



Effecten van graven en natuurbegraafplaatsen op de bodem

Bijdrage aan oplegnotitie voor de beantwoording van vragen
over het effect van natuurbegraven door Provincie Gelderland



Wageningen
University & Research

DATUM
22 september 2017

AUTEUR
Ir. S.P.J. van Delft

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
1 Vraagstelling	5
2 Aanpak	5
3 Introductie op het onderwerp	5
4 Beantwoorden van de vraag	7
5 Effecten van graven op de verschillende bodems	9
5.1 Bodemstructuur en -dichtheid	9
5.2 Bodemopbouw	9
5.3 Herstelsnelheid	9
6 Conclusie(s)	10
Literatuurlijst	10

Samenvatting

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 onderzoek 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, maar niet vergraven bodems en zeker oude bosgroeiplaatsen (> 100 jaar) dienen ontzien te worden.

1 Vraagstelling

Vraag 1a: '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.'

2 Aanpak

Voor het beantwoorden van de vraag is vooral uitgegaan van een expert beoordeling, aangevuld met literatuurverwijzingen. Om antwoord te kunnen geven op de vraag of er verschil is tussen de meest voorkomende bodemtypen is eerst voor het onderzoeksgebied nagegaan welke bodems voorkomen en of hierbij een verschil is te verwachten. De te verwachten effecten worden zo nodig per groep bodemtypen besproken.

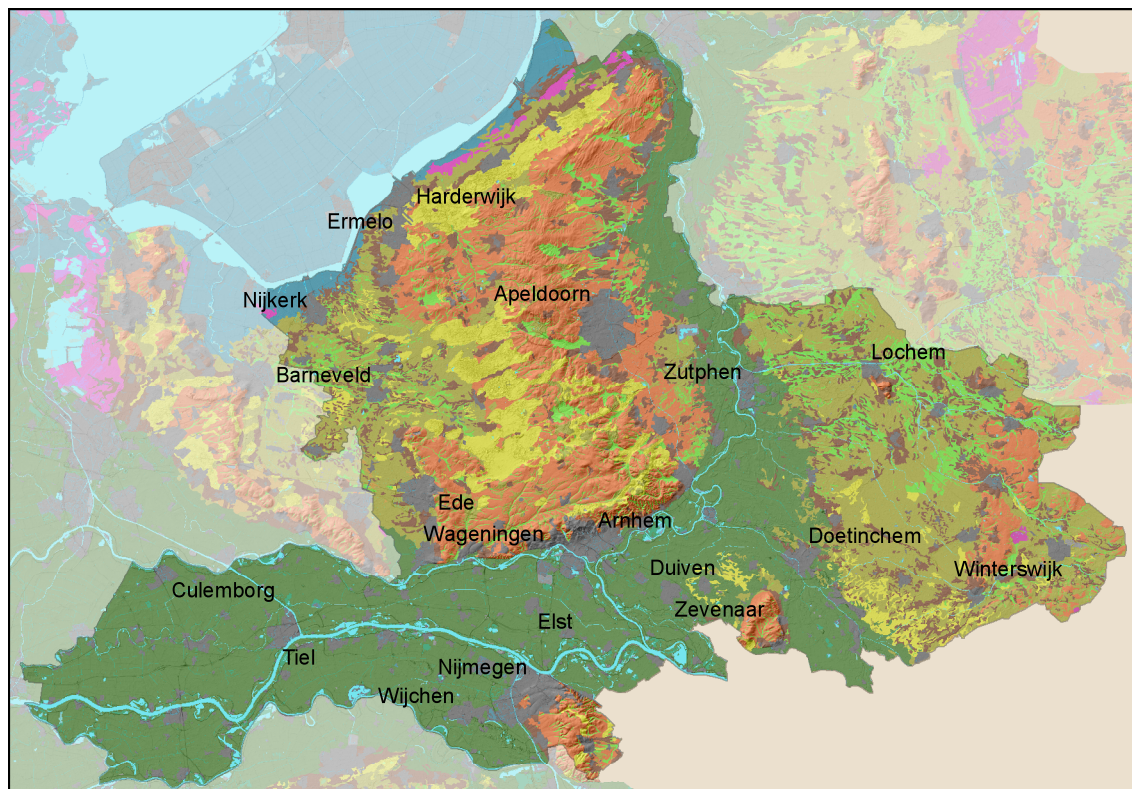


Figuur 0 Ongestoorde bodemprofiel met gelaagdheid door bodemvorming: Humuspodzolgrond (Foto WEnR/Isric).

