



---

# Effecten van natuurbegraven op de vegetatie op Natuurbegraafplaats Heidepol

Natuurbegraven in praktijk

Barry de Vries, Wieger Wamelink, Wim de Haas, Joep Frissel, Marjolein van Adrichem



---

# Effecten van natuurbegraven op de vegetatie op Natuurbegraafplaats Heidepol

Natuurbegraven in praktijk

Barry de Vries, Wieger Wamelink, Wim de Haas, Joep Frissel, Marjolein van Adrichem

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra) in opdracht van Natuurmonumenten. (projectnummer 5200043930).

Wageningen Environmental Research  
Wageningen, oktober 2017

---

Rapport 2846  
ISSN 1566-7197


---

Vries, B. de, W. Wamelink, W. de Haas, J. Frissel, M. van Adrichem, 2017. *Effecten van natuurbegraven op de vegetatie op Natuurbegraafplaats Heidepol; Natuurbegraven in praktijk*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2846. 42 blz.; 8 fig.; 4 tab.; 13 ref.

Op Natuurbegraafplaats Heidepol is onderzoek gedaan naar de effecten van natuurbegraven op graslanden en bos. Bij een geplande graf dichtheid van circa 200 tot maximaal 1000 graven per hectare, wordt tussen de circa 7% tot maximaal 35% van het oppervlak vergraven. Tussen de vegetatieopnamen op de graven (max. 5 jaar oud) en de bijbehorende controleplots zijn geen significante verschillen gevonden. Hetzelfde geldt voor de bodemanalyses.

Trefwoorden: Natuurbegraafplaatsen, Natuurbegraven, Begraven, Praktijk, Natuur, Landschap, Vegetatieopnamen, Bodemanalyse, Veldonderzoek

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/425506> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2017 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl), [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2846 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Een graf op Natuurbegraafplaats Heidepol (foto: Wieger Wamelink)

---

# Inhoud

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
|          | <b>Samenvatting</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>  | <b>7</b>  |
|          | 1.1 Aanleiding  | 7         |
|          | 1.2 Doel- en vraagstelling  | 8         |
| <b>2</b> | <b>Situatieschets</b>   | <b>9</b>  |
|          | 2.1 Beschrijving Natuurbegraafplaats Heidepol                                   | 9         |
|          | 2.1.1 Ligging   | 9         |
|          | 2.1.2 Van landgoed naar natuurbegraafplaats                                     | 9         |
|          | 2.2 Positionering binnen het spectrum van natuurbegraven                        | 12        |
| <b>3</b> | <b>Natuurbegraven in de praktijk</b>  | <b>14</b> |
|          | 3.1 Werkwijze van het onderzoek   | 14        |
|          | 3.1.1 Opzet   | 14        |
|          | 3.2 Beschrijving van het natuurbegraven   | 15        |
|          | 3.2.1 Huidige werkwijze   | 15        |
|          | 3.2.2 Relevante componenten   | 17        |
|          | 3.2.3 Veranderingen sinds de opening  | 18        |
| <b>4</b> | <b>Vegetatie- en bodemonderzoek</b>   | <b>19</b> |
|          | 4.1 Werkwijze veldopnamen en bodemonsters                                       | 19        |
|          | 4.1.1 Bodemanalyses   | 19        |
|          | 4.1.2 Multivariate analyse  | 19        |
|          | 4.2 Resultaten  | 20        |
|          | 4.2.1 Vegetatieopnamen  | 20        |
|          | 4.2.3 Multivariate analyse  | 23        |
| <b>5</b> | <b>Discussie en conclusie</b>   | <b>27</b> |
|          | 5.1 Discussie   | 27        |
|          | 5.2 Conclusie   | 29        |
|          | <b>Literatuur</b>   | <b>30</b> |
|          | <b>Bijlage 1 Veldopname grafdelven</b>  | <b>31</b> |
|          | <b>Bijlage 2 Vegetatieopnamen</b>   | <b>32</b> |
|          | <b>Bijlage 2a Kenmerken bemonsterde graven</b>                                  | <b>34</b> |
|          | <b>Bijlage 3 Bodemanalyses</b>  | <b>35</b> |
|          | <b>Bijlage 4 Dikte van de strooisellaag van de vegetatieopnamen in het bos</b>  | <b>36</b> |
|          | <b>Bijlage 5 Samenvatting van de CCA voor de opnamen en de opname kenmerken</b> | <b>37</b> |
|          | <b>Bijlage 6 DCA van de opnamen en de bodemparameters</b>                       | <b>38</b> |
|          | <b>Bijlage 7 CCA met de drie belangrijkste verklarende bodemvariabelen</b>      | <b>40</b> |

---

---

# Samenvatting

Natuurbegraven staat al enkele jaren in de belangstelling. Het geeft invulling aan de maatschappelijke trend waarbij gestreefd wordt naar een persoonlijker benadering, een individuelere invulling en meer maatwerk. Ook Natuurmonumenten wil samen met Natuurbegraven Nederland natuurbegraafplaatsen ontwikkelen op haar terreinen. Natuurmonumenten en Natuurbegraven Nederland willen graag meer weten over hoe natuurbegraven de vegetatieontwikkeling beïnvloedt. Wageningen Environmental Research is gevraagd onderzoek te doen waarin een casestudy op Natuurbegraafplaats Heidepol centraal staat. Deze 17 ha grote natuurbegraafplaats is in 2012 geopend op het voormalige landgoed Heidepol. Sindsdien worden de voormalige landbouwgronden en het laagwaardige bos omgevormd naar bloemrijke graslanden, heide en een hoogwaardiger bos. Ook hebben er inmiddels honderden begrafenissen plaatsgevonden. Natuurbegraafplaats Heidepol combineert natuurbeheer met begraven. Zij onderscheidt zich van natuurbegraafplaatsen die voornamelijk een natuurlijke sfeer nastreven. Dit komt onder andere tot uiting in de visie op wat natuurbegraven is, hoe natuurbegraafplaatsen vormgegeven worden en hoe de balans tussen natuur en begraven wordt gelegd. Concreet gaat het om onder andere de duur van de grafcrust (grafcrust voor onbepaalde tijd), planologische status (bestemming bos/natuur met gebruiksfunctie natuurbegraafplaats), praktijk rondom grafmarkeringen (alleen onbewerkte houten schijf toegestaan) en beheersmaatregelen op de begraafplaats.

Doel van het onderzoek is het creëren van meer duidelijkheid over de effecten van natuurbegraven op verschillende natuurtypen in verband met de instandhoudingsverplichting van het Nationaal Natuur Netwerk. Het onderzoek richt zich op de twee onderzoeksvragen: 1). Hoe ziet het natuurbegraven op Natuurbegraafplaats Heidepol er in de praktijk uit? en 2). Wat zijn de effecten van natuurbegraven op de natuurtypen op de natuurbegraafplaats Heidepol? Om deze vragen te kunnen beantwoorden, is in het veld gemeten hoe groot de bodemverstoring is, hoe groot de verstoring van de oppervlakte rond het graf is, er zijn op en nabij graven vegetatieopnamen gemaakt en er zijn bodemmonsters genomen.

Om de praktijk van natuurbegraven op Natuurbegraafplaats Heidepol in beeld te brengen, zijn gesprekken gevoerd met de beheerder en medewerkers van natuurbegraafplaats Heidepol, is er in het veld gemeten aan twee gedolven graven en is een literatuurstudie uitgevoerd. Uit dit onderzoek blijkt dat in verband met de natuurwaarden op sommige delen van de natuurbegraafplaats geen graven worden aangelegd. Daar waar graven gepland zijn, zal de grafcrust gaan variëren van circa 200 tot maximaal 1000 graven per hectare. De hoeveelheid vergraven grond zal circa 7% in de waardevolle delen tot maximaal 35% op een deel van de voormalige landbouwgronden zijn. Inmiddels is besloten om op Natuurbegraafplaats Heidepol kleiner graafmateriaal te gebruiken zodat de hoeveelheid vergraven grond per graf kleiner wordt.

Om de effecten van natuurbegraven op de natuurtypen op Natuurbegraafplaats Heidepol in beeld te brengen, zijn 18 vegetatieopnamen gedaan, 10 opnames in het natuurtype graslanden (5 op graven en 5 nabij graven) en 8 in het natuurtype bos (4 op graven en 4 nabij graven). De graven waarop vegetatie-opnames zijn gedaan, zijn 2 tot 5 jaar oud. Van iedere opname is ook een bodemmonster genomen om pH, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca, Mg, P<sub>tot</sub>, en N<sub>tot</sub> te bepalen. Er is geen onderzoek gedaan naar het natuurtype heide, omdat dit kortgeleden geplagd is en er nog nauwelijks een vegetatie ontwikkeld was. In de vegetatieopnamen zijn in totaal 65 soorten gevonden, waarvan 41 in de graslanden. Vegetatiekundig zitten de graslanden nog in het witbolstadium en komen er relatief weinig soorten in voor. Uit de bodemmonsters blijkt dat de pH en de stikstofbeschikbaarheid goed zijn, maar lijken totaal fosfor en kalium nog te hoog voor de in het beheerplan nagestreefde natuurtypen.

De analyses laten een eensluidend beeld zien: op Natuurbegraafplaats Heidepol zijn de verschillen tussen de opnamen op de graven en de controleplots niet significant. Dat geldt voor zowel de vegetatieopnamen als voor de bodemanalyses. Dat wil zeggen dat het natuurbegraven daar geen invloed heeft op de onderzochte natuurtypen: niet in de bossen en niet in de nog jonge graslanden.





---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Naturbegraven staat al enkele jaren in de belangstelling. Het wordt gezien als een alternatief voor de traditionele vorm van begraven en voor crematies. Het geeft invulling aan de maatschappelijke trend waarbij gestreefd wordt naar een persoonlijkere benadering, een individuelere invulling, naar meer maatwerk.<sup>1</sup> Uit Brits onderzoek blijkt dat het na de dood onderdeel uitmaken van een (bepaald) landschap, belangrijk is in de keuze voor een begraafplaats.<sup>2</sup> Ook in Nederland spreekt het veel mensen aan om 'zichzelf terug te geven aan de natuur'. Genoemde motieven hierbij zijn onder andere 'het bijdragen aan natuurbeheer' en 'het verkleinen van de ecologische footprint'.<sup>3</sup>

In 2009 is door Alterra (tegenwoordig Wageningen Environmental Research) een deskstudy naar de effecten van naturbegraven uitgevoerd.<sup>4</sup> Daarin werd op basis van de toen beschikbare informatie geconcludeerd dat de milieueffecten beperkt zijn. Aanvullend onderzoek in opdracht van Naturbegraven Nederland naar onder andere het effect van heupprotheses en borstimplantaten en in menselijk vetweefsel aanwezige persistente pesticiden bevestigden dit.<sup>5</sup> In het onderzoek van Alterra uit 2009 wordt wel geconcludeerd dat voor de effecten op de natuur de verstoring van de bodem een knelpunt *kan* vormen.<sup>6</sup> In een poging om een rekenmethodiek te ontwikkelen om de impact te vertalen naar een aantal graven per hectare, is in het Alterra-rapport uit 2009 een rekenvoorbeeld gemaakt. Hierover wordt in het rapport opgemerkt: "Aan dit rekenvoorbeeld valt het nodige toe en af te doen, het moet als niet meer dan een vingeroefening worden beschouwd." Deze vingeroefening is een heel eigen leven gaan leiden, omdat er verder weinig bekend was over de effecten op natuur en over de praktijk van het naturbegraven.<sup>7</sup> Mede daarom is in 2013 opnieuw onderzoek gedaan. Toen is onderzocht hoe het naturbegraven in de praktijk plaatsvindt op alle naturbegraafplaatsen die toen in gebruik waren. Over de effecten op de natuur werd onder meer geconcludeerd dat het essentieel is om rekening te houden met de spreiding van graven en begraven over ruimte en tijd.<sup>8</sup> Daarvoor is het belangrijk om voor verschillende natuurtypen de impact van naturbegraven in beeld te brengen.

Natuurmonumenten wil samen met Naturbegraven Nederland naturbegraafplaatsen ontwikkelen op haar terreinen. Beoogde locaties daarvoor bevinden zich onder meer in de provincie Gelderland. Natuurmonumenten heeft Wageningen Environmental Research gevraagd meer inzicht te geven in de effecten van naturbegraven op verschillende natuurtypen en daarbij Naturbegraafplaats Heidepol als casestudy te gebruiken.

---

<sup>1</sup> Vollmer & Partners, 2011. Landschap als nalatenschap; ontwerpverkenning naar naturbegraafplaatsen in het Nederlandse landschap. Amersfoort, 2011.

<sup>2</sup> Rumble, H.J. (2010) "Giving Something Back": A case study of woodland burial and human experience at Barton Glebe. Dept. for Theology and Religion, University of Durham. Unpublished PhD thesis.

<sup>3</sup> Haas, de W. en E.A. de Vries, 2013. Naturbegraafplaatsen in Nederland; Landelijke inventarisatie 2013. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport 2470.

<sup>4</sup> Molenaar, J.G. de, M.G. Mennen en F.H. Kistenkas, 2009. Terug naar de natuur; Mogelijke effecten en juridische aspecten t.a.v. naturbegraven, asverstrooien en urnbijzetting in natuurgebieden. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1789.

<sup>5</sup> IMSA, 2015. Kennis van naturbegraven: enkele issues verder uitgediept. Intern NBN-rapport.

<sup>6</sup> Molenaar, J.G. de, M.G. Mennen en F.H. Kistenkas, 2009. Terug naar de natuur; Mogelijke effecten en juridische aspecten t.a.v. naturbegraven, asverstrooien en urnbijzetting in natuurgebieden. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1789.

<sup>7</sup> <http://deeplink.rechtspraak.nl/uitspraak?id=ECLI:NL:RBROE:2011:BR0393>.

<sup>8</sup> Haas, de W. en E.A. de Vries, 2013. Naturbegraafplaatsen in Nederland; Landelijke inventarisatie 2013. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport 2470.

---

## 1.2 Doel- en vraagstelling

Doel van het onderzoek is het creëren van meer duidelijkheid over de effecten van natuurbegraven op verschillende natuurtypen, mede in verband met de instandhouding van het Nationaal Natuur Netwerk. Het onderzoek richt zich op de onderstaande onderzoeksvragen:

1. **Hoe ziet het natuurbegraven op Natuurbegraafplaats Heidepol er in de praktijk uit?**

Het gaat hierbij om het verzamelen van praktijkgegevens over het natuurbegraven zelf. In eerder onderzoek<sup>9</sup> zijn daarvoor veronderstellingen gedaan die mogelijk niet sporen met de huidige praktijk. Het gaat dan bijvoorbeeld om grafdiepte, grafoppervlakte, wijze van graven, omgaan met de opgedolven en terug te storten grond, gemiddeld aantal deelnemers aan een begraafing en extra bezoek aan gebied door graven.

