeld met rijk of juist zuur strooisel. Een vooronderzoek naar geschikte locaties kan nuttig zijn.

Vervolgens worden op de vastgestelde locaties de volgende bodemlagen bemonsterd:

- Bovenste 30 cm van de minerale ondergrond. De strooisellaag (humus) hoort hier dus niet bij.
- Moedermateriaal op ca. 100 cm diepte. Dit is niet overal nodig, het advies is dit op minimaal twee locaties te doen, en op maximaal 10 procent van het totaal aantal locaties.
- Rijke diepere bodemlagen (tot max. 2m -mv) wanneer men deze tegenkomt (denk aan leembandjes, overstoven A horizonten). Dit is ook niet overal nodig maar het helpt je in het vaststellen of er nog iets in de bodem te halen is wat betreft rijkdom aan kationen.

Bladchemie wordt bepaald in het lab aan verse bladeren. Verzamel van minimaal 1 locatie per 5 hectare bladeren van tenminste 4 bomen. Verzamelperioden voor het blad zijn: juli-augustus voor loofbomen, september-november voor naaldbomen. Verzamel van elke boom min. van 4 verschillende, zonbeschenen takken bladeren en/of naalden. De waarden worden vergeleken met referentiewaarden.

Het vaststellen van de locaties, bemonstering en analyse kan worden uitgevoerd in overleg met de Bosgroepen.

In bodems waar na bodemchemieanalyses blijkt dat de kationen nog in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn in bijvoorbeeld in diepere lagen, kan men overwegen om niet met steenmeel te gaan werken maar met rijkstrooiselsoorten (nutriëntenpomp). Zie hiervoor de folder [Inbrengen rijkstrooiselsoorten](#).

Doel	Essentiële parameters	Optionele parameters
Bodemmonsters		
Inzicht in buffering en mate van verzuring	<ul style="list-style-type: none"> • CEC (Cation Exchange Capacity ofwel buffercapaciteit), de potentie van een bodem om zuren te neutraliseren/bufferen. • Basenverzadiging: de mate waarin de CEC bezet is door basische kationen. • pH (zuurgraad) via een zoutoplossing. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aluminium • Calcium • Magnesium • Kalium • IJzer • Mangaan
Inzicht in trofie (voedselrijkdom)		<ul style="list-style-type: none"> • Mineraal stikstof (ammonium, NH_4^+ en nitraat, NO_3^-) • Olsen-P, de voor planten beschikbare fosfaatvoorraad
Overig	<ul style="list-style-type: none"> • Bulkdichtheid, het gewicht per eenheid, om de data om te kunnen rekenen van massa naar volume. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organische stof gehalte
Bladmonsters		
Inzicht in tekorten aan voedingsstoffen en mineralen	<ul style="list-style-type: none"> • Calcium • Magnesium • Kalium • IJzer • Stikstof en fosfaat • Koolstof 	

Tabel 1. Te onderzoeken parameters om inzicht te krijgen in de bodemchemie van de bosgroeiplaats.

Fase III. Berekenen hoeveelheid en bepalen type steenmeel

De keuze voor het type bufferende stof wordt bepaald door de doelen en de bodem- en/of bladchemie waaruit blijkt welke gebreken er zijn en het doel van de maatregel.

Snelwerkende bufferstoffen

Wanneer men snel (in minder dan 3 jaar) een bufferende, anti-verzurende maatregel beoogd is een lichte bekalking of schelpengruis, of een menging van steenmeel met kalk vaak de betere keuze. Bekalken in te hoge dosis (>3t/ha) wordt vermeden. Bekalking in lagere dosering kan echter wel soelaas bieden in bodems die van zichzelf wat rijker zijn, maar sterk verzuurd. Bij toepassing van kalk is er een risico op overdosering. In bodems die zeer arm zijn aan organisch stof kan dit leiden tot vastlegging van P. In bodems rijker aan organisch stof wordt de afbraak gestimuleerd met verruiging tot gevolg. *Vraag dit na bij de Bosgroepen.*

Trager werkend steenmeel

Steenmeel werkt trager dan kalk en heeft een minder groot effect op de verzuring. Dit is echter wel afhankelijk van de korrelgrootte, het type steenmeel en de dosis. De dosering wordt berekend op basis van de basenverzadiging in de bovenste 30 cm van de bodem. Zoals gezegd, kan steenmeel worden toegediend met een lage dosis kalk of aanvuld met fosforrijk materiaal zoals thomaskali (P en K). De exacte uitwerkingen van mengvormen is nog in onderzoek.

Vanuit duurzaamheidsoogpunt is het goed te weten dat Eifelgold en Vulkamin actief gemijnd worden. Soilfeed is een restproduct van de mijnbouw.

Type steenmeel

De bladchemie toont of er tekorten van een van de volgende elementen zijn: calcium, magnesium, kalium of fosfor. Wanneer men uitsluitend tekorten vindt voor kalium en/of fosfor kiest men voor een steenmeel dat relatief snel kalium en voldoende fosfor kan vrijmaken zoals soilfeed of eifelgold.

Wanneer men calcium en/of magnesium tekorten vindt dan kiest men voor een calcium/magnesium-houdend product zoals eifelgold, actimin of vulcamin. Men kan ook een kalkproduct gebruiken als het alleen calcium en magnesium betreft. Om te voorkomen dat de afgifte van kalk te snel gaat kan men kiezen voor onthardingskorrels vanuit de drinkwatervoorziening of een grove sortering van mergel. Wanneer men zowel calcium, magnesium, kalium en fosfor tekorten heeft dan kiest men voor een mengsel van steenmelen zoals een mengsel van soilfeed en eifelgold of actimin en eifelgold.

