

OPLEGNOTITIE

Natuurbegraven in Gelderland Verkennd onderzoek naar effecten op water, bodem en natuur

Datum: 2 november 2017
Opgesteld door: B. van de Riet en P.J. Westendorp
Kwaliteitscontrole: prof. dr. A.J.P. Smolders
Opdrachtgever: Provincie Gelderland

Inleiding

Natuurbegraven is een relatief nieuw fenomeen in Nederland. Er liggen diverse plannen voor de aanleg van natuurbegraafplaatsen, maar er is ook weerstand. Een deel van de weerstand komt voort uit onbekendheid omtrent de effecten van natuurbegraven op natuur en milieu in brede zin. Enkele jaren geleden zijn diverse bureauonderzoeken uitgevoerd (o.a. De Molenaar, 2009). Op basis van de toen beschikbare informatie werd vastgesteld dat de milieueffecten van begraven op een natuurbegraafplaats beperkt zijn, maar dat voor de effecten op de natuur met name de verstoring van de bodem een knelpunt kan vormen. Hoewel deze studies een gedegen overzicht geven van de huidige beschikbare kennis blijkt dat er vrijwel geen onderzoeksgegevens beschikbaar zijn. Hierdoor is er sprake van onzekerheden die zowel door voor- als tegenstanders kunnen worden gebruikt in discussies. Provincies hebben voor de ontwikkeling van beleid behoefte aan meer kennis over de effecten van natuurbegraven op bodem, (grond)water en natuur en milieu. Het Gelderse provinciebestuur heeft daarom besloten om aanvullend onderzoek te laten verrichten naar de gevolgen van natuurbegraven op natuur en milieu in brede zin. Om het onderzoek vorm te geven werden door de provincie diverse onderzoeksvragen opgesteld.

Doel van deze studie

Het doel van deze studie is de onderzoeksvragen van de Provincie Gelderland zo goed mogelijk te beantwoorden op basis van 1) de beschikbare kennis en 2) gericht veldonderzoek, zodat de provincie op basis hiervan haar beleid nader vorm kan geven.

Partners

Het onderzoek is uitgevoerd door een consortium bestaand uit: Biomygreen, KWR, Wageningen University & Research, Stichting Bargerveen, Terra Nostra en Onderzoekcentrum B-WARE.



Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen zijn verdeeld en gespecificeerd onder twee thema's:

1. Effecten van graven en natuurbegraafplaatsen op de bodem, water en natuur;
2. Effecten van graven en natuurbegraafplaatsen op de Veluwe als geheel.

Effecten van graven en natuurbegraafplaatsen op de bodem, water en natuur

- a. Wat is het effect van een graf op de bodem, en dan met name op de bodemstructuur, bodemopbouw en -dichtheid? Hoe lang duurt het voordat de oorspronkelijke bodemtoestand weer is teruggekeerd? Is er een verschil in de mate waarin het effect optreedt en in herstelsnelheid tussen de meest voorkomende bodemtypen op de Veluwe en de Lochemse Berg?
- b. Wat is het effect van een graf op het bodemleven en de vegetatie? Denk hierbij aan effecten op de bodem(micro)fauna, mycorrhizaschimmels, de vegetatie en de interactie hiertussen. Maak hierbij onderscheid in korte en lange termijn.

- c. Wat is het effect van een graf op de vitaliteit van bomen? Denk hierbij onder meer aan het doorgraven van wortels en mogelijke effecten op mycorrhizaschimmels.
- d. Wat is het effect van een graf op de grondwaterkwaliteit ten aanzien van nutriënten en toxische stoffen? Denk aan medicijnresten, amalgaam, e.d.
- e. Wat zijn de verschillen van effecten bij de drie verschillende scenario's (50, 100, 200 graven/ha) ten aanzien van bodem- en grondwaterchemie?

Effect op Veluwe als geheel

- f. Wat is beter voor de natuur als geheel: veel hectares natuurbegraven met lage dichtheden of weinig hectares met hoge dichtheden?
- g. In het huidige beleid zijn grondwaterbeschermingsgebieden uitgesloten voor natuurbegraven. Is dat voldoende om de strategische watervoorraad op de hele Veluwe veilig te stellen? Wat zijn de risico's van natuurbegraven op de functie van de Veluwe als strategische grondwatervoorraad?