2. **Wat zijn de effecten van natuurbegraven op de natuurtypen op de Natuurbegraafplaats Heidepol?**

Het is belangrijk voor de discussie over de effecten van natuurbegraven om in de praktijk te kijken naar mogelijke verstoringen. Daartoe worden per natuurtype vegetatieopnames in het veld gedaan en bodemonderzoek uitgevoerd. De natuurtypen op Heidepol zijn bos, heide en grasland. Het onderzoek concentreert zich op bos en grasland. De heidevelden zijn namelijk kortgeleden geplagd, waardoor het niet zinvol is daar nu onderzoek te doen. Natuurbegraafplaats Heidepol beschikt zelf ook over vegetatieopnames, die mede worden gebruikt om een totaalbeeld te krijgen.

Het onderzoek richt zich uitsluitend op gewone graven, niet op het begraven van urnen. Urnengraven komen ook voor op Heidepol, maar nemen slechts een beperkt deel van de oppervlakte in beslag.

---

<sup>9</sup> Molenaar, J.G. de, M.G. Mennen en F.H. Kistenkas, 2009. Terug naar de natuur; Mogelijke effecten en juridische aspecten t.a.v. natuurbegraven, asverstrooien en urnbijzetting in natuurgebieden. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1789.

## 2 Situatieschets

### 2.1 Beschrijving Natuurbegraafplaats Heidepol

#### 2.1.1 Ligging

Natuurbegraafplaats Heidepol is gelegen in de provincie Gelderland. Natuurbegraafplaats 'Heidepol' is 17 ha groot en ligt deels op het grondgebied van de gemeente Arnhem (10 hectare) en deels binnen de grenzen van de gemeente Ede (7 hectare). Het ligt ten noordwesten van 's Koonings Jaght en direct ten zuiden van de Harderwijkerweg (N310). De natuurbegraafplaats is geopend in 2012 en biedt maximaal plaats aan 7250 graven, waaronder een klein deel urnengraven. Het gebied valt zowel onder het Natuurnetwerk Nederland als onder Natura 2000.



**Figuur 1** De ligging van natuurbegraafplaats Heidepol.

#### 2.1.2 Van landgoed naar natuurbegraafplaats<sup>10</sup>

Tot en met 2011 was Heidepol in gebruik als landgoed. Het landgoed bestond voor 7,1 hectare uit landbouwgrond, 9,6 hectare uit bos, een woonhuis met berging, een verhard erf en enkele andere opstallen (totaal oppervlak is circa 17 ha). Op de landbouwpercelen werd de laatste jaren maïs verbouwd. Ook was er een paardenweide aanwezig. Het bos bestond uit een afwisseling van volwassen naald- en loofbos en jong naaldbos. De eigenaar van het landgoed wilde graag een open bos zonder ondergroei en voerde daarom een zeer intensief beheer in het grootste deel van het bos. Met behulp van een trekker en een landbouwwerktuig werd de ondergroei in het bos regelmatig

<sup>10</sup> Thomassen, E.A.H. et al. 2012. Protocol Natuurbegraven; Natuurbegraafplaats Heidepol. Heeze/Ede. Bosgroep Zuid-Nederland/Bosgroep Midden-Nederland.

verwijderd en de bodem omgewoeld. De bomen zijn opgekroond. Het Grove dennenbos was toegankelijk voor de paarden en werd door hen intensief begraasd en belopen. Door dit intensieve beheer zijn de ecologische waarden van het gebied veel beperkter dan ze zouden kunnen zijn. Inmiddels zijn de maïsakker, paardenweide en woonhuis niet meer als zodanig in gebruik. De maïsakkers en paardenweide worden omgevormd tot een schraal grasland en het woonhuis doet inmiddels dienst als bezoekerscentrum voor de natuurbegraafplaats. Een deel van de opstallen is verdwenen. Ook de verharding is verdwenen of vervangen door halfverharding.



**Figuur 2** *Huidige situatie op Natuurbegraafplaats Heidepol (zomer 2017).*

Een belangrijke kwaliteit van het gebied is de afwisseling van open en gesloten landschap. Er loopt een oude beukenlaan dwars over het gebied die waardevol is. Deze volgt de gemeentegrens en maakt deel uit van een lange laan die aan beide zijden van het perceel doorloopt. Elders in het gebied zijn nog bomenrijen aangeplant: langs de verharde oprijlaan staan berken en langs het meest zuidelijke onverharde pad aan weerszijden Amerikaanse eiken. Verder is er een aantal onverharde paden. In het gebied zijn nog enkele schuren aanwezig die dienst doen als uitvaartruimte of waar werktuigen geparkeerd staan. De provinciale weg ten noorden van het gebied is aan het zicht onttrokken door hagen van Douglas of Fijnspar. De overgangen tussen bos, akkers en paardenweide zijn scherp, zonder mantel- of zoomvegetatie. In de noordwestelijke hoek is een laagte, die vermoedelijk ontstaan is door zandwinning. Bij de aanvang van de natuurbegraafplaats was het bos wisselend van kwaliteit. Het had een wisselende opbouw, deels ouder bos met een rijk insectenleven, deels grove dennenbos met een intensief beheerde en gemaaide kruidlaag. Ook was er een deel jonge aanplant.

Met de omvorming naar natuurbegraafplaats is een herinrichtingsplan opgezet dat tot doel heeft om de bestaande kwaliteiten te behouden en te versterken. Ten aanzien van de bossen is voorgesteld om de bestaande bosgebieden op het landgoed te behouden en een kwaliteitsverbetering te realiseren door onder andere om te vormen van naald- naar loofbos. Stimulering van de ondergroei en struweelvorming, en een zoom- en mantelvegetatie te ontwikkelen. Doeltypen zijn: zoom, mantel en droog struweel van de hogere gronden, bos van arme zandgronden en eiken- en beukenbos van lemige zandgronden.

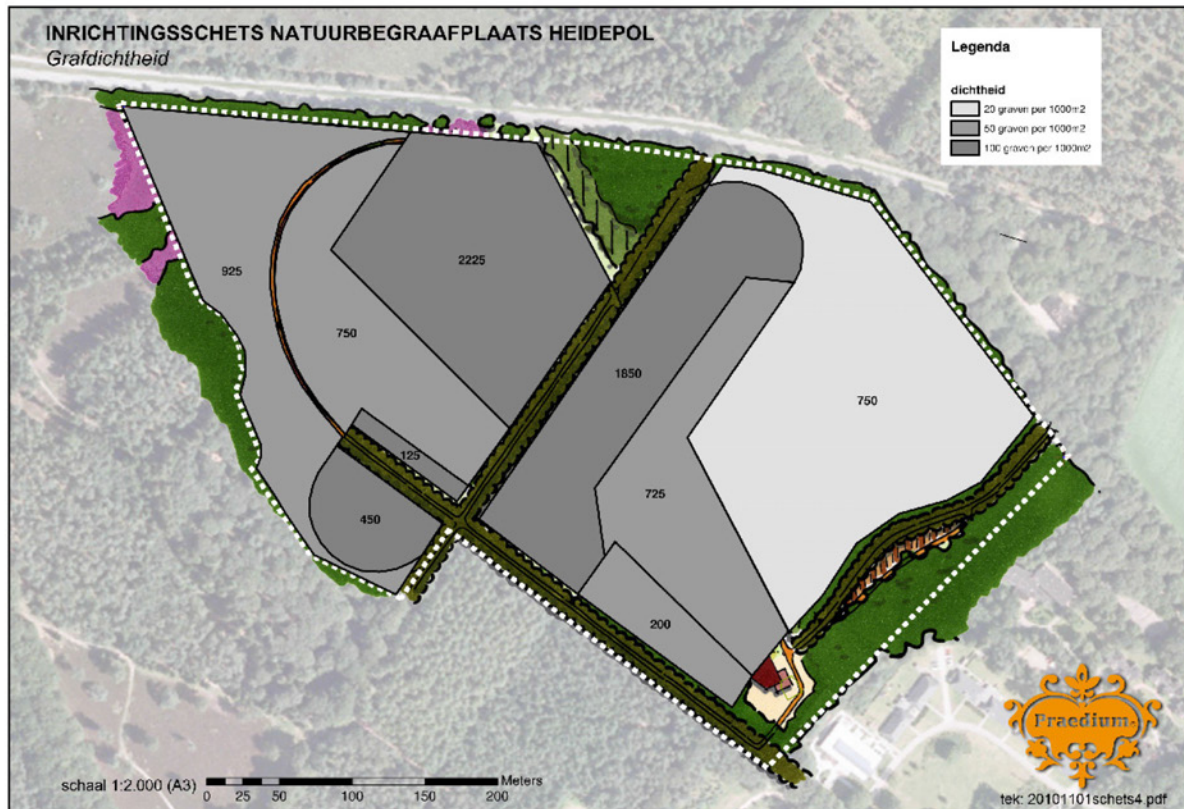


**Figuur 3** Eindbeeld ontwikkeling Heidepol.

Om het heideperceel weer te ontwikkelen, wordt het aanwezige (jonge) grove dennenbos verwijderd. Daarnaast wordt het areaal heide vergroot. Doeltypen zijn: droge heide en akker van basenarme gronden. Ten aanzien van de graslanden wordt toegewerkt naar de doeltypen droog schraalgrasland van hogere gronden en bloemrijk grasland van het zand- en veengebied. Landschappelijk is ervoor gekozen om de oude structuur van de beukenlaan en de laan van Amerikaanse eiken te behouden en daarnaast het open gedeelte meer het karakter te geven van een coulisselandschap.

Op Natuurbegraafplaats Heidepol is ruimte voor bijna 8000 graven. Natuurbegraafplaats Heidepol heeft zichzelf gelimiteerd tot 7250 graven, om meer ruimte te laten voor natuur. Omdat er wordt uitgegaan van het principe 'eeuwige' grafrust, wat betekent dat er geen graven worden geruimd, zullen er dus geen begravingen meer plaatsvinden als dit maximum is bereikt. Hierbij gaat het op Natuurbegraafplaats Heidepol alleen om 'enkele' graven; dubbele graven komen niet voor.

De graven zijn niet gelijkmatig over het terrein verspreid, zodat er ruimte is voor bijzondere natuur, zoals de dassenburcht die op het terrein aanwezig is. In het oostelijke bosgedeelte worden om die reden maximaal 200 graven per hectare gerealiseerd. In het westelijk bosgedeelte, het deel dat omgevormd wordt naar heide, de voormalige paardenweide en een klein aanliggende deel van een voormalige akker worden 500 graven per hectare gerealiseerd. Op de overige voormalige landbouwgrond worden 1000 graven per hectare gerealiseerd.<sup>11</sup> Op onderstaande inrichtingsschets is de grafdichtheid per 1000 m<sup>2</sup> aangegeven.



**Figuur 4** Ruimtelijke spreiding van natuurgraven op Heidepol.

## 2.2 Positionering binnen het spectrum van natuurbegraven

In 2013 is een inventariserend onderzoek uitgevoerd naar de toenmalig actieve natuurbegraafplaatsen in Nederland. Uit het onderzoek bleek dat er een grote verscheidenheid is aan hoe het concept natuurbegraafplaatsen in de praktijk ingevuld werd. Temeer omdat er geen duidelijke afbakening is van wat natuurbegraven inhoudt en wat de randvoorwaarden zijn om een begraafplaats als een natuurbegraafplaats te bestempelen. Binnen de verschillende visies op wat natuurbegraven is en hoe natuurbegraafplaatsen vormgegeven worden, gaat het iedere keer om hoe de balans tussen natuur en begraven wordt gelegd. Het spectrum van natuurbegraven bestaat grofweg uit aan de ene kant natuurbegraafplaatsen die begraven combineren met natuurbeheer, en aan de andere kant de natuurbegraafplaatsen die begraven combineren met een natuurlijke uitstraling. Hoe een begraafplaats op dit spectrum is gepositioneerd, hangt af van planologische status, duur van de grafrust, praktijk rondom grafmarkeringen en beheersmaatregelen op de begraafplaats.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Praedium, 2010. Masterplan Natuurbegraafplaats Heidepol, ruimtelijke voorwaarden, visie en inrichtingsplan; gemeente Arnhem en gemeente Ede. Veghel, 2010.

<sup>12</sup> Haas, de W. en E.A. de Vries, 2013. Natuurbegraafplaatsen in Nederland; Landelijke inventarisatie 2013. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport 2470.

---

Natuurbegraafplaats Heidepol wordt ook in het bestemmingsplan aangeduid als “bos/natuur met gebruiksfunctie natuurbegraafplaats”.<sup>13</sup> Dit betekent dat de bos- en natuurfunctie vooropstaan en planologisch geborgd zijn.<sup>14</sup> Ook het feit dat uitsluitend graven voor onbepaalde tijd – in de volksmond ook wel eeuwige grafurust – worden aangeboden én de sterk beperkte mogelijkheden voor grafmarkeringen (uitsluitend onbewerkte houten boomschijven) onderstrepen dit. In het beleid op Natuurbegraafplaats Heidepol heeft natuur op de begraafplaats een grote rol. Dit komt tot uiting in uitgangspunten die verder gaan dan wat het Besluit op de Lijkbezorging vereist. Voorbeelden hiervan zijn: geen graven dicht bij de stam van een boom, zodat voorkomen wordt dat essentiële wortels worden aangetast, en het niet toestaan van dubbelgraven waarbij meerdere graven boven op elkaar liggen. De graven worden niet homogeen over het terrein verspreid. Daar waar meer ruimte is, bijvoorbeeld op open graslanden, zal de grafdichtheid hoger zijn dan in bepaalde delen van het bos. Natuurbegraafplaats Heidepol kan beschouwd worden als een natuurbegraafplaats die begraven combineert met natuurbeheer en onderscheidt zich duidelijk van natuurbegraafplaatsen die voornamelijk een natuurlijk sfeer nastreven.

Natuurbegraafplaats Heidepol is circa vijf jaar in gebruik. Er vinden wekelijks circa vijf begrafenissen plaats. Als gevolg van de keuze om uitsluitend graven voor onbepaalde tijd uit te geven, zal de natuurbegraafplaats na verloop van tijd vol zijn. Op dat moment wordt de begraafplaats gesloten, worden de opstallen afgebroken en wordt het terrein overgedragen aan Natuurmonumenten.