Het toedienen van kalk/schelpenkalk of mengvormen van steenmeel met een kalk moeten alleen gedaan worden op bodems waar het risico op de vastlegging van fosfor door kalk minimaal is. Bodems waar dit risico groot is zijn geplagde heidebodems of bodems met een zeer dunne organische laag. Op deze bodems worden traag werkende bufferstoffen geadviseerd.

Wanneer het doel is om de boomgroei en vitaliteit te verbeteren middels een buffergift ten tijde van aanplant dan kiest men het beste voor een bufferstofoediening in het plantgat (1kg/boom) bij zuur-intolerante soorten zoals linde, es, els, veldesdoorn, zoete kers, wilgen en okernoot. Bij overige boomsoorten kan men ervoor kiezen de bufferstof ook oppervlakkig over maaiveld uit te strooien.

Fase IV. Locatieselectie en monitoringsplan

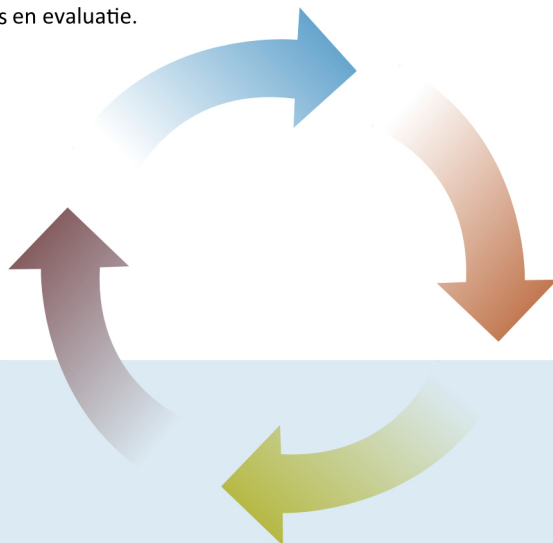
Door terreinbeheerder en experts dient op basis van de resultaten van bureaustudie, veldonderzoek en chemische analyse te worden bepaald op welke locaties bufferende stoffen zullen worden aangebracht. **Laat daarbij een bepaald deel van het bos ook bewust ongemoeid.** Dat kan een bepaald deel van het bos zijn, of stroken tussen de behandelde delen. Hierdoor kunnen de gradiënten in zuurgraad worden versterkt én ontstaan er refugia voor soorten bodemfauna. Dit is gunstig voor de biodiversiteit. Ook spelen praktische zaken een rol: welke delen van het bos zijn goed bereikbaar voor de uitvoering? En welke delen juist niet?

Dit maakt dat beperkt kan worden afgeweken van het advies volgend uit Fase II waarbij de bodemchemie is geanalyseerd.

In deze fase is het ook van belang met de beheerder te verkennen in hoeverre monitoring mogelijk is. Monitoring is noodzakelijk om de langetermijneffecten van bufferende stoffen beter in beeld te krijgen.

Voor een goed monitoringsplan moeten de volgende zaken vastgelegd worden:

- Locaties en grootte van permanente kwadraten (PQ's) die worden gemonitord.
- Wijze van markering van de PQ's en borging, zodat ze langdurig ongestoord blijven en gevolgd kunnen worden.
- Vaststellen van benodigde metingen in samenwerking met Bosgroepen en onderzoeksbureau: bodemchemie van de bovenste 30 cm van de minerale bodem; evt. bladchemie van eik en/of den, vegetatieopname, eventueel bodemleven (schimmels en bacteriën) met DNA, paddenstoelen, fauna, etc. Hierbij wordt nadrukkelijk afstemming/aansluiting gezocht met de reeds lopende monitoring steenmeel in diverse provinciën.
- Frequentie van monitoring;
- Methode van analyse van de data.
- Opslag van gegevens en evaluatie.



Fase V. Oppervlakkig aanbrengen steenmeel

De verspreiding van steenmeel kan op vier verschillende manieren.

De keuze hangt af van een aantal factoren:

- Terreingesteldheid.
- Soort vegetatie.
- Totaal te behandelen oppervlakte.
- Totaal benodigde hoeveelheid steenmeel.
- Afstand van depot tot strooiplekken.
- Bereikbaarheid met zwaar transport.
- Omgeving (stofoverlast, recreatiedruk, vergunningen, tijdperiode).
- Budget.

1. **Handmatig:** alleen uitvoerbaar op kleinschalige locaties. Extreem zwaar en stoffig.
2. **Blazer:** geeft wisselend resultaat, beperkt nauwkeurig.
3. **Trekker met pendel- of centrifugaal-strooier:** veel rijbewegingen, risico op insporing terrein; goede logistieke planning; hinder van regen en wind; alleen in open veld voor een evenwichtig patroon. Hiermee kan 3-4 hectare per dag bestee-meeld worden. Kosten zijn gemiddeld €4.000, - per hectare all-in, bij 10 ton per hectare en voldoende grote oppervlakten (prijsspeil 2025).
4. **Helikopter met strooibak:** extreem goede logistiek noodzakelijk; zeer strenge veiligheidseisen in de lucht en op de grond; depots op max 1 km afstand; hinder van regen en wind; zeer snel en efficiënt. Hiermee kan per dag 10-15 hectare bestee-meeld worden. Kosten bedragen gemiddeld €3.200, - per hectare all-in, bij 10 ton per hectare en voldoende grote oppervlakten (prijsspeil 2025).