Werkwijze

De onderzoeksvragen zijn beantwoord met behulp van a) literatuur, b) expertkennis en c) veldonderzoek. Deze oplegnotitie vat de resultaten van het literatuuronderzoek, aangevuld met expertkennis (tabel 1), samen.

Tabel 1: Overzicht van de onderzoeksvragen, benodigde expertise en organisatie/expert die de onderzoeksvraag beantwoord.

Organisatie	Deskundige	Expertise in dit project
Onderzoekcentrum B-WARE	Prof dr. A.J.P. Smolders	Biogeochemie, bodem- en waterkwaliteit
Wageningen University & Research	Ir. S.P.J. van Delft	Bodemkunde
KWR	Dr. Ir. A. Van Loon	Grondwater, medicijnresiduen
Stichting Bargerveen	Dr. G.J. van Duinen	Bodemfauna
Terra Nostra	Dhr. M. Mol	Bomen
Biomygreen	Dr. Ir. J. Baar	Fijne wortelontwikkeling, bodemleven en mycorrhizaschimmels

Veldonderzoek

Er is tevens veldonderzoek uitgevoerd waarin grondwater- en bodemkwaliteit, bodemleven (mycorrhizaschimmels) en boomvitaliteit werden betrokken. In deze notitie worden de resultaten van het grondwateronderzoek, dat op dit moment nog in uitvoering is, niet beschreven. Deze volgen op een later moment. Voor de precieze werkwijze en de resultaten per deelonderzoek wordt verwezen naar Bijlagen 1 t/m 5.

Onderzoekslocaties

De onderzoeken werden uitgevoerd op verschillende reguliere begraafplaatsen en natuurbegraafplaatsen (tabel 2).

Tabel 2: Overzicht van de onderzoekslocaties

Veldonderzoek	Locaties	Bijzonderheden
Bodemkwaliteit	De Heidepol (Arnhem)	Natuurbegraafplaats sinds 2012 met deelgebieden bos, heide en voormalige landbouwgrond
Bodemkwaliteit	Heiderust (Rheden)	Natuurbegraafplaats sinds 2015 met bos en heide.
Bodemkwaliteit	Ughelen	Mogelijk te ontwikkelen locatie
Mycorrhizaschimmels en vitaliteit bomen	Westerwolde (Assel)	Natuurbegraafplaats in bos. Sinds 1955 in gebruik.

Grondwater	Wenum	Gemeentelijke begraafplaats sinds 1940.
Grondwater	Lambalgen (Scherpenzeel)	Gemeentelijke begraafplaats sinds begin 20 ^e eeuw.
Grondwater	De Elzenhof (Harderwijk)	Gemeentelijke begraafplaats sinds ca. 2003.

Resultaten

In het volgende worden de resultaten besproken aan de hand van de onderzoeksvragen.

Effecten van graven en natuurbegraafplaatsen op de bodem, water en natuur

- a. **Wat is het effect van een graf op de bodem, en dan met name op de bodemstructuur, bodemopbouw en dichtheid? Hoe lang duurt het voordat de oorspronkelijke bodemtoestand weer is teruggekeerd? Is er een verschil in de mate waarin het effect optreedt en in herstelsnelheid tussen de meest voorkomende bodemtypen op de Veluwe en de Lochemse Berg?**

Antwoord

Voor het effect van een graf op de bodem zijn vooral twee aspecten van belang:

1. Het effect op de bodemfysische eigenschappen bodemstructuur en -dichtheid bestaat eruit dat de bodem losser wordt en daarmee beter doorwortelbaar voor bomen. Het effect op de infiltratiesnelheid voor regenwater en daarmee op de uitspoeling van stoffen uit het graf is onduidelijk. Daarvoor is nader veldonderzoek nodig.
2. Het effect op de bodemopbouw is per definitie groot omdat er tot minimaal 1,35 m gegraven wordt. Omdat ongestoorde bodems zeldzaam zijn geworden vertegenwoordigen zij een aardkundige waarde die beschermd dient te worden. De ernst van deze verstoring hangt af van het bodemtype en of de bodem reeds eerder is verstoord door ontginning, bosaanleg of aanleg van infrastructuur.