---

<sup>13</sup> <http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>

<sup>14</sup> Er zijn ook natuurbegraafplaatsen met de bestemming “maatschappelijk begraafplaats” (zie De Haas en De Vries, 2013). Deze hebben meer juridisch-planologische speelruimte waar in de praktijk de een meer en de andere minder gebruik van maakt.

---

## 3 Natuurbegraven in de praktijk

### 3.1 Werkwijze van het onderzoek

#### 3.1.1 Opzet

Eerst is aan de hand van een literatuurstudie in beeld gebracht wat relevante componenten van natuurbegraven zijn die de verstoring van de bodem en de verstoring van de vegetatie beïnvloeden. Vervolgens is een inventarisatielijst gemaakt van grootheden en informatie die noodzakelijk is om de omvang van de verstoring van de bodem en de vegetatie te kunnen bepalen. Op 1 juni 2017 is het delven van graven op Natuurbegraafplaats Heidepol gevolgd en zijn hieraan metingen verricht (zie Bijlage 1). In een interview en in gesprekken is door de beheerder en door medewerkers van Natuurbegraafplaats Heidepol aanvullende informatie verstrekt. Er zijn twee grafdelvingen onderzocht, wat een redelijk beeld geeft over de praktijk van de werkzaamheden. Beide graven bevonden zich in de graslanden. Uit de interviews is naar voren gekomen wat verschillen zijn met graf delven in de andere landschapstypen. Daarnaast is vanuit de interviews meer duidelijkheid ontstaan over welke veranderingen in de tijd zijn doorgevoerd omtrent het delven en dichten van de graven. Aanwijzingen voor de mogelijke veranderingen komen onder andere uit interviews uit 2012. Deze interviews vonden destijds plaats in het kader van het onderzoek "landelijke inventarisatie van natuurbegraafplaatsen in Nederland".<sup>15</sup> Wat betreft de te onderzoeken componenten is onderscheid gemaakt tussen de verstoring van de bodem, die decennialang een rol zal blijven spelen, en de tijdelijke verstoring aan de oppervlakte.

Om inzicht te krijgen in de mate van verstoring van de bodem is in het algemeen informatie verzameld over:

- Soort natuurbeheer: de impact van natuurbegraven op gebieden met een omvormingsbeheer is anders dan op gebieden met instandhoudingsbeheer;
- Grafkenmerken
  - Gemiddelde diepte van het graf: bepaalt mede hoeveel grond vergraven wordt en daarmee het oppervlak dat volledig verstoord wordt;
  - Bodemoppervlak van het graf en oppervlak op maaiveld: bepalen mede hoeveel grond vergraven wordt en daarmee het oppervlak dat volledig verstoord wordt;
  - Enkele of dubbele graven: een dubbelgraf wordt bij bijzettingen opnieuw geopend, wat extra verstoring geeft; zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven, komt dit op Heidepol niet voor;
- Spoorvorming in de bodem: kan impact hebben op de verdichting van de bodem.

Om inzicht te krijgen in de mate van tijdelijke verstoring aan de oppervlakte is informatie verzameld over:

- Omgang met de vegetatielaag bij de grafdelving: volledig verwijderen en afvoeren heeft bijvoorbeeld een andere impact dan een plag na de begrafenis weer terug leggen;
- Benodigde werkruimte bij de grafdelving: bepaalt mede het oppervlak dat gedeeltelijk verstoord wordt;
- Benodigde bezoekersruimte rondom graf: bepaalt mede het oppervlak dat gedeeltelijk verstoord wordt.

---

<sup>15</sup> Haas, de W. en E.A. de Vries, 2013. Natuurbegraafplaatsen in Nederland; Landelijke inventarisatie 2013. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport 2470.



---

## 3.2 Beschrijving van het natuurbegraven

### 3.2.1 Huidige werkwijze

De werkzaamheden kunnen onderscheiden worden in zes verschillende stappen: 1) check met het ecologisch protocol; 2) markeren van het graf; 3) graven van het graf; 4) de uitvaart; 5) dichten van het graf; en 6) nazorg.

#### **Stap 1: Check met het ecologisch protocol**

Voorafgaand aan het graven van een graf wordt met behulp van de terreininventarisaties, de kaart met ecologische waarden en de soortfiches door de terreinbeheerder de situatie rond de graflocatie geëvalueerd en worden de benodigde maatregelen genomen.<sup>16</sup> Doel van dit protocol is het voorkomen van verstoring van kwetsbare/beschermde flora en fauna op de natuurbegraafplaats. Het protocol omvat een op de natuurbegraafplaats toegespitste werkinstructie die overtreding van verbodsbepalingen van de Flora- en faunawet voorkomt.

#### **Stap 2: Markeren van het graf**

Bij voorkeur daags voor de begrafenis wordt het graf gegraven. In het veld wordt met behulp van gps-coördinaten en vaste ijkpunten bepaald waar het graf gegraven moet worden. Hiervoor wordt een gps/GNSS-ontvanger (merk Trimble) gebruikt. Als de positie bepaald is, wordt een houten frame van 1,05 m\*2,55 m geplaatst. Het graf wordt met biologisch afbreekbare verf afgetekend op de grond of met paaltjes afgezet. Nabij het graf worden houten platen gelegd waar de grond tijdelijk wordt opgeslagen. Meestal worden 3 multiplex-platen gebruikt van 1,25 m\*2,00 m. Er ontstaat zo een tijdelijke opslagruimte van 3,75\*2,00=7,50 m<sup>2</sup>. Met behulp van een bosmaaier wordt er rondom het graf en tussen het graf en het pad een stuk gemaaid. Dit gebeurt in principe bij graven in de graslanden. In het bos wordt alleen gemaaid als er bijvoorbeeld veel braam staat nabij de plek van het graf.

#### **Stap 3: Graven van het graf**

Het graven van een graf<sup>17</sup> gebeurt door een aannemer. Dit vindt plaats onder toezicht van een medewerker van Natuurbegraafplaats Heidepol. Het graf wordt gegraven met een grafdelfmachine (op Natuurbegraafplaats Heidepol de Hansa APZ351). Via de aanwezige padenstructuur rijdt de machine zo dicht mogelijk naar het graf toe. Tussen de paden is ruimte voor vier graven. Met de grafdelfmachine kan over het eerste graf heen het tweede graf bereikt worden. De andere twee graven kunnen vanaf een ander pad bereikt worden. Dit betekent dat het niet nodig is om over de graven heen te rijden om andere graven te bereiken. Als de plekken nog niet als graf in gebruik zijn, wordt het laatste stuk wel over het veld gereden. Bij het graf aangekomen wordt eerst handmatig het frame van het graf gehaald. Vervolgens worden in vier keer pluggen van het graf verwijderd. De pluggen zijn 8 tot 15 cm dik. De dikte van de pluggen varieert doordat deze machinaal en op gevoel worden verwijderd. Deze worden naast de ruimte voor de opslag van de grond neergelegd. Vervolgens worden 4 tot 5 bakken grond van de bovenste laag op een aanhanger geplaatst om definitief afgevoerd te worden. De hoeveelheid afgevoerde grond wordt geschat op 0,6 m<sup>3</sup>.

Daarna wordt het graf verder uitgegraven. De grond (circa 3,5 m<sup>3</sup>) wordt tijdelijk opgeslagen op de daartoe bestemde platen, meestal in twee, bijna manshoge stapels. Net als de dikte van de plag varieert ook de diepte van het graf, omdat het op gevoel, op het oog, op ervaring wordt bepaald. Nameting vindt niet plaats. De diepte van de graven varieert tussen de 1,05 m en 1,35 m en is gemiddeld 1,20 m. De wanden van het graf zijn vrijwel loodrecht. Uit vergelijking tussen het grondvlak en de oppervlakte op maaiveldniveau blijkt dat de hellingshoek van de wanden ruim onder de 10° blijft. Na het uitgraven laat de grafdelfmachine de bekisting in het graf zakken, zodat het graf

---

<sup>16</sup> Thomassen, E.A.H. et al. 2012. Protocol Natuurbegraven; Natuurbegraafplaats Heidepol. Heeze/Ede. Bosgroep Zuid Nederland/Bosgroep Midden Nederland.

<sup>17</sup> Deze beschrijving heeft betrekking op graven voor volwassenen. Voor kindergraven en herbegravenissen (bij een herbegravenis wordt een kleinere kist gebruikt). Deze graven zijn vaak niet veel groter dan 1 m<sup>2</sup>. Hierbij wordt geen gebruikgemaakt van de standaardbekisting. In bijna een derde van deze gevallen is het graf zo klein dat het met de hand wordt gegraven.

niet instort. De bodem van het graf wordt met een hark geëgaliseerd, zodat de kist niet schuin in het graf komt te staan. Het graf wordt vervolgens afgedekt om te voorkomen dat wild in het graf terecht kan komen. Hier kan enige tijd tussen zitten, maar gebeurt wel dezelfde dag. Indien een graf in het bosgedeelte wordt gegraven, kan het zijn dat in sommige gevallen wortels worden doorsneden of dat een deel van de wortels mee omhoogkomt en een iets groter oppervlak wordt losgetrokken. Uit de ervaring tot nu toe blijkt echter wel dat het meestal gaat om kleinere wortels. Grotere wortels worden nauwelijks geraakt, omdat de graven buiten of op de rand van de kroonprojectie gegraven worden.<sup>18</sup>



**Figuur 5** Graven van het graf.

#### **Stap 4: De uitvaart**

Bij de teraardebestelling komen gemiddeld 50 tot 60 mensen rondom het graf staan. Doordat de graven niet allemaal duidelijk in het veld zichtbaar zijn, komt het voor dat mensen op andere graven staan. Afgezien van de emotionele betekenis heeft dit geen effect op de bodem. Het valt op dat mensen dit vaak wel proberen te vermijden, maar niet weten waar ze wel en waar ze niet kunnen staan.<sup>19</sup>

#### **Stap 5: Dichten van het graf**

Aan de familie is de keuze of zij zelf wel, niet of gedeeltelijk het graf dichten. Meestal wordt ervoor gekozen om het graf niet of maar voor een klein gedeelte zelf te dichten. Bij het dichten van het graf, ook als de familie ervoor kiest om het zelf handmatig te doen, zijn altijd iemand van Natuurbegraafplaats Heidepol en een grafdelfmachine aanwezig. Bij het dichten van het graf wordt normaliter eerst de bekisting met behulp van de grafdelfmachine uit het graf gehaald alvorens de grond wordt teruggestort. Uitzondering hierop is als de overledene begraven is in een lijkwade. Dan wordt ervoor gekozen om eerst een deel van het graf te dichten. Hiermee wordt voorkomen dat bij het verwijderen van de bekisting het lichaam van de overledene door de bekisting wordt verplaatst.

<sup>18</sup> Bomenwacht Nederland, 2015. Boomtechnisch onderzoek. 2 bomen Natuurbegraafplaats 'Heidepol' Arnhem.

<sup>19</sup> Pers. mededeling, beheerder natuurbegraafplaats Heidepol.

De grond wordt in omgekeerde volgorde teruggestort. Wat het eerst is uitgegraven, wordt het laatst weer teruggestort. Hierdoor blijft de opbouw van de bodem grofweg in stand. Als het graf is gedicht, is er meestal nog grond over. Die grond wordt afgevoerd. De hoeveelheid varieert tussen 0,08 m<sup>3</sup> en 0,40 m<sup>3</sup>. Dit is mede afhankelijk van hoeveel grond van tevoren is afgevoerd, of de overledene begraven is in een lijkwade of een kist en de grootte van de kist. De plagen worden machinaal teruggelegd en nadien met de hand goed gelegd. Na het terugleggen worden de plagen aangedrukt met de grafdeelfmachine om te voorkomen dat de plagen los blijven liggen en verder uitdrogen.

### Stap 6: Nazorg

Nabehandeling, zoals het water geven van de plagen of het aanvullen van de grond indien er een verzakking van het graf plaatsvindt, gebeurt niet. Twee weken na de teraardebestelling worden eventuele bloemen verwijderd. Andere zaken zoals knuffels en dergelijke worden vrijwel direct weggehaald en tijdelijk in bewaring gehouden, zodat de nabestaanden die weer kunnen komen ophalen. Na enkele weken kan ervoor gekozen worden om een onbehandelde boomschijf met gegevens van de overledene op het graf te plaatsen. Deze boomschijven hebben een dikte van circa 5 cm en een doorsnede van circa 30 cm. Deze boomschijven komen van gekapte bomen op de natuurbegraafplaats.

### 3.2.2 Relevante componenten

In onderstaande tabel zijn relevante componenten van natuurbegraven voor de verstoring van de bodem en de vegetatie weergegeven. Deze componenten beschrijven hoe in praktijk natuurbegraven wordt uitgevoerd. De getallen zijn een gemiddelde van twee grafdelvingen. De verschillen tussen beide grafdelvingen waren klein.

**Tabel 1** Componenten natuurbegraven.

| Component  | Praktijk Heidepol  | Opmerkingen   |
|--|--|---|
| Soort beheer                                       | Omvormingsbeheer   |   |
| Verhouding enkelgraf - dubbelgraf                  | Uitsluitend enkele graven                                |   |
| Wijze van graven                                   | Machinaal  |   |
| Omgang met vegetatie                               | Plagen worden apart gelegd; na begrafenis teruggeplaatst | Dikte van plag varieert van 8 cm tot 15 cm  |
| Diepte van een graf (in m)                         | 1,20   | Een kist minimaal bedekt worden met 65 cm grond. <sup>20</sup> Een kist is 40 tot 50 cm hoog. <sup>21</sup> Dus dat betekent dat een graf minimaal 1,05 tot 1,15 cm diep moet zijn. |
| Bodemoppervlak graf (in m <sup>2</sup> )           | 3,25   |   |
| Bodemoppervlak maaiveldniveau (in m <sup>2</sup> ) | 3,51   |   |
| Hoeveelheid uitgegraven grond (in m <sup>3</sup> ) | 4,05   | Circa 0,6 m <sup>3</sup> van de bovenlaag wordt afgevoerd, rest wordt teruggelegd   |
| Spoorvorming                                       | Niet aangetroffen  | Veldinventarisatie vond plaats in een droge periode.  |
| Werkruimte (in m <sup>2</sup> )                    | 17,00  | Opslag van de grond en de plagen, rijpad  |
| Ruimte voor bezoekers (in m <sup>2</sup> )         | 23,00  | Met bosmaaier gemaaid (en afgevoerd <sup>22</sup> )   |
| Bezoekers bij begrafenis                           | Niet ter plekke geteld                                   | Begravenissen op Heidepol worden gemiddeld door circa 70 personen bijgewoond <sup>23</sup>  |

<sup>20</sup> <http://wetten.overheid.nl/BWBR0009080/2013-01-01>.