3 Introductie op het onderwerp

Hierbij kunnen bodemstructuur en –dichtheid beschouwd worden als bodemfysische eigenschappen die bijvoorbeeld van invloed zijn op grondwaterbeweging en de bewortelingsmogelijkheden van bomen en natuurlijke vegetatie. De bodemopbouw betreft de gelaagdheid van de bovenste meter(s) van de bodem als gevolg van de geologische ontstaanswijze en latere bodemvorming (Jongmans et al. 2012, zie ook Figuur 1).

De vraag over de invloed van begraven op de bodem is toegespitst op het effect op bodemstructuur, –dichtheid en opbouw. Samenhangend met de bodemopbouw dient het effect op de 'aardkundige waarden' ook meegewogen te worden. Het gaat hierbij in de eerste plaats om het beschermen van landschapsvormen die te herleiden zijn tot de geologische ontstaanswijze, zoals in stuifzandgebieden en specifieke vormen in de glaciële gebieden (Gongrijp 1996, I&M et al. 2016, Maas et al. 2017). Daarnaast vertegenwoordigen ongestoorde bodemprofielen zoals in Figuur 1 een minder zichtbare maar ook steeds zeldzamere aardkundige waarde in Nederland. Veel gronden zijn in de afgelopen eeuw vergraven bij de ontginning van landbouwgronden, aanleg van bos, diverse bouwactiviteiten en de aanleg van infrastructuur (Brouwer & Van der Werff 2012).



Fysisch-Geografische secties binnen de Hogere zandgronden

- HzG Glaciale gebieden
- HzS Stuifzandgebieden
- HzD Dekzandgebieden
- HzH Hoogvenen
- HzB Beekdalen
- HzO Oude bouwlanden
- Hz Nader te bepalen

Overige Fysisch-Geografische regio's

- Lv Laagveengebieden
- Ri Rivierengebied
- Zk Zeekleigebied

Overig

- W Water
- Be Bebouwing
- NB Niet beoordeeld

Figuur 1 Landschappelijke bodemkaart van Gelderland (bron: Van Delft et al. 2015, Maas et al. in voorbereiding.).

Deze ontstaanswijze van het bodemprofiel wordt bepaald door afzetting van zand, leem en klei door wind, water en/of ijs in het (verre) verleden. In glaciaal beïnvloede gebieden zoals de Veluwe en de Lochemse Berg speelt vooral het opstuwende van oudere afzettingen door landijs tijdens de voorlaatste ijstijd, het Saalien, een grote rol en de verplaatsing van dit materiaal door (smelt)water en wind in de daarop volgende perioden tot nu toe. Hierdoor zijn in deze gebieden vooral zandgronden ontstaan die in min of meerdere mate leem bevatten en uit zowel fijn als grof zand, soms met veel grind kunnen bestaan. In de opgestuwde afzettingen komen ook klei- en leemlagen voor die van grote invloed zijn op de grondwaterstromen. Daarnaast kan door bodemvorming de doorlatendheid voor water beïnvloed worden. De zwarte laag in de bodem van Figuur 1 is ontstaan door neerslag van humus, ijzer en aluminium dat uit de bovenliggende witte laag is opgelost door infiltrerend regenwater. Een dergelijke inspoelingslaag (podzol B-horizont) is minder goed doorlatend voor water dan de boven- en onderliggende lagen.

Om de voorkomende bodems in te delen wordt de benadering van de 'Landschapsleutel' gevolgd, waarbij op basis van de geomorfologische kaart en de bodemkaart een landschapsecologische indeling gemaakt wordt in 'Fysisch-Geografische eenheden' (Kemmers et al. 2011, Van Delft et al. 2015). Met deze indeling worden genoemde kaarten vertaald naar een 'Landschappelijke Bodemkaart' (Maas et al. in voorbereiding. Zie Figuur 1).