Voor de meeste bodems betekent diep graven een onherstelbare verstoring waarvan de sporen nog eeuwenlang zichtbaar zullen zijn. De meer oppervlakkige bodemvorming en het humusprofiel zullen in de loop van decennia herstellen. De hersteltijd van niet vergraven bodems en dan met name oude bosgroeiplaatsen (> 100 jaar oud) zal veel langer zijn, als deze zich al kunnen herstellen. Hier is op dit moment onvoldoende informatie over beschikbaar, waardoor geadviseerd wordt juist deze plaatsen te ontzien.

- b. **Wat is het effect van een graf op het bodemleven en de vegetatie? Denk hierbij aan effecten op de bodem(micro)fauna, mycorrhizaschimmels, de vegetatie en de interactie hiertussen. Maak hierbij onderscheid in korte en lange termijn.**
- c. **Wat is het effect van een graf op de vitaliteit van bomen? Denk hierbij onder meer aan het doorgraven van wortels en mogelijke effecten op mycorrhizaschimmels.**

Antwoord

Bodemfauna

Het delven van graven heeft een direct effect op de bodemfauna door het beroeren en samendrukken van de bodem en het verwijderen van de vegetatie. Het directe negatieve effect op de bodemfauna wordt bij de relatief lage dichtheden van graven beoordeeld als gering. Wanneer bij het delven van het graf de bovenste bodemlaag als een plag opzij wordt gezet en na het begraven worden teruggeplaatst, zal het effect nog geringer zijn en de soortensamenstelling van de bodemfauna niet veranderen.

Vanuit het perspectief van biodiversiteit kan het wenselijk zijn binnen een basenarm heide- of bosgebied basen- en voedselrijkere plekken te creëren, omdat deze zorgen voor een hogere soortendiversiteit en biomassa van de fauna. Het naar de oppervlakte brengen van basenrijker bodemmateriaal op natuurbegraafplaatsen kan in dit opzicht positief zijn voor de biodiversiteit. In het geval de bodemchemie van de natuurbegraafplaats al past bij het hier gewenste natuurtype zal

men kiezen voor het terugbrengen van bodemmateriaal in de oorspronkelijke volgorde en het terugplaatsen van de intacte toplaag. In het geval een natuurbegraafplaats ligt op voormalige landbouwgrond zal de basenrijkdom hoog zijn en is het verhogen van de basenrijkdom door het naar de oppervlakte brengen van diepere bodemmateriaal niet aan de orde.

Op basis van expert beoordeling wordt gesteld dat in zandbodems met weinig organisch materiaal en/of een laag leemgehalte het effect van betreding op de ondergronds levende fauna naar verwachting klein zal zijn. Het negatieve effect zal groter zijn in humuspakketten, zoals deze in zure bossen aanwezig zijn en in leemrijkere bodems.

Vegetatie

Het delven van graven kan verschillende effecten hebben op de vegetatie. Het graven zelf zorgt voor verstoring van de bodem en de bestaande vegetatie. Recent is onderzoek uitgevoerd in verschillende terreindelen op natuurbegraafplaats De Heidepol. Het onderzoek is vrij beperkt van omvang om algemene geldende conclusies aan te kunnen verbinden. In geval van de Heidepol zijn er geen significante verschillen in vegetatiesamenstelling als gevolg van het delven van graven. Op de droge zandgronden zijn over het algemeen verzuurde en soortenarme vegetaties aanwezig waar verstoring slechts beperkt of geen negatieve effecten zal hebben. Lokaal kunnen natuurlijk wel soortenrijke en goed ontwikkelde vegetaties voorkomen, welke niet aangetast zouden moeten worden.

Daarnaast kan ook door menging van de bodem van diepe en ondiepe lagen kan de bodemchemie in het wortelmilieu veranderen. Met gerichte maatregelen is dit effect te minimaliseren (bijv. terugstorten van in volgorde van het delven). In bepaalde gevallen kan het echter juist gunstig zijn om bodems te keren (voormalige landbouwgrond met voedselrijke toplaag; of wanneer in een verzuurd milieu een meer gebufferde diepe bodemlaag aan het oppervlak wordt gebracht). In dit laatste geval kunnen specifieke soorten van meer gebufferde, zwak zure omstandigheden profiteren van het 'keren van de bodem'. Per locatie kan het effect van het omhoog brengen van diepere bodems en het vermengen van oppervlakkige bodems met diepere bodems dus verschillen.