<sup>21</sup> Pers. mededeling, beheerder natuurbegraafplaats Heidepol.

<sup>22</sup> Pers. mededeling, beheerder natuurbegraafplaats Heidepol.

<sup>23</sup> Pers. mededeling, beheerder natuurbegraafplaats Heidepol.

---

### 3.2.3 Veranderingen sinds de opening

Vanaf het eerste begin in 2012 is de werkwijze aan verandering onderhevig geweest. Door de ervaringen die opgedaan zijn, is er op een aantal punten gekozen om details te veranderen. Dit is een doorlopend proces. Onderstaande wijzigingen hebben sowieso plaatsgevonden:

- Voor het delven van het graf is het maaien niet strikt noodzakelijk. Het vindt vooral plaats om het graf tijdens de teraardebestelling makkelijker bereikbaar te laten zijn voor de bezoekers. Uit de ervaringen van het eerste halfjaar is begin 2013 besloten om dit te doen. Het past binnen het beheer van "gefaseerd maaien" en heeft als voordeel dat het zorgt voor meer variatie in de vegetatie. Dit komt ten goede aan allerlei insecten. In het bos is het vrijwel niet nodig om te maaien om de graven voor de bezoekers bereikbaar te houden;
- Naar aanleiding van veldwerk voor dit onderzoek hebben ecologen van Wageningen Environmental Research geadviseerd de plaggen ook te maaien. Reden is dat daarmee de uitdroging van de plaggen wordt verminderd. De plag heeft minder bladmassa en zal daardoor met name in warme periodes ook minder water verdampen. Vanaf juni 2017 is deze verandering doorgevoerd;
- Circa 0,6 m<sup>3</sup> grond blijft over en wordt afgevoerd. Door te kiezen voor grond uit de bovenste laag wordt een deel van de rijke bovengrond uit het systeem gehaald. Het idee hierachter is dat de voormalige landbouwgrond dan sneller verarmt. Dit komt ten goede aan de biodiversiteit en kan eraan bijdragen dat de doelstellingen uiteindelijk sneller worden gehaald. Dit is een wijziging ten opzichte van de werkwijze in het begin. Voor 2016 werd vooral de bovengrond teruggestort en bleef juist een deel van de armere ondergrond over;
- Momenteel wordt in het graf een frame van 2,55 bij 1,05 m gebruikt. Het plan is om binnenkort een kleiner frame van 2,37 bij 0,96 m en kleinere kraan te gaan gebruiken. Dit is al gebruikelijk op andere natuurbegraafplaatsen van Natuurbegraven Nederland.<sup>24</sup> Hierdoor wordt per nieuw graf de hoeveelheid vergraven grond verminderd;
- Al vrij snel na de opening (najaar 2012) is ervoor gekozen om, als het graf openligt, de grond niet meer tijdelijk af te voeren met een aanhanger, maar op een paar multiplexplaten nabij het graf op te slaan. Belangrijkste reden voor deze wijziging is dat gemerkt werd dat gedurende nattere periodes spoorvorming ontstond door het gewicht van de grond die met de aanhanger werd afgevoerd. De spoorvorming zorgt voor extra verdichting van de grond en dat is vanuit het oogpunt van natuurbeheer ongewenst;
- Vanaf 2017 is er wat veranderd rond de teraardebestelling. Er wordt dan maximaal 50 mensen tegelijk toegestaan om rondom het graf te komen staan. De rest moet op het pad blijven. Dit om de naasten meer ruimte te gunnen bij het graf en uit respect voor de andere graven.

---

<sup>24</sup> Pers. mededeling, beheerder natuurbegraafplaats Heidepol.

---

# 4 Vegetatie- en bodemonderzoek

## 4.1 Werkwijze veldopnamen en bodemmonsters

Zowel op de graven als in de buurt van de graven (= controle) zijn vegetatieopnamen gemaakt volgens de Braun-Blanquet-methode<sup>25</sup>, in totaal 18 opnamen, waarvan 10 in de graslanden en 8 in de bossen. Dit was het maximaal haalbare aantal binnen het project, maar is minimaal voor de toegepaste statistiek. Omdat een graf niet groot genoeg is voor een standaardopname van 2\*2 m in graslanden of een 100 m<sup>2</sup> in bossen, is de oppervlakte aangepast. Opnamen zijn in zowel bossen als graslanden 2\*1 m, zowel op de graven als in de buurt van de graven. De opnamen op de graven zijn in de lengterichting gemaakt met aan alle kanten een randzone, om randinvloeden zo veel mogelijk te voorkomen. De controleopnamen zijn in de buurt van de graven gemaakt en van dezelfde grootte. Ze zijn random geselecteerd door één van de hoekpalen die gebruikt is voor het uitzetten van het op te nemen plot, over de rug te gooien. Daarbij is, vooral in de bossen, wel gekeken of er eenzelfde vegetatietype aanwezig was op de plek. In bossen is vooral gekozen voor plekken waar de bedekking door bomen hetzelfde is, omdat dit anders grote invloed zou hebben op de uitkomst, die niet het gevolg zou zijn van de aanwezigheid van de graven.

Vooraf is er een selectie gemaakt van de te bemonsteren graven (Bijlage 1). In het veld zijn vervolgens de graven geselecteerd die gemarkeerd waren, van verschillende ouderdom waren, en een variatie in vegetatietype vertoonden. De ouderdom van de graven is zo gekozen dat verschillende leeftijden van de graven vertegenwoordigd zijn (Bijlage 2a). Er zijn geen opnamen gemaakt in het heidegedeelte van natuurbegraafplaats Heidepol, omdat dit net geplagd was en voor het overgrote deel alleen maar kaal zand bevat. Vegetatieopnamen zijn dan niet zinvol.

Er is een standaard bodemmonster genomen per vegetatieopname. Dit is gebeurd met een handguts, waarbij de bovenste 10 cm is bemonsterd. Eventueel aanwezige los strooisel is eerst afgeschoven, waarna een monster is genomen. Er zijn negen steken genomen per opname volgens een vast patroon met drie steken aan de bovenkant van de opname, drie in het midden en drie aan de onderkant.

### 4.1.1 Bodemanalyses

De bodemanalyses zijn uitgevoerd door het STERLAB van Wageningen Environmental Research. Na monstervoorbereiding zijn pH (water), calcium door destructie met HNO<sub>3</sub>/HCl (Aqua Regia), NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> en Mg in 0.01 M CaCl<sub>2</sub> extract, en totaal stikstof en totaal fosfor door destructie met H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Se bepaald.

### 4.1.2 Multivariate analyse

Op basis van de vegetatieopnamen en bodemanalyses is een multivariate analyse uitgevoerd. Omdat het aantal opnamen beperkt is en er veel verklarende variabelen zijn, kunnen niet alle variabelen in een analyse worden meegenomen. De lijst met variabelen is: leeftijd graf, graf versus controle, dikte strooisellaag, vegetatietype, pH, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Ca, Mg, P<sub>tot</sub>, N<sub>tot</sub>. Er is met Canoco v5.0<sup>26</sup> een Detrended correspondence analysis (DCA) en een Canonische correspondentieanalyse (CCA) uitgevoerd op de vegetatieopnamen en de variabelen leeftijd graf, graf versus controle en bos/gras. Daarnaast is er een voorwaartse regressie uitgevoerd met de variabelen. Voor alle analyses met Canoco is de digitale adviseur gebruikt. De bodemparameters en de strooiseldikte zijn ook nog per vegetatietype door middel van een Student's T-test met elkaar vergeleken, daarbij aannemende dat de varianties gelijk

---

<sup>25</sup> Braun-Blanquet, J., 1921. Principien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. Jb. St. Gall. Natur. 57.

<sup>26</sup> <http://www.canoco5.com/>

---

verdeeld zijn. De test is tweezijdig uitgevoerd, waarbij is getoetst of de strooiseldiktes voor graf en controle verschillend zijn.

### **DCA en CCA**

DCA staat voor Detrended correspondence analysis.<sup>27</sup> Het is een multivariate analysemethode voor ordinatie. Vegetatiegegevens kunnen ermee worden gekoppeld aan (abiotische) variabelen. CCA staat voor Canonische correspondentieanalyse. Canonische ordinatie is een combinatie van ordinatie en multipele regressie.<sup>28</sup> De canonische ordinatie-assen worden samengesteld als een lineaire combinatie van verklarende variabelen: de milieufactoren. Ze worden daaruit berekend door meervoudige lineaire regressie. Naast DCA en CCA is er ook nog een voorwaartse regressie uitgevoerd met Canoco v5.0. Er worden dan een voor een variabelen toegevoegd aan het model dat de soortensamenstelling van de vegetatieopnamen verklaart. Als eerste wordt berekend welke verklarende variabele de meeste variantie verklaart (welke variabele zegt het meest over de gevonden vegetatieopnamen). Als die significant is, wordt die toegevoegd aan het model. Dit proces wordt herhaald totdat er geen variabelen meer over zijn of, zoals in ons geval, totdat het model niet meer verbetert door toevoeging van een nieuwe variabele.

## **4.2 Resultaten**

### **4.2.1 Vegetatieopnamen**

Zowel de bosopnamen als de graslandopnamen zijn relatief soortenarm. De bosopnamen bevatten vooral algemene soorten die overal op de Veluwe te vinden zijn. Het bos bestaat uit zowel naaldbomen als loofbomen. De ingezaaide graslanden verkeren in een witbolstadium met verder op veel plekken margrietten. Niet alle combinaties van vegetatieopnamen (18 in totaal) worden apart beschreven, maar een paar combinaties vertonen interessante verschillen. De opvallendste verschillen zijn aanwezig voor graf 11 (HP15473). Het is een bosopname, waarbij op het graf struikheide en lelietje-van-dalen groeiden en niet in de controleplot in de buurt. Het graf had geen of nauwelijks een humuslaag, wat voor deze soorten een kans kan hebben gegeven. Beide soorten waren wel in de omgeving aanwezig, maar dus niet in de controleopname. Aanplant door nabestaanden is onwaarschijnlijk, maar niet uit te sluiten. De heide op het graf was klein en zag eruit als recentelijk gekiemd. In het terrein is Bolderik aanwezig, die ook gevonden is op een van de graven en op de bijbehorende controleplot. In totaal zijn er 65 verschillende plantensoorten (inclusief mossen) gevonden in de vegetatieopnamen (zie Bijlage 1). Een deel van de graven vertoonde oppervlakkig graafwerk van waarschijnlijk muizen en konijnen, maar hierin schuilt geen risico dat de stoffelijke resten bloot komen te liggen.<sup>29</sup> Graaf- of wroetwerk van dassen of wilde zwijnen is niet aangetroffen op de graven of de controleplots. Wel zijn er in een grasland oppervlakkige graafsporen van vermoedelijk dassen gevonden die op zoek waren naar voedsel (emelten).

---

<sup>27</sup> Braak, ter C. J. F. 1985. Correspondence analysis of incidence and abundance data: properties in terms of a unimodal response model. *Biometrics* 41:859-873.

<sup>28</sup> Braak, ter C. J. F. 1985. Correspondence analysis of incidence and abundance data: properties in terms of a unimodal response model. *Biometrics* 41:859-873.

<sup>29</sup> IMSA, 2015. Kennis van natuurbegraven: enkele issues verder uitgediept. Intern NBN-rapport.

**Tabel 2** Gemiddelde (gem.) en standaardfout (s.e.) en aantal soorten voor graven en controleopname en per type. De p-waarde is op basis van een student's T-test. Er is alleen een significant verschil aanwezig voor de bossen (licht groen gemarkeerd).

|              |          | N | Gem.  | s.e. | P    |
|--------------|----------|---|-------|------|------|
| Alle opnamen | controle | 9 | 11,67 | 4,33 | 0,54 |
|              | graf     | 9 | 13,00 | 4,72 |      |
| Gras         | controle | 5 | 14,00 | 4,53 | 0,96 |
|              | graf     | 5 | 13,80 | 6,38 |      |
| Bos          | controle | 4 | 8,75  | 1,50 | 0,03 |
|              | graf     | 4 | 12,00 | 1,63 |      |

Tabel 2 geeft het gemiddelde aantal soorten per opname. Het aantal soorten in de graslanden ligt hoger dan in de bossen, wat meestal zo is op droge zandgronden, maar vergeleken met het landelijke gemiddelde voor Nederland (22 soorten) blijft het laag, vooral voor de graslanden waar meestal meer soorten dan het gemiddelde in voor komen. In het grasland is er geen significant verschil tussen het totaal aantal soorten op een graf en de controle. Voor bos is er een significant verschil aanwezig met meer soorten op de graven. Statistisch significante verschillen hebben een p-waarde kleiner dan 0,05.

#### 4.2.2 Bodemanalyses

Zowel in de graslanden als in de bossen zijn over het algemeen nutriëntenbeschikbaarheden laag (Tabel 2). Opvallend is de hoge calciumbeschikbaarheid in de graslanden, die ook veel hoger is dan in de bossen (zie voor een vergelijking abiotische randvoorwaarde voor vegetatietypen<sup>30</sup>). Dit is gunstig voor de beoogde vegetatieontwikkeling in de graslanden. Ook de pH in de graslanden is goed voor de ontwikkeling naar een bloemrijk grasland. De pH in de bossen ligt lager, zoals gebruikelijk, maar is voor de Veluwe normaal voor het aanwezige type bos. Het totale fosforgehalte in de graslanden is vrij hoog. Dit laatste is in overeenstemming met eerdere bevindingen van het veldonderzoek van B-ware.<sup>31</sup> Om fosfor af te voeren, wordt de bovenlaag (oude bouwvoor van het akkerland) van de bodem bij het delven van een graf afgevoerd. Alleen in de plaggen blijft dan nog een hogere concentratie van fosfor aanwezig. Deze bovenlaag is bemonsterd en geanalyseerd (bovenste 10 cm).