4 Beantwoorden van de vraag

De beantwoording van de vraag heeft vooral betrekking op het effect op de bodemopbouw en in algemene zin het effect op bodemstructuur en -dichtheid, ook in het licht van de aardkundige waarde die ongestoorde bodemprofielen vertegenwoordigen. De gevolgen van de veranderde dichtheid op de infiltratiesnelheid van regenwater zijn niet eenduidig. Uit een recent literatuuronderzoek naar het effect van grondbewerking op de waterhuishouding kwam naar voren dat in natte situaties waarschijnlijk sprake is van een toename van de doorlatendheid door vergraving, maar dat in droge situaties niet duidelijk is of de doorlatendheid afneemt of juist toeneemt (Groenendijk et al. 2017). In dit geval gaat het niet alleen om het graven, maar ook om het toevoegen van een lichaam. Het is aannemelijk dat het graven van een graf van invloed zal zijn op de manier waarop regenwater infiltreert, maar niet op welke manier en in welke mate. Om hier meer inzicht in te krijgen wordt voorgesteld een proef te doen:

- Meten waterretentie en doorlatendheid in ongestoorde grond
- Meten waterretentie en doorlatendheid in gestoorde grond
- Gebruik 2D of 3D model om schematische te laten zien wat het effect kan zijn van een gestoord stukje grond in een groter ongestoord geheel
- Hoe wordt hier het effect van het toevoegen van een lichaam in meegenomen? Op de lange termijn is dat misschien minder relevant (zou moeten blijken), maar op de korte termijn in ieder geval.

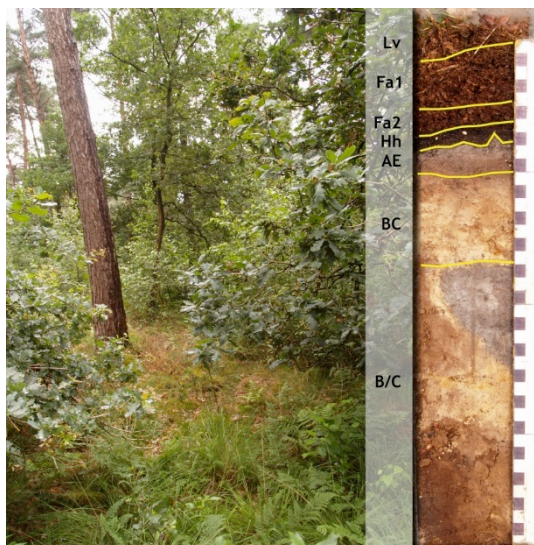
De bodems die op de Veluwe en de Lochemse Berg voorkomen en in aanmerking komen voor natuurbegraven zijn droge zandgronden binnen de Fysisch-Geografische secties '*Glaciale gebieden*', '*Stuifzandgebieden*', '*Oude bouwlanden*' en de drogere delen van '*Dekzandgebieden*' (Figuur 1). De '*Beekdalen*' die op de Veluwe ook wel onderscheiden worden en de lagere delen van de '*Dekzandgebieden*' zijn hiervoor te nat omdat de onderkant van het graf minimaal 1,35 m diep moet zijn en niet in contact mag komen met de hoogste grondwaterstanden (Molenaar et al. 2009, Vroon & Brouwer 2014).

Deze groepen verschillen in ontstaanswijze, ouderdom en in een aantal kenmerken (o.a. structuur, opbouw en dichtheid) die van invloed zijn op de infiltratiesnelheid van regenwater en de bewortelbaarheid voor bomen en korte vegetaties. Omdat het effect op de infiltratiesnelheid niet goed te beoordelen is, wordt daar in deze notitie niet verder op ingegaan.