Mycorrhizaschimmels en vitaliteit bomen

Waarnemingen aan de wortelontwikkeling en aan mycorrhizaschimmels geven een indicatie over de bodemkwaliteit en de conditie van de bomen. Zo geeft een geringe ontwikkeling van de fijne wortels en mycorrhizaschimmels aan dat het slecht gesteld is met het bodemleven en dat de vitaliteit van de bomen gering is. Het omgekeerde geldt ook. Over de specifieke effecten van natuurbegraven en een graf op de ontwikkeling van boomwortels, mycorrhizaschimmels en bodemleven is weinig in de literatuur bekend. De resultaten van het verkennend veldonderzoek dat is uitgevoerd duiden erop dat de wortelgroei en de vorming van mycorrhizaschimmels zich in meer of mindere mate herstelt na het graven en dichtmaken van een graf.

Het onderzoek is verricht aan wintereiken. Deze bomen zijn representatief voor de bomen, die veel voorkomen op natuurbegraafplaatsen in Gelderland, zoals zomereiken en beuken.

Het bodemleven neemt tijdens de decompositie van een lichaam toe. Mycorrhizaschimmels en boomwortels komen waarschijnlijk slechts in geringe mate in aanraking met metalen en stoffen van houtafwerking, die de bodem intrekken. In geval dit wel zo is, dan leidt dit niet per definitie tot schadelijke effecten bij mycorrhizaschimmels of bomen. Mycorrhizaschimmels kunnen juist de groei van bomen faciliteren bij verhoogde concentraties van metalen, omdat zij voorkomen dat deze door de boomwortels worden opgenomen.

Bodemverdichting als gevolg van paden heeft nauwelijks negatieve effecten op wortelgroei en vorming van mycorrhizaschimmels.

- d. Wat is het effect van een graf op de grondwaterkwaliteit ten aanzien van nutriënten en toxische stoffen? Denk aan medicijnresten, amalgaam, e.d.

Antwoord

Nutriënten

Op basis van beschikbare gegevens uit literatuur en door enkele aannames te doen is een inschatting gemaakt van de invloed van natuurbegraven op nutriënten en zware metalen in grondwater. Op basis hiervan is duidelijk dat de stikstofbelasting van een begraafplaats beduidend lager is dan de belasting uit een even groot landbouwperceel zolang het aantal begravingen lager blijft dan enkele tientallen per hectare per jaar. Pas wanneer er per hectare meer dan 50 begravingen per jaar plaatsvinden wordt de beïnvloeding vergelijkbaar. Dit laatste is een hoog aantal dat waarschijnlijk nooit bereikt zal worden. In het geval er wel uitspoeling zou plaatsvinden dan zijn de effecten die in het grondwater optreden sterk afhankelijk van de kwaliteit van het grondwater. Wanneer de begraafplaats aan de rand van een natuurgebied ligt zal de beïnvloeding minder zijn dan wanneer deze midden in een natuurgebied ligt. Ook moet rekening worden gehouden met de ligging van de begraafplaats. Wanneer deze in het inzigtgebied van een met lokaal grondwater gevoed systeem ligt, kan een zeer lokale verslechtering van de grondwaterkwaliteit leiden tot een verslechtering van dit lokale grondwaterafhankelijke systeem.

Bovenstaande vergelijking van stikstofbelasting uitgedrukt in aantal graven per jaar kan worden uitgedrukt in een dichtheid indien deze afhankelijk wordt gemaakt van de tijd waarin de bepaalde dichtheid wordt bereikt. Wanneer bijvoorbeeld wordt uitgegaan van een maximale dichtheid van 50 graven dan blijft de uitspoeling in kg N per hectare per jaar binnen het bereik dat ook wordt gevonden voor bossen indien deze dichtheid over een periode van tenminste 2,5 jaar wordt bereikt. Wanneer een begraafplaats het maximaal aantal graven over een periode van 5 jaar mag bereiken dan geldt dit voor een dichtheid van 100 graven per hectare. Indien een begraafplaats over een periode van 10 jaar wordt opgevuld dan geldt dit zelfs voor een dichtheid van 200/250 graven per hectare per jaar.