Er zijn geen significante verschillen aanwezig voor alle geanalyseerde bodemparameters tussen de graven en de controleopnamen, zowel voor het grasland als het bos (Tabel 3). Er zijn wel voor een paar parameters verschillen aanwezig die bijna significant zijn en dus zouden kunnen duiden op een trend (p-waarden weergegeven in lichtgroen). Dit geldt voor het totale stikstofgehalte, totale fosforgehalte, het calciumgehalte en de pH, alle in het bos. In de graven is het N-gehalte en het P-gehalte lager, het calciumgehalte lager en de pH hoger. Behalve voor het Ca-gehalte, wat voor de vegetatie beter hoger kan zijn, is dit gunstig en komt dit waarschijnlijk door het verwijderen van de bovenste nutriëntenrijke laag bij het delven van het graf. Veelal zijn de nutriëntengehalten te hoog voor de te ontwikkelen vegetaties. Het verwijderen van strooisel en daardoor het verwijderen van nutriënten en het omkeren van de grond in het bos zorgen waarschijnlijk voor lagere nutriëntengehalten. Het lagere calciumgehalte is ongunstig. Dit effect komt overeen met de verwachting op basis van de metingen van de diepste laag in het vers gedolven graf. Opvallend is dat dit niet significant effect alleen optreedt in het bos en niet in de graslanden. In de graslanden zijn er geen trends aanwezig, de aanwezige verschillen zijn duidelijk niet significant.

<sup>30</sup> Wamelink, G.W.W. en M.H.C. van Adrichem (eds.) 2011. Eindrapport project ecologische condities. Alterra-rapport 2195.

<sup>31</sup> Mullekom, van M., & F. Smolders. 2011. bodemchemisch onderzoek natuurbegraafplaats Heidepol. B-ware. Rapportnummer: 2011.57.

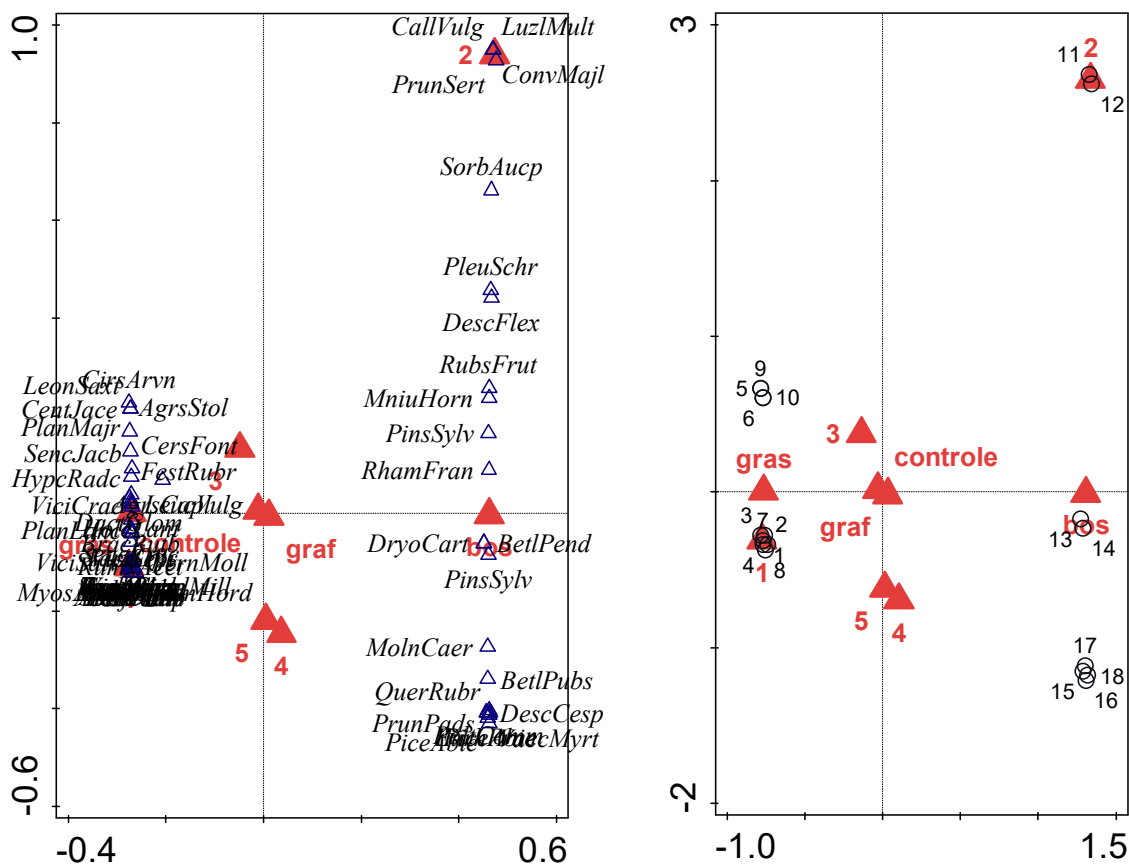
**Tabel 3** Gemiddelde waarden van de bodemanalyses met standaardfout (s.e.) en p-waarde voor de vergelijking tussen controle en graf per vegetatietype (p-waarden kleiner dan 0,05 duiden op statistisch significante verschillende waarden voor T-test). Met: K: kalium, Nt: totaal stikstofgehalte, Pt: Totaal fosforgehalte, Mg: magnesiumgehalte, NH<sub>4</sub>: ammoniumgehalte, NO<sub>3</sub>: nitraatgehalte, Ca: calciumgehalte en pH: zuurgraad van de bodem (de basisdata staan in Bijlage 2). Er zijn geen statistische verschillen aanwezig, al lijkt er een trend aanwezig in de bossen (licht groen gemarkeerd).

| gras/bos | graf/controle | N | K   | Gem | s.e.  | P     | Nt   | Gem   | s.e.  | P    | Pt    | Gem  | s.e. | P     | Mg   | Gem   | s.e. | P    | NH <sub>4</sub> | Gem  | s.e. | P   | NO <sub>3</sub> | Gem   | s.e. | P     | Ca    | Gem | s.e. | P | pH |
|----------|---------------|---|-----|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|-----------------|------|------|-----|-----------------|-------|------|-------|-------|-----|------|---|----|
| bos      | controle      | 4 | 294 | 162 | 0,242 | 0,085 | 2,78 | 0,46  | 0,096 | 22   | 123   | 40   | 7,8  | 0,108 | 2,51 | 12,58 | 2,51 | 0,11 | 1,7             | 0,50 | 0,32 | 179 | 39              | 0,068 | 3,96 | 0,09  | 0,062 |     |      |   |    |
|          | graf          | 4 | 417 | 99  | 1,55  | 1,10  | 88   | 28    | 23    | 15,8 | 8,13  | 4,08 | 1,15 | 0,88  | 99   | 60    | 4,22 | 0,21 |                 |      |      |     |                 |       |      |       |       |     |      |   |    |
| gras     | controle      | 5 | 333 | 3   | 0,149 | 1,22  | 0,19 | 0,213 | 480   | 132  | 0,486 | 34   | 8,3  | 0,903 | 2,98 | 1,02  | 0,59 | 0,26 | 0,13            | 0,16 | 955  | 443 | 0,299           | 5,71  | 0,48 | 0,628 |       |     |      |   |    |
|          | graf          | 5 | 398 | 91  | 1,06  | 0,18  | 427  | 97    | 33    | 7,8  | 3,38  | 1,24 | 0,8  | 0,77  | 691  | 295   | 5,85 | 0,39 |                 |      |      |     |                 |       |      |       |       |     |      |   |    |



### 4.2.3 Multivariate analyse

Een CCA maakt het mogelijk om opnamen, grafkenmerken en soorten in een figuur te plaatsen zodat ze met elkaar vergeleken kunnen worden. De CCA scheidt de opnamen op basis van grafkenmerken (wel/geen graf, gras of bos, ouderdom van het graf) en de aanwezige soorten in de opnamen. Daarnaast worden de grafkenmerken van elkaar gescheiden op basis van de opnamen waar ze bij horen. Tot slot worden de soorten van elkaar gescheiden. Soorten, opnamen en grafkenmerken die heel verschillend zijn, komen dan ver uit elkaar te liggen (Figuur 6). Opnamen, soorten en grafkenmerken met bijna dezelfde eigenschappen komen dicht bij elkaar te liggen. Belangrijkste onderscheid is tussen de bos- en graslandopnamen. Binnen de bossen is er een scheiding tussen de wat nattere delen en drogere delen van het terrein. Opvallend is dat de verschillen tussen graf en controle heel erg klein zijn (de driehoeken van de graven en bijbehorende controle vallen meestal bijna over elkaar, hoe kleiner de afstand tussen de paren hoe kleiner het verschil); er zijn geen wezenlijke verschillen tussen de graven en de naaste omgeving (Figuur 6).



**Figuur 6** CCA van de vegetatieopnamen met links de soorten en de opnamekenmerken en rechts de opnamen en de opnamenkenmerken. Voor de afkortingen van de soorten zie Bijlage 1, waarbij de afkortingen in de figuur bestaan uit de eerste vier letters van de geslachtsnaam en de soortnaam. In woorden worden de kenmerken bos, gras, graf en controle weergegeven. De driehoeken geven de leeftijd van het graf in jaren weer. De controle en graf zijn in paren genummerd, waarbij het oneven nummer steeds het graf is, 1 en 2 zijn een paar, 3 en 4 zijn een paar etc. De graslandopnamen lopen van 1 tot en met 10. Hoe dichter twee soorten en kenmerken bij elkaar liggen, hoe meer ze op elkaar lijken. Bijvoorbeeld: opnamennummer 11 en 12 (zwarte rondjes rechtse figuur) liggen bijna helemaal over elkaar en verschillen dus niet van elkaar. De samenvatting van de analyse is te vinden in Bijlage 4.

De voorwaartse selectie op opnamekenmerken (bos/gras, ouderdom en graf/controlle) laat zien dat de meeste variantie wordt verklaard door of het bos of gras, meer dan door de ouderdom van de graven (Tabel 4). De verschillen tussen de opnamen wordt dus vooral veroorzaakt door het verschil in vegetatietype (bos/grasland) en dan door de ouderdom van het graf. Het verschil tussen graf en controle is niet significant en draagt dus niet wezenlijk bij aan de gevonden verschillen. Dus er is geen effect van het aanleggen van de graven op de soortensamenstelling.

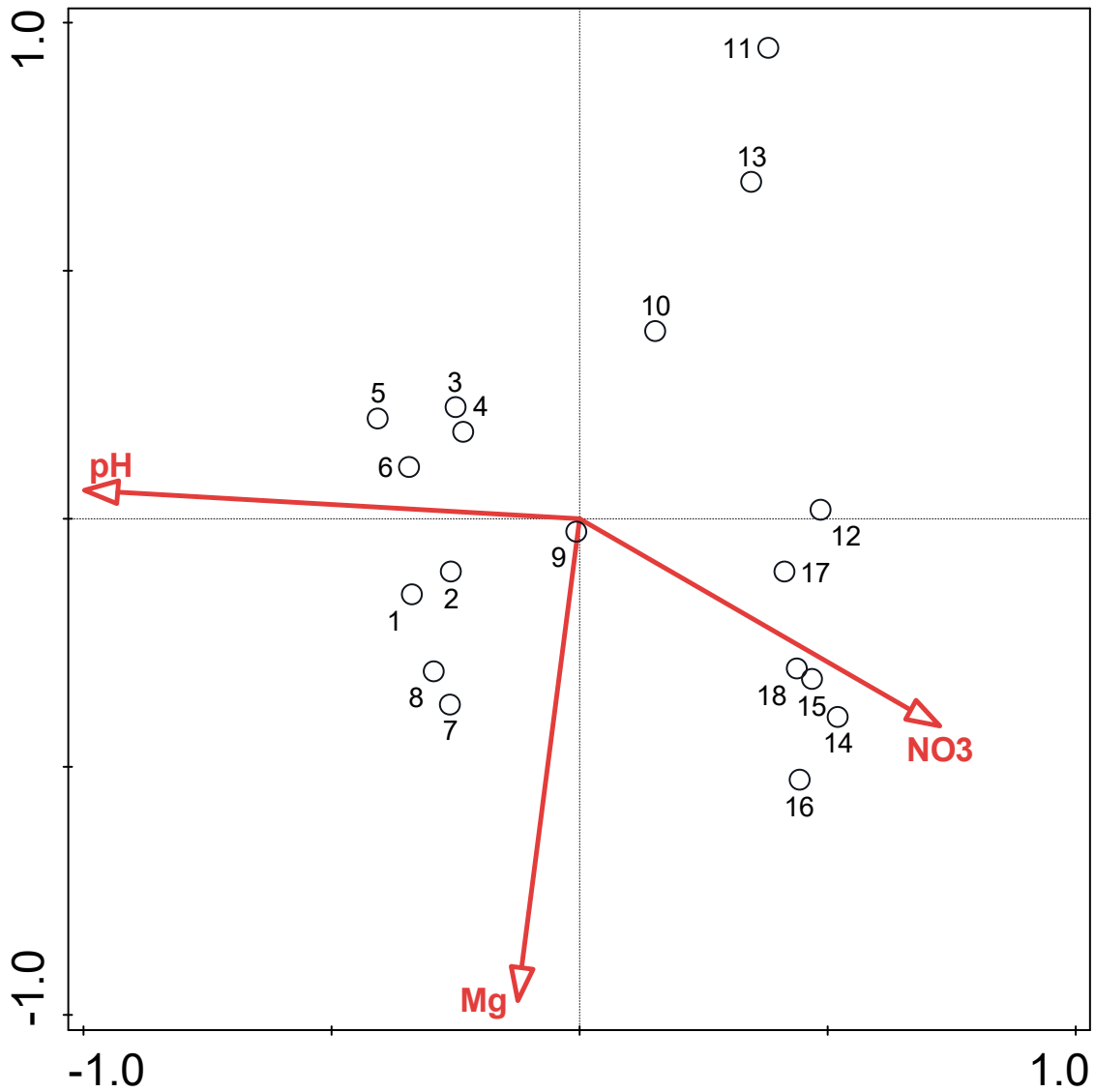
**Tabel 4** Voorwaartse selectie op basis van de kenmerken van de opnamen (dus exclusief bodemanalyses). Alleen significante verklarende variabelen zijn opgenomen. De resultaten geven aan dat het verschil tussen bos en grasland voor het grootste deel de verschillen in soortensamenstelling verklaart en daarna de ouderdom van het graf.

| Naam            | % verklaard | % bijdrage | pseudo-F | p     |
|-----------------|-------------|------------|----------|-------|
| bos/gras.bos    | 23,6        | 41,4       | 4,9      | 0,002 |
| bos/gras.gras   | 23,6        | 41,4       | 4,9      | 0,002 |
| ouderdom graf.2 | 10,0        | 17,5       | 2,3      | 0,004 |
| ouderdom graf.1 | 8,6         | 15,1       | 2,1      | 0,006 |
| ouderdom graf.4 | 6,1         | 10,7       | 1,5      | 0,024 |

Figuur 7 laat zien dat de eerste as nagenoeg gecorreleerd is met de pH en de tweede as met Magnesium. De pijlen voor beide lopen bijna parallel, hetgeen betekent dat soorten vooral door pH en Mg uit elkaar worden getrokken en worden gepositioneerd in de figuur. Dit komt waarschijnlijk overeen met het verschil bos-gras, waarbij de bossen een lage pH hebben en de graslanden een hoge pH. Soorten die dicht bij elkaar zijn gepositioneerd, hebben een voorkeur voor dezelfde pH, Mg en NO<sub>3</sub> omstandigheden. Op basis van een volledige CCA zijn deze twee en nitraat gekozen als de belangrijkste verklarende bodemparameters. Omdat het aantal waarnemingen ten opzichte van het aantal verklarende variabelen klein is, kunnen niet alle bodemparameters mee worden genomen (zie Bijlage 5 voor de volledige informatie). Anders dan voor de CCA met de opnamekenmerken (Figuur 8) en als alle bodemparameters worden meegenomen, liggen niet alle paren graf/controlle dicht bij elkaar. De opnameparen 9, 10 (grasland) en 11, 12 en 13, 14 (bossen) liggen relatief ver uit elkaar en de verschillen zijn vooral gecorreleerd met de tweede as, wat aangeeft dat het om verschillen in magnesiumgehalte gaat. In bos was het aantal soorten per opname ook significant hoger dan in de controle. Waarschijnlijk is het magnesiumgehalte inwisselbaar met het calciumgehalte in de bodem (en algemeen basische kationen c.q. basenbezetting). Dit blijkt ook uit de individuele waarnemingen, al zijn de verschillen niet heel erg groot.