In de glaciale gebieden en dekzandgebieden zijn door langdurige bodemvorming (gedurende eeuwen) podzolgronden ontstaan, waarbij onderscheid gemaakt kan worden tussen humuspodzolgronden (Figuur 1) en moderpodzolgronden waarbij de uitspoeling minder extreem is en de humus vooral door het profiel verplaatst is door bodemdieren en door afbraak van afgestorven boomwortels (Figuur 3, zie Jongmans et al. 2012). De eerste groep bevindt zich vooral in dekzand, de tweede vooral in glaciale afzettingen. Door de sterkere gelaagdheid in de humuspodzolgronden hebben de wortels meer moeite om in de bodem te dringen dan bij moderpodzolgronden. Om die reden zijn deze bodems bij bosaanleg in de eerste helft van de vorige eeuw soms diep gespit (40 – 100 cm), om de grond los te maken en de bewortelingsmogelijkheden te vergroten. Daarbij is de oorspronkelijke gelaagdheid verloren gegaan, hoewel in het verwerkte profiel vaak ook alweer een begin van bodemvorming zichtbaar is (Figuur 4).



Figuur 1 Ongestoord bodemprofiel in glaciale afzettingen bij Doorwerth: Moderpodzolgrond (Foto Rolf Kemmers/Bas van Delft).



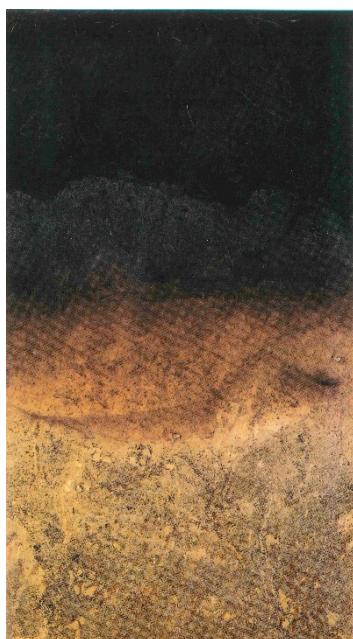
Figuur 1 Verwerkte veldpodzolgrond in dekzand met bovenin nieuwe bodemvorming (AE en BC horizont). Voor uitleg zie Figuur 1 (Foto Bas van Delft).



Figuur 1 Niet vergraven bodemprofiel in stuifzand onder dennenbos. De gele lijntjes geven de overgangen aan tussen horizonen (lagen), de letters de codes waarmee de horizonen worden aangeduid (zie voor verklaring Van Delft et al 2006). De AE- en BC-horizont wijzen op beginnende bodemvorming. Maatblokjes rechts, één blokje = 1 cm (Foto Bas van Delft).

De bodems in stuifzandgebieden zijn veel jonger omdat in de meeste van deze gebieden tot ver in de 20^e eeuw nog actieve verstuiving plaatsvond en dat lokaal nog steeds gebeurt. Vanwege het ontbreken van diepere bodemvorming worden deze bodems aangeduid als 'vaaggronden' en bestaan de bovenste 0,5 à 2 meter uit zand zonder duidelijke uitspoelings- of inspoelingsverschijnselen. Wel wordt in stuifzandgronden waar het stuiven meerdere decennia geleden is gestopt, bijvoorbeeld door bebossing, een begin van bodemvorming (micropodzol) gevonden die op de langere termijn zal door ontwikkelen tot een humuspodzolgrond (zie Figuur 5). Omdat het stuifzand relatief kort geleden door de wind verplaatst is en vaak ook een klein beetje humus bevat heeft het een losse 'pakking' waardoor de bewortelbaarheid groter is dan bij de podzolgronden. Afhankelijk van de ontstaanswijze van het stuifzandgebied kan onder het stuifzandpakket nog een podzolgrond voorkomen, waar de vroegere bodem is overstoven, of puur zand (Moedermateriaal) waar eerst de oude bodem is afgestoven en daarna weer deels bedekt is met

stuifzand. Bij een podzolbodem in de ondergrond van een stuifzandgrond is de doorlatendheid voor water ook geringer en kunnen zelfs natte plekken ontstaan binnen een droge omgeving. Deze bodems zijn dan ook minder geschikt als begraaftplaats.