Voor zwavel geldt ook dat wordt ingeschat dat dit alleen tot effecten zal leiden als er per hectare meer dan 50 begravingen per jaar plaatsvinden. Het zwavel dat vrijkomt uit een lichaam komt in eerste instantie vrij als sulfide maar zal snel worden geoxideerd tot sulfaat. Via uitspoeling van nitraat kan indirect ook zwavel worden gemobiliseerd uit de bodem als deze veel pyrietverbindingen bevat.

Voor de overige elementen (kalium, calcium, fosfor, zwavel, zware metalen etc.) geldt dat de hoeveelheden die vrijkomen uit een menselijk lichaam niet kunnen leiden tot een noemenswaardige belasting van het grondwater in die zin dat het leidt tot een significante verhoging van de concentraties die toch al in het grondwater aanwezig zijn.

Het verkennend onderzoek naar grondwaterkwaliteit op reguliere begraafplaatsen (met een hoge graf dichtheid van >1000 graven per hectare) is hiermee in lijn (zie Resultatenoverzicht grondwateronderzoek & bijlage 4). Hoewel op basis van de beperkte set meetresultaten geen harde conclusies kunnen worden getrokken lijkt in ieder geval niet uitgesloten te kunnen worden dat vanuit de onderzochte begraafplaatsen nitraat uitspoelt naar het grondwater. Uitspoeling van fosfor vanuit begraafplaatsen lijkt daarentegen niet plaats te vinden en de concentraties van zware metalen in het grondwater lijken vooral bepaald te worden door lokale geohydrologische en geochemische condities.

Medicijnresten

Voor wat betreft de effecten van (natuur)begraven op het beschikbaar komen van medicijnresiduen en beïnvloeding van grondwater zijn nauwelijks onderzoeksresultaten beschikbaar. Op basis van de beschikbare gegevens en door het hanteren van enkele aannames zijn inschattingen gedaan van de risico's.

De risico's van natuurbegraven op de grondwaterkwaliteit ten aanzien van geneesmiddelen zijn beperkt tot medicijnen die:

- veel worden gebruikt in Nederland door chronisch zieken of in de terminale fase;
- langzaam worden uitgescheiden door het menselijk lichaam (ophopen);
- Mobiel zijn in een bodem-watermilieu;
- Nauwelijks of niet gevoelig zijn voor afbraak in een bodem-watermilieu.

De 10 meest gebruikte medicijnen in Nederland en 5 medicijnen die zijn geselecteerd op basis van expert-kennis blijken niet aan deze vier voorwaarden te voldoen. Op basis van indicatieve, (extreem) worst-case berekeningen voor de geselecteerde medicijnen blijkt dat natuurgraven nauwelijks gevolgen heeft voor de belasting met medicijnen van bestaande grondwaterwinningen en Algemene Strategische Grondwatervoorraden. Voor het minst gunstige middel dat bekeken is, het slaap/kalmeringsmiddel Diazepam, zouden graven van meerdere tientallen (in ieder geval > 60) gebruikers van dit middel op de rand van het grondwaterbeschermingsgebied moeten liggen om op de lange termijn de signaleringswaarde voor deze stof in een representatieve grondwaterwinning te overschrijden. Wij vermoeden dat natuurgraven nauwelijks het grondwater belasten met geneesmiddelen, omdat middelen die langzaam worden uitgescheiden (die organen indringen, en dus vet-oplosbaar zijn), zich nauwelijks verspreiden in een bodem-watermilieu. Dit vermoeden wordt bevestigd door een eenmalige meetronde van 10 medicijnen in het grondwater onder drie reguliere begraafplaatsen (totaal 15 monsters), waaruit bleek dat medicijnen slechts in zeer lage concentraties zijn aangetroffen.

- e. **Wat zijn de verschillen van effecten bij de drie verschillende scenario's (50, 100, 200) ten aanzien van bodem- en grondwaterchemie?**

Antwoord

Op basis van de resultaten tot nu toe is geen onderscheid te maken in deze scenario's. Verder wordt verwezen naar het antwoord onder f.