Op basis van zowel de soortensamenstelling als de bodemanalyse kan gesteld worden dat er geen significant verschil aanwezig is tussen de graven en de controle plots. Dit geeft aan dat voor de onderzochte situatie, bos en jong grasland er geen verschillen zijn. Natuurbegraven heeft in deze situatie dus geen wezenlijke invloed op de bodem of de soortensamenstelling.





**Figuur 8** CCA van de opnamen met de drie geselecteerde bodemparameters. De controle en graf zijn in paren genummerd, waarbij het oneven nummer steeds het graf is, 1 en 2 zijn een paar, 3 en 4 zijn een paar etc. De graslandopnamen lopen van 1 tot en met 10. Hoe dicht bij elkaar twee opnamen liggen, hoe meer ze op elkaar lijken. De samenvatting van de analyse is te vinden in Bijlage 6. Bijlage 5 geeft de basisanalyse voor alle bodemparameters.

---

# 5 Discussie en conclusie

## 5.1 Discussie

### **Uitgangssituatie**

Op gebiedsniveau is de uitgangssituatie van belang. Heidepol was vroeger deels als grasland, deels als akker en deels als productiebos in gebruik. Op Heidepol wordt een omvormingsbeheer gevoerd en is instandhoudingsbeheer (nog) niet aan de orde. Dat betekent dat er diverse maatregelen genomen worden om de natuurwaarde te verhogen. Het gaat onder meer om verschrallingsbeheer, afplaggen, kappen van bomen en aanplanten van andere bomen en struweel. Door deze beheermaatregelen is het gebied aan een sterke dynamiek onderhevig, die een veel grotere impact kan hebben dan natuurbegraven heeft. Hoewel de beheermaatregelen uitsluitend vanuit een natuuroogpunt worden genomen, is het wel zo dat in sommige gevallen natuurbegraven mee kan profiteren.

### **Bodemverstoring**

Wat betreft de effecten van het begraven zelf, moet onderscheid worden gemaakt tussen de verstoring van de bodem en de verstoring van de oppervlakte rond het graf. Dit onderscheid is belangrijk, omdat bodemverstoring veel langer doorwerkt dan verstoring aan de oppervlakte. Verstoring van de bodem vindt per graf plaats over een oppervlakte van circa 3,5 m<sup>2</sup>. Dit is een groter oppervlak dan waar in het beheerplan van de Natuurbegraafplaats Heidepol van uitgegaan wordt<sup>32</sup>. Gemiddeld komen er 425 graven per hectare, dat betekent dat ongeveer 15 procent van de bodem verstoord is wanneer het terrein vol is. De graven worden niet homogeen over de natuurbegraafplaats verspreid. Op sommige delen van het terrein worden geen graven toegestaan en zal derhalve 0% vergraven worden. Daar waar graven gepland zijn, zal de graf dichtheid gaan variëren van circa 200 tot maximaal 1000 graven per hectare. De hoeveelheid vergraven grond zal circa 7% in de waardevolle delen tot maximaal 35% op een deel van de voormalige landbouwgronden zijn. Het plan is om op Natuurbegraafplaats Heidepol binnenkort een kleiner frame en kleinere kraan te gebruiken. Hierdoor zal de hoeveelheid vergraven grond per graf kleiner worden, waardoor ook het maximale percentage omlaag zal gaan.

### **Vegetatie**

Sinds de omvorming naar natuurgebied is een nieuwe vegetatie in ontwikkeling. Door bij het delven van een graf de pluggen apart te leggen en naderhand terug te plaatsen, wordt voorkomen dat de nieuw ontwikkelde vegetatie afsterft. Tijdens het veldbezoek heeft Wageningen Environmental Research geadviseerd om, voordat een nieuw graf wordt gegraven, ook het graf zelf te maaien. Dit werd tot nu toe niet gedaan. Door het maaien wordt de verdamping vanuit de plag beperkt, wat vooral in de zomer tot een grotere kans op overleving van de vegetatie leidt.

De graslanden en akkers worden omgevormd tot bloemrijk grasland. In de opnamen zijn in totaal 65 soorten gevonden, waarvan 41 in de graslanden. Vegetatiekundig zitten de graslanden nog in het witbolstadium en komen er relatief weinig soorten in voor. In de bossen zijn in de opnamen struikheide en lelietje-van-dalen gevonden. De bossen zijn relatief soortenarm en bevatten vooral algemene soorten die overal op de Veluwe te vinden zijn. Het aantal soorten op de graven in de bossen is net aan significant hoger dan in de controleopnamen.

Het calciumgehalte is in een deel van de graslanden behoorlijk hoog, zelfs hoog genoeg om een kalkgrasland te kunnen verwachten, voor heischrale graslanden is het zelfs wat aan de hoge kant. De gehalten in het bos zijn zoals verwacht lager, maar voor oude eikenbossen of Beuken-eikenbossen met hulst hoog genoeg. De stikstofbodemparameters zijn redelijk tot behoorlijk laag en vergeleken met de randvoorwaarden voor bovengenoemde natuurtypen goed. Voor de graslanden die nog niet zo heel

---

<sup>32</sup> Praedium, 2011. Beheerplan Natuurbegraafplaats Heidepol, Heidepol; gemeente Arnhem en gemeente Ede. Veghel, 2011.

---

lang geleden zijn omgezet van bemeste akkers is dat opvallend te noemen. Dit is anders voor de totaal fosforgehalten in de bodem. Daar waar die voor de bossen prima zijn, zijn die voor de graslanden nog aan de hoge kant en buiten het bereik van heischrale graslanden en kalkgraslanden. Door de vrij hoge calciumgehalten is het echter de vraag hoeveel van die fosfor ook daadwerkelijk beschikbaar is voor de vegetatie. Dat is niet onderzocht, maar zou lager kunnen zijn en al wel aan de vereisten kunnen voldoen. Het kaliumgehalte is in zowel de graslanden als de bossen hoog, in de graslanden zou dit aan het landbouwkundige verleden kunnen liggen. De pH is in de bossen prima, en in de graslanden afhankelijk van het doel goed tot matig. Voor echte kalkgraslandachtige vegetatie is het te laag, maar voor heischraal grasland of bloemrijk grasland is het prima.

Samenvattend zijn de pH en de stikstofbeschikbaarheid goed, maar lijken totaal fosfor en kalium nog te hoog, vooral in de graslanden. De graslanden lijken op het ogenblik beperkt te worden door stikstof. Dit is op zich goed, maar de hoge fosforgehalten zouden ervoor kunnen zorgen dat de vegetatie op termijn niet door het zogenaamde witbolstadium komt. Het open maken (terug zetten in successie) van de graslanden in het huidige witbolstadium kan een positief effect hebben op de doorontwikkeling van de graslanden. Ook het beleid van Natuurbegraafplaats Heidepol om een deel van de bodemlaag net onder de wortelzone af te voeren, kan hier een positief effect op hebben.

De abiotische verschillen tussen de opnamen op de graven en de controleplots zijn klein volgens de multivariate analyses (zie o.a. Bijlage 5) en in de bossen nagenoeg afwezig. Het terugleggen van de plaggen zal hier ook aan bijdragen. In de graslanden zijn de verschillen iets groter dan in de bossen en de variatie in de graslanden is ook groter. Dat laatste geeft ook mogelijkheden tot verschillende typen graslanden. Wanneer graven en controleopnamen per type paarsgewijs worden vergeleken, zijn er zelfs geen significante verschillen aanwezig.

Dit alles geeft aan dat er momenteel geen wezenlijke verschillen zijn tussen de graven en de controleplots en dat het natuurbegraven dus tot nu toe geen effecten laat zien, uitgezonderd iets meer soorten op de graven in de bossen ten opzichte van de controleplots (12 om 9). Typische ruderaal soorten zoals grote klaproos en zachte ooievaarsbek zijn wel gevonden, maar die komen nog in het hele gebied voor, dus niet alleen op de graven. Dit kan op de lange termijn veranderen, vooral als de graslanden zich verder gaan ontwikkelen en er meer (zeldzame) soorten gaan voorkomen in de nu nog relatief soortenarme vegetaties. Natuurbegraven kan er dan toe leiden dat er pleksgewijs een tijdelijke teruggang in het successiestadium plaatsvindt. Overigens kunnen natuurlijke graafwerkzaamheden van mollen, konijnen, dassen of mieren dit effect ook hebben. Voordeel is dat ruderaal soorten ook een kans krijgen om te overleven en dat er meer variatie in de vegetatie ontstaat. Na verloop van tijd zullen de plekken weer een hetzelfde successiestadium bereiken.

Het begraven in het bos heeft tot gevolg dat de strooisellaag dunner of deels afwezig is (zie Bijlage 3). De dunnere strooisellaag is waarschijnlijk te relateren aan de werkzaamheden van het graven en terugleggen. Een deel zal onbewust verloren gaan, maar in het beheer wordt er ook bewust voor gekozen om plaatselijk de strooisellaag te verwijderen. De strooisellaag zal weer snel opbouwen en het geeft een moment van mogelijke vestiging van soorten, zoals de heide die aanwezig is op een van de bosgraven.

### **Betekenis bodemverstoring voor vegetatie**

Bij het delven van het graf wordt de grond in volgorde teruggestort. Het omkeren van de grond zou hiervoor een alternatief kunnen zijn, omdat de diepere bodemlaag nutriëntenarmer is en daardoor geschikter is voor de gewenste vegetatie. De analyses geven aan dat dit ook het geval is (monsters 19 en 20 in Bijlage 2). De pH is in de onderste bodemlaag relatief laag en ook het calcium- en magnesiumgehalte is laag. Het is de vraag of het omkeren van de bodem nuttig is; alleen het fosforgehalte zou door omkeren flink lager kunnen worden, maar ook het calcium- en magnesiumgehalte en de pH zouden lager kunnen worden. Een lagere pH, calcium- en magnesiumgehalten zijn niet gunstig voor de vegetatie. Ons advies is daarom om het belang van de hoge calcium- en magnesiumgehalten zwaarder te laten wegen dan de lagere fosfaatgehalten en de grond niet om te keren, maar zo veel mogelijk in dezelfde volgorde terug te storten.

---

## 5.2 Conclusie

Het natuurbegraven heeft geen blijvend negatieve invloed op de vegetatie, niet in de bossen en niet in de nog jonge graslanden. De analyses laten een eensluidend beeld zien: er zijn geen wezenlijke verschillen te vinden tussen de graven en de controleopnamen. De belangrijkste verschillen worden verklaard door verschillen in gras/bos, leeftijd van het graf en in de bodem pH, magnesium en stikstof. Geen van de individueel geteste verschillen per vegetatietype tussen graf en controle is significant. Op Natuurbegraafplaats Heidepol is er op het ogenblik dus geen wezenlijk effect te vinden van het natuurbegraven op de geteste abiotische bodemparameters (pH, totaal stikstof en fosfor, nitraat en ammoniak en magnesium en calcium).

Deze conclusie geldt voor de huidige situatie op Natuurbegraafplaats Heidepol en voor vergelijkbare situaties elders. Het is, zover bekend, de eerste keer dat een natuurbegraafplaats op deze manier onderzocht is. We bevelen aan om een vergelijkbaar onderzoek voor meer natuurtypen te doen en na verloop van tijd nogmaals te herhalen, waardoor het beleid en de praktijk zich kunnen blijven baseren op goede, door onderzoek verkregen informatie.

---

# Literatuur

## Literatuur

Bomenwacht Nederland, 2015. Boomtechnisch onderzoek. 2 bomen Natuurbegraafplaats 'Heidepol' Arnhem.

Braak, ter, C.J.F., 1985. Correspondence analysis of incidence and abundance data: properties in terms of a unimodal response model. *Biometrics* 41:859-873.

Braun-Blanquet, J., 1921. Principien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. *Jb. St. Gall. Natur.*57.

Haas, de, W. en E.A. de Vries, 2013. Natuurbegraafplaatsen in Nederland; Landelijke inventarisatie 2013. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2470.

IMSA, 2015. Kennis van natuurbegraven: enkele issues verder uitgediept. Intern NBN-rapport.

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

Mullekom, van, M. & F. Smolders, 2011. Bodemchemisch onderzoek natuurbegraafplaats Heidepol. B-ware. Rapportnummer: 2011.57

Praedium, 2010. Masterplan Natuurbegraafplaats Heidepol, ruimtelijke voorwaarden, visie en inrichtingsplan; gemeente Arnhem en gemeente Ede. Veghel, 2010

Praedium, 2011. Beheerplan Natuurbegraafplaats Heidepol, Heidepol; gemeente Arnhem en gemeente Ede. Veghel, 2011

Rumble, H.J., 2010. "Giving Something Back": A case study of woodland burial and human experience at Barton Glebe. Dept. for Theology and Religion, University of Durham. Unpublished PhD thesis.