Figuur 1 Bodemprofiel in een oud bouwland met een dikke eerdlaag (Foto archief Stiboka)

In het landbouwsysteem dat van de Middeleeuwen tot de eerste helft van de 20^e eeuw gangbaar was op de hogere zandgronden werd op de akkers mest aangebracht waarin veel zand was opgenomen omdat in de stal plaggen uit heide en bos gebruikt werden om de mest op te vangen. Hierdoor is de grond in de oude bouwlanden tot soms wel een meter opgehoogd met een zwarte of bruine 'eerdlaag'. Deze bodems en met name de akkercomplexen (essen) waarop zij voorkomen vertegenwoordigen een grote cultuurhistorische waarde. De doorwortelbaarheid van de donkere eerdlaag is over het algemeen goed, maar in het onderliggende profiel kunnen eventueel wel storende horizonen voorkomen.

De bodemkaart beschrijft de verbreiding van de hierboven beschreven bodemtypen. In bossen en natuurgebieden is echter ook het humusprofiel van belang om te vermelden als integraal deel van de bodem. Strooisel van bladeren, takjes, maar ook afgestorven wortels in de grond worden weer afgebroken en opgenomen in de bodem; de

organische stofkringloop. De snelheid waarmee deze afbraak verloopt hangt af van het soort strooisel (van welke boomsoort het afkomstig is) en de samenstelling en activiteit van het bodemleven (Van Delft et al. 2006, De Jong et al. 2015). Zo komen in arme zure (dek)zandgronden, stuifzandgebieden en delen van de glaciële gebieden vooral schimmels voor. In de wat rijkere zandgronden in de glaciële gebieden speelt ook mesofauna (mijten, springstaarten) een rol en in de oude bouwlanden ook regenwormen. Hierdoor zijn er verschillen in de mate waarin strooisel wordt afgebroken of accumuleert op het maaiveld. Dit komt tot uiting in het 'humusprofiel'; de opeenvolging en dikte van verschillende soorten strooisellagen, de L-, F- en H-horizonten in Figuur 4 en 5 en het bovenste roodbruine deel in Figuur 3. Daarmee geeft het humusprofiel veel informatie over het functioneren van de bodem en de mate waarin deze is verstoord door milieu-invloeden. De snelheid waarmee zo'n humusprofiel zich ontwikkelt of verandert ligt wel hoger dan dat van het bodemprofiel. De leeftijd van een humusprofiel kan variëren van enkele jaren op een plaats waar recent gegraven is tot meerder eeuwen in zeer oude bosgroeiplaatsen (De Waal & Bijlstra 2010). De laatste categorie is zeer zeldzaam, in de meeste bossen gaat het over decennia tot een eeuw.

5 Effecten van graven op de verschillende bodems

Bij het graven van een graf wordt de bodem per definitie verstoord tot ca 1,5 m diepte. Dat kan op de locatie van het graf grote gevolgen hebben. Er zijn verschillen tussen de beschreven bodems en de mate van natuurlijkheid van het bodemprofiel ter plaatse. Het spreekt voor zich dat het delven van een graf in een eerder vergraven bodem minder ingrijpend is dan in een ongestoord bodemprofiel, ook al zal er wel dieper gegraven worden dan bijvoorbeeld bij bosaanleg. Voor het gebied als geheel (de begraafplaats) is er een groot verschil afhankelijk van de dichtheid van de graven, het aantal graven per ha. Het voorkomen van diepe groundbewerking is meestal wel vastgelegd op detail bodemkaarten (indien beschikbaar) en is recent landelijk in beeld gebracht (Brouwer & Van der Werff 2012).

5.1 Bodemstructuur en –dichtheid

In alle beschreven bodems zal de structuur van de bodem losser worden en de dichtheid lager. Het verschil wordt vooral bepaald door de oorspronkelijke situatie die per bodem verschilt. In een humuspodzolgrond met een verdichte inspoelingslaag (Figuur 1) zal het effect het grootst zijn terwijl in stuifzandgronden het zand veel losser is en de verschillen daarom geringer zijn. De andere bodems nemen een tussenpositie in. Deze lossere structuur is van invloed op de bewortelingsmogelijkheden voor bomen (neemt toe). Dat is gunstig voor de boomgroei.