Effect op Veluwe als geheel

- f. **Wat is beter voor de natuur als geheel: veel hectares natuurbegraven met lage dichtheden of weinig hectares met hoge dichtheden?**

Antwoord

Door lagere dichtheden te hanteren is de verstoring (van bodem, fauna en flora) per oppervlak het minst groot en blijft het risico op een beïnvloeding van het lokale grondwater door uitspoeling van nutriënten en milieuvreemde stoffen klein. Bij een hoge dichtheid op een klein oppervlak beperkt de verstoring zich weliswaar tot een klein oppervlak, maar neemt het risico op een lokale beïnvloeding van het grondwater als gevolg van uitspoeling van met name nitraat toe. Met name wanneer het grondwater een nabijgelegen natuursysteem beïnvloed (kwel), is dit ongewenst. Ook moet hierin worden meegenomen wat de uitgangspositie is van een perceel. De impact van natuurbegraven is groter in gebieden met waardevolle natuur en intacte bodemprofielen, dan in bijvoorbeeld voormalige landbouwpercelen die worden omgevormd tot nieuwe natuur.

Kortom, het optreden van negatieve effecten ten aanzien van de natuur als geheel zullen het kleinst zijn bij het hanteren van lagere graf dichtheden en op percelen met reeds verstoorde bodemprofielen en lage natuurwaardes, zoals voormalige landbouwgronden.

- g. **In het huidige beleid zijn grondwaterbeschermingsgebieden uitgesloten voor natuurbegraven. Is dat voldoende om de strategische watervoorraad op de hele Veluwe veilig te stellen? Wat zijn de risico's van natuurbegraven op de functie van de Veluwe als strategische grondwatervoorraad?**

Antwoord

Uit deze (beperkte) studie blijkt dat natuurbegraven geen risico vormt voor Nationale Strategische Reserve onder de Veluwe, doordat de ouderdom van deze reserve zeer hoog is. Natuurbegraven kan alleen een potentieel risico vormen voor bestaande of toekomstige grondwaterwinningen (Algemene

Strategische Watervoorraden) indien binnen de intrekgebieden zeer grote aantallen (duizenden) graven worden gerealiseerd. Dit bevestigt de conclusie van Molenaar e.a. (2009) dat “over het algemeen van natuurbegraven geen (significante) effecten op de kwaliteit van het grondwater te verwachten zijn, zelfs niet bij 1500 graven per hectare”.

Conclusie

De potentiële negatieve effecten van natuurbegraven op natuur en milieu bestaan uit meerdere componenten. Op basis van deze en eerder uitgevoerde studies lijken de negatieve effecten beperkt. Uitspoeling van nutriënten en milieuvreemde stoffen treedt weliswaar op, maar in vergelijking met andere vormen van landgebruik is dit effect klein en is de kans op verslechtering van de grondwaterkwaliteit minimaal. Alleen bij begraven in hoge aantallen per hectare per jaar, bestaat de kans op een significante belasting van het (lokale) grondwater met nitraat. De effecten op flora en fauna zijn waarschijnlijk ook beperkt en tijdelijk van aard. De verstoring van het bodemprofiel is een negatief effect dat, per definitie, altijd optreedt. De impact hiervan is het grootst in oude onverstoorte bodemprofielen en het kleinst in reeds verstoorte bodems.

Verder zijn er mogelijkheden om de risico's op het optreden van negatieve effecten te verkleinen:

- Gebruik voormalige landbouwgronden en/of percelen die qua bodemprofiel reeds verstoord zijn voor natuurbegraven;
- Hanteer een lage graf dichtheid of in termen van belasting beter geformuleerd een laag aantal begrafenissen per hectare per jaar;
- Kies geschikte locaties op basis van het functioneren van het grondwatersysteem;
- Indien er wel in een natuurterrein begraven wordt, breng dan de top laag weer terug op het graf.

Aanbevelingen

Uit de uitgevoerde literatuurstudie en het beperkte veldonderzoek blijkt dat er nog steeds kennishiaten zijn. In de verschillende deelnotities (Bijlage 1 t/m 5) hebben de betrokken experts aanbevelingen opgenomen die ertoe moeten leiden dat er meer inzicht in de effecten van natuurbegraven komt op basis van gericht veldonderzoek.

Een belangrijke aanbeveling is om na het inmeten van een 0-situatie de effecten van begraven in ruimte en tijd te monitoren.

N.B. Bronverwijzingen zijn opgenomen in de verschillende deelnotities (bijlagen 1 t/m 5).