Thomassen, E.A.H. et al., 2012. Protocol Natuurbegraven; Natuurbegraafplaats Heidepol. Heeze/Ede. Bosgroep Zuid Nederland/Bosgroep Midden Nederland

Vollmer & Partners, 2011. Landschap als nalatenschap; ontwerpverkenning naar natuurbegraafplaatsen in het Nederlandse landschap. Amersfoort, 2011

Wamelink, G.W.W. en M.H.C. van Adrichem (eds.) 2011. Eindrapport project ecologische condities. Alterra-rapport 2195. <http://edepot.wur.nl/176011>.

## Websites

<http://natuurbegraafplaats-waaromniet.nl/>

<http://deeplink.rechtspraak.nl/uitspraak?id=ECLI:NL:RBROE:2011:BR0393>.

<http://www.ruimtelijkeplannen.nl/web-roo/roo/>

<http://wetten.overheid.nl/BWBR0009080/2013-01-01>

<http://www.canoco5.com/>



# Bijlage 1 Veldopname grafdelven

| ALGEMEEN                         |                             |   |   |  |
|----------------------------------|-----------------------------|---|---|--|
|                                  |                             | Graf 1  | Graf 2  | opmerkingen  |
| <b>Enkel of dubbelgraven</b>     |                             | enkel   | enkel   |  |
| <b>volldig graf of urnengraf</b> |                             | volledig graf   | volledig graf   |  |
| <b>locatie graf</b>              | coördinaten                 | zie kaart   | zie kaart   |  |
| <b>omgeving</b>                  | bos/weide                   | weide   | weide   |  |
| GRAVEN VAN HET GRAF              |                             |   |   |  |
| <b>werkwijze</b>                 | machinaal/handmatig         | machinaal   | machinaal   |  |
| <b>naam</b>                      |                             | Hanza APZ351  | Hanza APZ351  |  |
| <b>inhoud van de bak</b>         |                             | 0.13m3  | 0.13m3  |  |
| <b>eigenschappen machine</b>     |                             |   |   | Niet gewogen, maar er zijn verschillende varianten in omloop, waarbij het gewicht varieert tussen tenminste 4500kg en 5500 kg. |
|                                  | gewicht (in kg)             | circa 4800 kg   | circa 4800 kg   |  |
|                                  | wielbasis (breedte)         | breedte wielbasis 1.55;<br>banden 30 cm                     | breedte wielbasis 1.55;<br>banden 30 cm                     |  |
|                                  | soort banden                | luchtbanden   | luchtbanden   |  |
| <b>rijafstand buiten paden</b>   | meters                      | 5.8   | 4.1   | alleen graafmachine rijdt buiten pad, aanhanger bleef op het pad doordat graven nabij paden lagen                              |
| <b>Diepte van het graf</b>       | diepste punt                | 1.3   | 1.35  |  |
|                                  | ondiepste punt              | 1.05  | 1.1   |  |
| <b>grondvlak graf</b>            | lengte                      | 2.7   | 2.55  |  |
|                                  | breedte                     | 1.25  | 1.225   |  |
| <b>grondvlak op maaiveld</b>     | lengte                      | 2.7   | 2.8   |  |
|                                  | breedte                     | 1.25  | 1.3   |  |
| <b>dikte van de plag</b>         | dikte (variatie)            | 10 cm; 10 cm; 10 cm   | 8 cm - 10 cm - 15 cm  |  |
| <b>bodemprofiel</b>              | dikte L1 (bovenlaag)        |   |   | bovenste laag wordt ten dele afgevoerd; gaat om 4 tot 5 bakken. Verder zie foto's  |
|                                  | dikte L2                    |   |   |  |
|                                  | dikte L3                    |   |   |  |
|                                  | dikte L4                    |   |   |  |
| <b>spoorvorming</b>              | cm tov maaiveld             | 0   | 0   | Veld was droog en hard waarop geen spoorvorming zichtbaar was; elders in het veld wel oudere sporen gevonden                   |
| <b>oppervlakte werkruimte</b>    | opp grondopslag (*b)        | 2.4 bij 4.5   | 4.00 bij 2.60   | houten platen waarop grond ligt hebben andere afmetingen, maar er ligt nog wat naast   |
|                                  | opp gemaaid incl. graf (*b) | 7.80 bij 3.9  | 4.75 bij 4.75   |  |
|                                  | opp overig                  | 1.2 bij 2.8   | 1.2 bij 2.9   | oppervlakte voor opslag van de plag. Oppervlakte van rijpad nog meerekenen bij totaal  |
| DICHTEN VAN HET GRAF             |                             |   |   |  |
| <b>werkwijze</b>                 | machinaal/handmatig         | machinaal   | machinaal   |  |
| <b>machine</b>                   | naam                        | Hanza APZ351  | Hanza APZ351  |  |
| <b>gewicht</b>                   | kg                          |   |   |  |
| <b>wielbasis</b>                 | lbh?                        | zie bij graven van graf                                     | zie bij graven van graf                                     |  |
|                                  | lucht/heliumband/rups       | zie bij graven van graf                                     | zie bij graven van graf                                     |  |
| <b>rijafstand buiten paden</b>   | meters                      | zelfde rijpaden als bij graf graven                         | zelfde rijpaden als bij graf graven                         |  |
| <b>Wijze van vullen</b>          | eerst L1 of eerst L4?       | reeds 4-5 bakken afgevoerd, rest gewoon terugstorten.       | reeds 4-5 bakken afgevoerd, rest gewoon terugstorten.       |  |
| <b>Hoeveelheid Restgrond</b>     | lbh?                        | tussen de 0.5 en 3 bakken                                   | tussen de 0.5 en 3 bakken                                   |  |
| <b>Terugleggen van de plag</b>   |                             | Plag als laatste er op gelegd. Evt. Handmatig recht leggen. | Plag als laatste er op gelegd. Evt. Handmatig recht leggen. |  |
| <b>spoorvorming</b>              | cm tov maaiveld             | 0   | 0   | Veld was droog en hard waarop geen spoorvorming zichtbaar was; elders in het veld wel oudere sporen gevonden                   |
| <b>oppervlakte werkruimte</b>    | opp overig                  | Zie rijafstand buiten paden bij "graf graven"               | Zie rijafstand buiten paden bij "graf graven"               |  |

# Bijlage 2 Vegetatieopnamen

| Table number                     | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        | 10       | 11       | 12       | 13       | 14       | 15       | 16       | 17       | 18       |          |
|----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Gras/bos                         | gras     |          |          |          |          |          |          |          |          |          | bos      |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Graf (g)/controle (c)            | g        | c        | g        | c        | g        | c        | g        | c        | g        | c        | g        | c        | g        | c        | g        | c        | g        | c        |          |
| Date (year/month/day)            | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170601 | 20170602 | 20170602 | 20170602 | 20170602 | 20170602 | 20170602 | 20170602 | 20170602 |
| Relevé area (m <sup>2</sup> )    | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        |
| Cover total (%)                  | 80       | 98       | 80       | 80       | 75       | 90       | 80       | 95       | 95       | 95       | 80       | 100      | 85       | 85       | 75       | 90       | 99       | 100      |          |
| Cover herb layer (%)             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 75       | 70       | 10       | 10       | 40       | 50       |          |
| Cover moss layer (%)             | 5        | 10       | 1        | 0        | 5        | 25       | 30       | 5        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 20       | 10       | 0        | 0        | 0        |          |
| Aantal soorten                   | 20       | 18       | 19       | 17       | 13       | 16       | 13       | 12       | 4        | 7        | 12       | 8        | 14       | 11       | 12       | 8        | 10       | 8        |          |
| <i>Achillea millefolium</i>      | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Hypochoeris radicata</i>      | +        | .        | +        | 1        | .        | 1        | .        | .        | .        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Leucanthemum vulgare</i>      | 1        | 1        | .        | 1        | 3        | 1        | 1        | 2a       | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Senecio jacobaea</i>          | 1        | .        | .        | .        | +        | 1        | .        | +        | .        | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Myosotis arvensis</i>         | +        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Vicia cracca</i>              | +        | 2m       | +        | +        | +        | 1        | 1        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Vicia sativa</i>              | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Geranium molle</i>            | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Papaver rhoeas</i>            | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Rumex acetosella</i>          | 2a       | 2b       | 2b       | 2a       | 1        | 1        | 1        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Plantago lanceolata</i>       | 2b       | 2a       | .        | +        | 2a       | 3        | 1        | 2a       | .        | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Viola arvensis</i>            | +        | .        | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Luzula campestris</i>         | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Festuca rubra</i>             | 2a       | 3        | 1        | .        | 3        | 2b       | 2b       | 2a       | .        | 3        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Bromus hordeaceus</i>         | +        | .        | 1        | 2b       | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Agrostis capillaris</i>       | 2a       | 2b       | .        | +        | 1        | .        | .        | .        | 4        | 3        | .        | .        | 2m       | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Holcus lanatus</i>            | 2b       | 2b       | 3        | 1        | 2b       | 3        | 3        | 4        | 2a       | 3        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Brachytecium rutabulum</i>    | 2a       | 2a       | 1        | .        | 1        | .        | 2b       | 2a       | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Bellis perennis</i>           | .        | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Cerastium fontanum</i>        | .        | +        | .        | .        | r        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Vicia sepium</i>              | .        | 2m       | +        | +        | .        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Trifolium pratense</i>        | .        | +        | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Trifolium repens</i>          | .        | +        | 1        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Poa pratensis</i>             | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Sonchus arvensis</i>          | .        | .        | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Senecio erucifolius</i>       | .        | .        | +        | .        | r        | .        | .        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Erodium cicutarium</i>        | .        | .        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Cynosurus cristatus</i>       | .        | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Lolium multiflorum</i>        | .        | .        | 1        | .        | .        | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Lolium perenne</i>            | .        | .        | 2a       | 3        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Taraxacum officinale</i>      | +        | 1        | +        | +        | .        | 2m       | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Acer pseudoplatanus</i>       | .        | .        | .        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Agrostis stolonifera</i>      | .        | .        | .        | +        | .        | 1        | .        | .        | 2a       | 2a       | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>     | .        | .        | .        | 1        | .        | .        | 2a       | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Cirsium arvense</i>           | .        | .        | .        | .        | 1        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Plantago major</i>            | .        | .        | .        | .        | 2a       | 1        | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Centaurea jacea</i>           | .        | .        | .        | .        | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Leontodon saxatilis</i>       | .        | .        | .        | .        | .        | +        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Rumex obtusifolius</i>        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | r        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Dactylis glomerata</i>        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | 3        | 1        | 3        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        | .        |          |
| <i>Rhytidadelphus squarrosus</i> | .        | 1        | .        | .        | .        | .        | 2a       | .        | .        | .        | .        | .        | 1.       | .        | .        | .        | .        | .        |          |

| Table number                                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| <i>Pinus sylvestris</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | r  | .  | r  | .  | .  | .  | r  | .  |
| <i>Calluna vulgaris</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | 1  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Sorbus aucuparia</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | +  | r  | r  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Rubus fruticosus</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | 2b | .  | 2a | 1  | .  | .  | 1  | r  |
| <i>Luzula multiflora</i>                          | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | 1  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Convallaria majalis</i>                        | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | 1  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>                       | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | 3  | 5  | 2m | 2m | .  | 1  | .  | 1  |
| <i>Mnium hornum</i>                               | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | 1  | 2a | 2a | 1  | 2a | .  | .  | .  |
| <i>Pleurozium schreberi</i>                       | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | 2m | 2b | .  | .  | .  | .  |
| <i>Pinus sylvestris</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | 2b | 4  | 4  | 2b | 2a | 3  | 2a |
| <i>Prunus serotina</i>                            | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | 2a | .  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Rhamnus frangula</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | r  | r  | R  | .  | r  | .  | .  |
| <i>Dryopteris carthusiana</i>                     | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | r  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Betula pendula</i>                             | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | r  | .  | .  | .  | .  | .  |
| <i>Molinia caerulea</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | 3  | 3  | +  | 2a | 2b | 3  |
| <i>Betula pubescens</i>                           | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | R  | +  | r  | r  | .  |
| <i>Picea abies</i>                                | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | 3  | 2b | .  | .  |
| <i>Vaccinium myrtillus</i>                        | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | 1  | .  | r  | 1  |
| <i>Quercus rubra</i>                              | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | 3  | 5  | 5  | 5  |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>                      | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | 1  | .  | .  | .  |
| <i>Eurhynchium praelongum</i>                     | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | 2m | .  | .  | .  |
| <i>Prunus padus</i>                               | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | .  | +  | .  | .  |
| <i>Picea abies</i>                                | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | .  | .  | +  | 1  |
| <i>Polytrichum commune</i> var <i>perigoniale</i> | . | . | . | . | . | . | . | . | . | .  | .  | .  | .  | .  | .1 | .  | 3  | 2m |
| <i>Vicia hirsuta</i>                              | + |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Cerastium fontanum</i>                         |   | + |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Sonchus arvensis</i>                           |   |   | r |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Agrostemma githago</i>                         |   |   | r | r |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Campylopus flexuosus</i>                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Campylopus introflexus</i>                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Carex pilulifera</i>                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 1  |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Hypnum jutlandicum</i>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    | 2a | 3  |    | 1  | 1  |    |    |    |
| <i>Dicranum scoparium</i>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | 1  |    |    | 1  |    | 1  |    |
| <i>Pseudoscleropodium purum</i>                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 1  | 1  |    |    |    |    |
| <i>Polytrichum commune</i>                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 1  |    |    |    |    |    |