5.2 Bodemopbouw

De bodemopbouw wordt per definitie blijvend verstoord, zelfs als de grondlagen weer in dezelfde volgorde teruggestort worden. Er wordt ook iets aan het profiel toegevoegd, nl één of zelfs meerdere lichamen. Omdat deze grotendeels vergaan zullen hier uiteindelijk alleen sporen van overblijven, zoals nu ook worden gevonden in archeologische opgravingen. De ernst van deze verstoring verschilt wel per bodemtype. Stuifzandgronden en oude bouwlanden hebben een homogenere profielopbouw dan de podzolgronden, verstoring daarvan is daarom minder ingrijpend. Het humusprofiel verdwijnt altijd. Na het delven van een graf ontstaat in feite in nieuwe bodem waarin de bodemvorming weer op gang moet komen.

5.3 Herstelsnelheid

De herstelsnelheid verschilt voor de verschillende aspecten van het bodemprofiel en per bodemtype. In principe is de bodemopbouw voor eeuwig verstoord. In de loop van decennia wordt een nieuw humusprofiel opgebouwd en kan een begin van bodemvorming op gang komen (zie Figuur 4, De Waal & Hommel 2010), maar de sporen van het oude verwerkt profiel zullen eeuwig zichtbaar blijven. Denk daarbij aan de sporen van Romeinse grachten en bouwwerken die door archeologen nog steeds gevonden worden. Hoe snel de bodemstructuur en –dichtheid zich herstellen is niet precies bekend. In de eerste

jaren zal door zakking een deel van de oorspronkelijke dichtheid terugkeren, maar een volledig herstel is binnen een eeuw niet te verwachten.

Om deze reden is het daarom beter percelen met een ongestoorde natuurlijke bodemopbouw te sparen en hier geen of een minimaal aantal graven aan te leggen. In reeds verwerkte bodems is dit minder bezwaarlijk. Oude bosgroeiplaatsen (> 100 jaar bos) zijn zeer zeldzaam, in deze bossen komt een specifiek type humusprofiel voor met een dikke humuslaag die eeuwen nodig heeft om te ontwikkelen (De Waal & Bijlstra 2010). Aanleg van graven in dergelijke oude bossen zal de ontwikkeling eeuwen terugzetten.

6 Conclusie(s)

- Op de Veluwe en de Lochemse Berg komen diverse droge zandgronden voor die verschillen bodemfysische eigenschappen en profielopbouw;
- Door deze verschillen is het effect van een graf verschillend per bodemtype;
- Bodemopbouw en de daaraan verbonden bodemfysische eigenschappen raken per definitie verstoord door het delven van een graf;
- Omdat ongestoorde bodems zeldzaam zijn geworden vertegenwoordigen zij een aardkundige waarde die beschermd dient te worden;
- Verstoring heeft invloed op de bewortelingsmogelijkheden voor bomen ter plaatse van het graf en mogelijk op de infiltratie van regenwater, onduidelijk is hoe de infiltratie verandert;
- Indien de infiltratiesnelheid en het -patroon (meer door, of juist langs het graf) verandert heeft dat invloed op de mogelijke uitspoeling van stoffen uit het graf;
- Betere bewortelingsmogelijkheden zijn gunstig voor de boomgroei;
- Verstoring van de bodem door het graven van een graf is in principe voor eeuwig, hoewel delen van de bodem (het humusprofiel) zich sneller herstellen.

Literatuurlijst

NB. De Alterra-rapporten in deze lijst zijn te downloaden via: <http://www.wageningenur.nl/en/Expertise-Services/Facilities/Library.htm>

Brouwer, F. & Van der Werff, M.M. (2012). Vergraven gronden; Inventarisatie van 'diepe' grondbewerkingen, ophogingen en afgravingen. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2336.

De Haas, Wim & De Vries, Barry (2013). Natuurbegraafplaatsen in Nederland; Landelijke inventarisatie 2013. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2470.

De Jong, J.J., Bloem, J., Van Delft, S. P. J., Hommel, P.W.F.M., Oosterbaan, A. & De Waal, R.W. (2015). Ecologie van bosbodems; Een verkennende studie naar ecologisch functioneren van bosbodems op zandgronden. Wageningen, Alterra-WageningenUR. Alterra-rapport 2657.

De Molenaar, J.G. , Mennen, M.G. & Kistenkas, F.H. (2009). Terug naar de natuur; Mogelijke effecten en juridische aspecten t.a.v. natuurbegraven, asverstrooien en urnbijzetting in natuurgebieden. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 1789.

De Waal, R. W. & Bijlsma, R.J. (2010). Rijke bossen op de hogere zandgronden. Een leidraad voor de herkenning en het beheer van de Natura 2000-habitattypen; Eiken-Haagbeukenbossen en Beekbegeleidende bossen. Wageningen, Alterra. Alterra-rapport 1966.

De Waal, R.W. & Hommel, P.W.F.M. (2010). Humus- en vegetatiereeksen als hulpmiddel voor het natuurbeheer; Enkele voorbeelden op basis van de SBB-referentiepunten. Wageningen, WUR-Alterra. Alterra-rapport 2049.

Gongrijp, G.P. (1996). Indelings- en waarderingsmethode voor aardkundige waarden. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO). IBN-rapport 218.

Groenendijk, Piet, Schipper, Peter, Hendriks, Rob, Van den Akker, Jan & Heinen, Marius (2017). Effecten van verbetering van bodemkwaliteit op waterhuishouding en waterkwaliteit; Deelstudies Goede Grond voor een duurzaam watersysteem. Wageningen, Wageningen Environmental Research (Alterra)/Stowa. WEnR-rapport 2811.

I&M, IPO, VNG, Waterschappen, Unie van & Bodem+. (2016). "Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit; Aardkundige waarden in Nederland." Retrieved 18-5-16, van <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodembescherming/aardkundige-waarden/aardkundige-waarden-in-nederland-algemeen>.

Jongmans, A.G., Van den Berg, M.W., Sonneveld, M.P.W., Peek, G.J.W.C. & Van den Berg van Saparoea, R.M. (2012). Landschappen van Nederland; Geologie, bodem en Landgebruik. Wageningen, Wageningen Academic Publishers.

Kemmers, R. H., Van Delft, S.P.J., Van Riel, M.C., Hommel, P.W.F.M., Jansen, A.J.M., Klaver, B., Loeb, R., Runhaar, J. & Smeenge, H. (2011). Landschapsleutel; Leidraad voor natuurontwikkeling. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Alterra-rapport 2140.

Maas, G. J., Van Delft, S. P. J. & Makaske, B. (in voorbereiding). De Landschappelijke Bodemkaart van Nederland. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR.

Maas, G. J., Delft, S. P. J. van & Heidema, A.H. (2017). "Toelichting bij de legenda Geomorfologische kaart van Nederland 1:50 000 (2017)." van <http://legendageomorfologie.wur.nl/>.

Ten Cate, J.A.M., Van Holst, A.F., Kleijer, H. & Stolp, J. (1995). Handleiding bodemgeografisch onderzoek; Richtlijnen en voorschriften; Deel D: Interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik. Wageningen, SC-DLO. Technisch document 19D.

Van Delft, Bas, De Waal, Rein, Kemmers, Rolf, Mekking, Peter & Sevink, Jan (2006). Field guide Humus Forms; Description and classification of humus forms for ecological applications. Wageningen, Alterra.

Van Delft, S. P. J., Maas, G. J. & De Waal, R.W. (2015). "De Landschapsleutel OnLine." 2015, from <http://landschapsleutel.wur.nl/>.

Van Delft, S.P.J. (2016). Verstoring bosbodem in relatie tot natuurbegraven; Advies naar aanleiding van bezwaren bij het in te richten terrein bij Huis ter Heide. Wageningen, Alterra, onderdeel van Wageningen UR.

Vroon, H.R.J. & Brouwer, F. (2014). Bodemkundig/Hydrologisch onderzoek op twee toekomstige natuurbegraafplaatsen. Wageningen, Alterra Wageningen UR. Alterra-rapport 2552.

Wösten, Henk, De Vries, Folkert, Hoogland, Tom, Massop, Harry, Veldhuizen, Ab, Vroon, Henk, Wesseling, Jan, Heijkers, Joost & Bolman, Almer (2012). BOFEK2012, de nieuwe, bodemfysische schematisatie van Nederland. Wageningen, Alterra. Alterra/rapport 2387.