---

## Bijlage 2a Kenmerken bemonsterde graven

| Nr. | Jaar | Graf/Controle | bos/gras | Nr.     | Plot nr. | Leeftijd |
|-----|------|---------------|----------|---------|----------|----------|
| 1   | 2012 | Graf          | gras     | HP03252 | 9        | 5        |
| 2   | 2012 | Controle      | gras     | HP03252 | 9        | 5        |
| 3   | 2016 | Graf          | gras     | HP10183 | 17       | 1        |
| 4   | 2016 | Controle      | gras     | HP10183 | 17       | 1        |
| 5   | 2014 | Graf          | gras     | HP13155 | 21       | 3        |
| 6   | 2014 | Controle      | gras     | HP13155 | 21       | 3        |
| 7   | 2013 | Graf          | gras     | HP01067 | N/A      | 4        |
| 8   | 2013 | Controle      | gras     | HP01067 | N/A      | 4        |
| 9   | 2014 | Graf          | gras     | HP03064 | 11       | 3        |
| 10  | 2014 | Controle      | gras     | HP03064 | 11       | 3        |
| 11  | 2015 | Graf          | bos      | HP15473 | 22       | 2        |
| 12  | 2015 | Controle      | bos      | HP15473 | 22       | 2        |
| 13  | 2014 | Graf          | bos      | C5      | 5        | 3        |
| 14  | 2014 | Controle      | bos      | C5      | 5        | 3        |
| 15  | 2013 | Graf          | bos      | HP09011 | 2        | 4        |
| 16  | 2013 | Controle      | bos      | HP09011 | 2        | 4        |
| 17  | 2012 | Graf          | bos      | HP0921  | 1        | 5        |
| 18  | 2012 | Controle      | bos      | HP0921  | 1        | 5        |

## Bijlage 3 Bodemanalyses

De eerste achttien monsters komen overeen met de achttien vegetatieopnamen (te koppelen via monsternummer), de laatste twee zijn analyses van bodem van de diepste laag van een vers gedolven graf in het grasland.

| Lab       | Monster                    | destructie H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -Se |                     |               | extractie 0,01M CaCl <sub>2</sub> |  |  | extractie<br>0,43M<br>HNO <sub>3</sub> | pH-H <sub>2</sub> O | vochtbepaling<br>(vers)            |
|-----------|----------------------------|--|---------------------|---------------|-----------------------------------|--|--|--|---------------------|------------------------------------|
|           |                            | F-AES<br>K   | SFA-<br>Nt/Pt<br>Nt | ICP-AES<br>Pt | ICP-AES<br>Mg                     | SFA-<br>CaCl <sub>2</sub><br>N-NH <sub>4</sub> | N-<br>(NO <sub>3</sub> +N<br>O <sub>2</sub> )<br>N | ICP-AES<br>Ca                          | pH-meter<br>pH      | droogstoof<br>Vocht<br>(vers-40°C) |
| code      | nr                         | [mg/kg]  | [g/kg]              | [mg/kg]       | [mg/kg]                           | [mg/kg]  | [mg/kg]  | [mg/kg]                                | [bij<br>20±1 °C]    | [% o,b,v,<br>veldvochtig]          |
|           | Aantoonbaar-<br>heidsgrens | 100  | 0,3                 | 100           | 0,5                               | 1  | 0,5  | 15                                     |                     | 0,3                                |
| <b>1</b>  | 1                          | 334  | 1,0                 | 385           | 38,4                              | 3,8  | 0,5  | 927                                    | 6,05                | 3,6                                |
| <b>2</b>  | 2                          | 338  | 1,3                 | 624           | 38,8                              | 2,8  | 0,2  | 1403                                   | 5,85                | 6,2                                |
| <b>3</b>  | 3                          | 330  | 0,9                 | 471           | 28,8                              | 2,0  | 0,1  | 591                                    | 5,88                | 2,9                                |
| <b>4</b>  | 4                          | 332  | 0,9                 | 515           | 29,9                              | 2,6  | 0,2  | 699                                    | 5,83                | 3,2                                |
| <b>5</b>  | 5                          | 500  | 0,9                 | 277           | 26,8                              | 3,4  | 0,5  | 641                                    | 6,28                | 3,4                                |
| <b>6</b>  | 6                          | 329  | 1,2                 | 388           | 31,7                              | 2,0  | 0,2  | 1028                                   | 6,10                | 4,3                                |
| <b>7</b>  | 7                          | 331  | 1,3                 | 489           | 44,2                              | 2,5  | 0,8  | 1019                                   | 5,82                | 4,0                                |
| <b>8</b>  | 8                          | 334  | 1,3                 | 571           | 45,0                              | 4,7  | 0,2  | 1312                                   | 5,91                | 4,7                                |
| <b>9</b>  | 9                          | 495  | 1,2                 | 513           | 27,5                              | 5,2  | 2,1  | 277                                    | 5,23                | 3,6                                |
| <b>10</b> | 10                         | 332  | 1,4                 | 304           | 23,5                              | 2,8  | 0,5  | 334                                    | 4,87                | 4,9                                |
| <b>11</b> | 11                         | 505  | 0,8                 | 77            | 7,8                               | 2,8  | 0,2  | 36                                     | 4,37                | 9,2                                |
| <b>12</b> | 12                         | 505  | 2,7                 | 122           | 30,7                              | 12,1   | 1,6  | 165                                    | 3,97                | 28,7                               |
| <b>13</b> | 13                         | 500  | 0,6                 | 58            | 13,7                              | 7,2  | 0,7  | 65                                     | 4,42                | 4,4                                |
| <b>14</b> | 14                         | 336  | 3,4                 | 152           | 40,0                              | 16,2   | 2,4  | 236                                    | 3,82                | 14,6                               |
| <b>15</b> | 15                         | 328  | 3,0                 | 124           | 42,0                              | 12,0   | 1,5  | 170                                    | 3,96                | 13,0                               |
| <b>16</b> | 16                         | 167  | 2,7                 | 117           | 49,9                              | 10,5   | 1,2  | 165                                    | 3,99                | 23,2                               |
| <b>17</b> | 17                         | 334  | 1,8                 | 91            | 31,3                              | 10,5   | 2,2  | 125                                    | 4,14                | 10,0                               |
| <b>18</b> | 18                         | 167  | 2,3                 | 99            | 40,7                              | 11,5   | 1,6  | 149                                    | 4,04                | 20,4                               |
| <b>19</b> | 19                         | 493  | 0,2                 | 70            | 2,1                               | 1,1  | 0,0  | 48                                     | 5,79                | 2,3                                |
| <b>20</b> | 20                         | 493  | 0,2                 | 54            | 1,9                               | 0,9  | 0,0  | 30                                     | 5,72                | 1,5                                |

---

## Bijlage 4 Dikte van de strooisellaag van de vegetatieopnamen in het bos

Dikte van de strooisellaag van de vegetatieopnamen in het bos (met gem.: gemiddelde, s.e.: standaardfout en p-waarde op basis van T-toets, tweezijdig onder de aanname dat de varianties gelijk zijn). Getoetst is of de dikte van de strooisellaag verschillend is voor graf en controle.

| nr | n  | g/c      | dikte strooisel (cm) | Gem. | s.e. | p      |
|----|----|----------|----------------------|------|------|--------|
| 12 | 7  | controle | 7,5                  | 5,1  | 1,65 | 0,0058 |
| 14 | 8  | controle | 5,0                  | 0,9  | 1,16 |        |
| 16 | 8  | controle | 4,0                  |      |      |        |
| 18 | 8  | controle | 4,0                  |      |      |        |
| 11 | 9  | graf     | 0,1                  |      |      |        |
| 13 | 11 | graf     | 1,0                  |      |      |        |
| 15 | 9  | graf     | 2,5                  |      |      |        |
| 17 | 8  | graf     | 0,0                  |      |      |        |

---

# Bijlage 5 Samenvatting van de CCA voor de opnamen en de opname kenmerken

Analysis 'Constrained-2'

Method: CCA

Total variation is 4.17469, explanatory variables account for 57.0%

(adjusted explained variation is 33.5%)

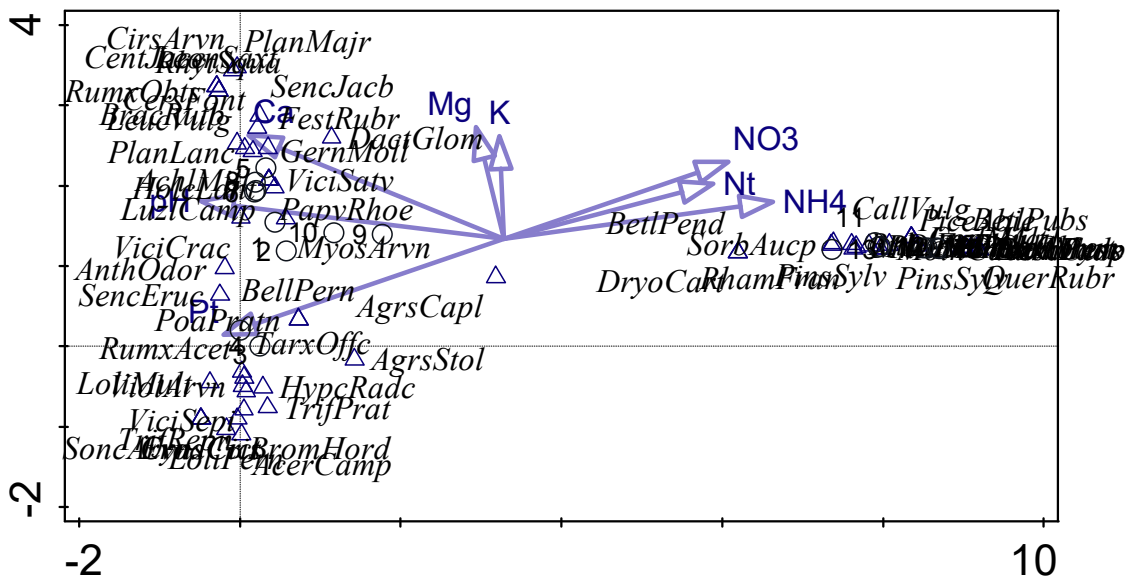
Summary Table:

| Statistic                               | Axis 1 | Axis 2 | Axis 3 | Axis 4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Eigenvalues                             | 0.9843 | 0.4670 | 0.3679 | 0.2573 |
| Explained variation (cumulative)        | 23.58  | 34.76  | 43.58  | 49.74  |
| Pseudo-canonical correlation            | 0.9995 | 0.9361 | 0.9894 | 0.9662 |
| Explained fitted variation (cumulative) | 41.40  | 61.04  | 76.51  | 87.34  |

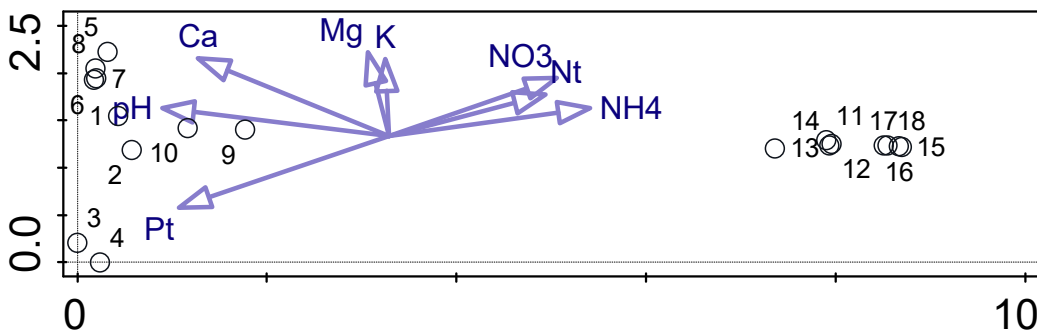
Permutation Test Results:

On All Axes pseudo-F=2.4, P=0.002

## Bijlage 6 DCA van de opnamen en de bodemparameters



DCA van de soorten uit de vegetatieopnamen met de abiotische parameters (soortenlijst in Bijlage 1).



DCA van de opnamen met de abiotische parameters.

Omdat het aantal bodemparameters ten opzichte van het aantal beschikbare vegetatieopnamen groot is, is het niet verstandig om alle bodemparameters mee te nemen in de analyse. Op basis van deze volledige analyse is besloten om de pH (voor Ca en Pt), Mg (ook voor K) en NO<sub>3</sub> (voor Nt en NH<sub>4</sub>) voor de uiteindelijke analyse mee te nemen. Er is voor NO<sub>3</sub> gekozen en niet voor NH<sub>4</sub> of Nt, omdat NO<sub>3</sub> beter te bepalen is (minder onzekerheden bij opslag en analyse) en NO<sub>3</sub> directer invloed heeft op soortvoorkomen in het veld dan Nt. De DCA van de opnamen met de bodemparameters laat ook weer zien dat de paren graf/controlen niet ver uit elkaar liggen en dus abiotisch erg op elkaar lijken. Dit is voor de bosopnamen sterker dan voor de grasopnamen, die onderling wat betreft de paren ook meer verschil vertonen dan de bosopnamen. Met andere woorden, er zit meer variatie in de abiotiek in de grazige terreinen dan in de bossen op Heidepol, voor zover bemonsterd. De controle en graf zijn in paren genummerd, waarbij het oneven nummer steeds het graf is, 1 en 2 zijn een paar, 3 en 4 zijn een paar etc. De graslandopnamen lopen van 1 t/m 10. Hoe dichter twee opnamen bij elkaar liggen, hoe meer ze op elkaar lijken.



---

Samenvatting van de DCA:

Analysis 'Unconstrained-suppl-vars'

Method: DCA with supplementary variables

Total variation is 4.17469, supplementary variables account for 62.3%  
(adjusted explained variation is 28.8%)

Summary Table:

| Statistic                             | Axis 1 | Axis 2 | Axis 3 | Axis 4 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Eigenvalues                           | 0.9854 | 0.3611 | 0.3180 | 0.1979 |
| Explained variation (cumulative)      | 23.60  | 32.26  | 39.87  | 44.61  |
| Gradient length                       | 8.70   | 2.22   | 1.80   | 1.71   |
| Pseudo-canonical correlation (suppl.) | 0.9857 | 0.8618 | 0.8612 | 0.8281 |

---

# Bijlage 7 CCA met de drie belangrijkste verklarende bodemvariabelen

Analysis 'Constrained-P-2'

Method: CCA

Total variation is 4.17469, explanatory variables account for 34.2%

(adjusted explained variation is 20.1%)

Summary Table:

| Statistic                               | Axis 1 | Axis 2 | Axis 3 | Axis 4 |
|---|--------|--------|--------|--------|
| Eigenvalues                             | 0.9162 | 0.3377 | 0.1744 | 0.4269 |
| Explained variation (cumulative)        | 21.95  | 30.03  | 34.21  | 44.44  |
| Pseudo-canonical correlation            | 0.9715 | 0.8510 | 0.7915 | 0.0000 |
| Explained fitted variation (cumulative) | 64.14  | 87.79  | 100.00 |        |

Permutation Test Results:

On All Axes pseudo-F=2.4, P=0.002



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 2846  
ISSN 1566-7197

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AB Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Rapport 2846  
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

