

KWR 2018.031 | Mei 2018

Evaluatie gegevens waterkwaliteit en kalkrijkdom in het Ulvenhoutse Bos (2017)



Evaluatie gegevens waterkwaliteit en kalkrijkdom in het Ulvenhoutse Bos (2017)

KWR 2018.031 | Mei 2018

Opdrachtnummer

401458

Projectmanager

Edu Dorland

Opdrachtgever

Staatsbosbeheer

Auteur

Mark Jalink

Verzonden aan

Alfons Keizer, Jan Holtland en Eise Harkema
(Staatsbosbeheer)

Jaar van publicatie
2018

Meer informatie

Mark Jalink

T +31 (0) 30 60 69 586
E mark.jalink@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



KWR 2018.031 | Mei 2018 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Onderzoeksvragen	4
2	Opdrachtoomschrijving	5
3	Gegevens en uitwerking	6
3.1	Bodemopbouw en kalkrijkdom	6
3.2	Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit	8
4	Conclusies en aanbevelingen	15
4.1	Conclusies	15
4.2	Aanbevelingen	15
5	Bronnen	17
6	Bijlagen	19
	Bijlage I Boringen Avallo en monsterlocaties 2017	20
	Bijlage II Chemische analyse klei/leem-monsters	23
	Bijlage III Locaties en boorstaten onderzoek Eestermans (2011)	24
	Bijlage IV Carbonaat-gehalten onderzoek Eestermans (2011)	29
	Bijlage V Waterkwaliteitsgegevens in 2017 bemonsterde locaties	31
	Bijlage VI Locatiegegevens en toetsen analyseresultaten	34
	Bijlage VII Methode 'kalkbepaling' Eurofins	37
	Bijlage VIII Nagekomen vragen Alfons Keizer en eerste antwoorden Mark Jalink (d.d. 30 januari 2018)	39

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Natura 2000 gebied Ulvenhoutse Bos wordt gekenmerkt door gradiënten van (H9120) Beuken-Eikenbossen met Hulst naar (H9160A) Eiken-Haagbeukenbossen (op flanken van dalletjes en laagten) en H91EOC Alluviale bossen, bestaande uit Vogelkers-Essenbos of Elzenbroekbos op de laagste delen. De lagere delen worden gevoed door grondwater van lokale herkomst, dat tijdens bodempassage in (waarschijnlijk) de bovenste meters is aangerijkt (Schrama et al., 2001; Jalink, 2009). Door verdroging komt dit basenrijke water minder hoog in het profiel, waardoor vooral op de wat hogere delen verzuring optreedt. Het is echter onbekend hoe groot de voorraad kalk in de ondiepe ondergrond is en hoe lang deze het lokale systeem nog van voldoende basen zal blijven voorzien. De eerdere waterkwaliteitsgegevens wijzen erop dat het oplossen en afvoeren van kalk versneld wordt door atmosferische depositie en door pyrietoxidatie onder invloed van diep wegzakkende grondwaterstanden (Jalink, 2009). Vanwege het voortgaande proces van verdroging, verzuring en ontkalking en de achteruitgang van flora en vegetatie is aan Natura 2000 gebied Ulvenhoutse Bos een Sence of Urgency toegekend ten aanzien van het herstel van de waterhuishouding.

In 2008 is gestart met een set interne hydrologische herstelmaatregelen. Hiervoor is door Waterschap Brabantse Delta en Staatsbosbeheer een monitorsysteem opgezet. In 2008 is de nulmonitoring grondwaterkwaliteit uitgevoerd (Jalink, 2009). Sindsdien wordt nog wel de waterstand in een aantal peilbuizen opgenomen, maar er is geen evaluatie van deze gegevens geweest. Ook is de ontwikkeling van de waterkwaliteit niet gevolgd.

Staatsbosbeheer heeft daarom in 2017 een herhaling van de waterkwaliteitsmonitoring laten uitvoeren en zelf de evaluatie van de grondwaterstands- en stijghoogtegegevens uitgevoerd (Harkema, 2017).

In het Natura 2000 ontwerpbeheerplan (DLG en Staatsbosbeheer, 2015) is vastgesteld dat er een kennisleemte is wat betreft de omvang van de lokaal aanwezige kalkvoorraad en hoe lang deze nog kan zorgen voor voldoende basenrijk grondwater. Daarom is een onderzoeksmaatregel opgenomen om inzicht in de kalkvoorraad en diepteligging daarvan te verkrijgen. Om de benodigde kennis te vergaren heeft Staatsbosbeheer in 2017 opdracht verleend aan Avallo om een vijftiental geologische boringen uit te voeren, de profielen te beschrijven en met behulp van de bruistest te testen op kalkrijkdom. Van eventuele kalkhoudende lagen zouden een aantal monsters chemisch geanalyseerd worden om het kalkgehalte te bepalen.

Een tweede kennislacune die vanuit het Natura 2000 beheerplan onderzocht dient te worden, is de mogelijke invloed van kwel van onder de kleilagen uit de Formatie van Waalre (voorheen Kedichem-Tegelenklei genoemd). Er zijn in of direct rond het gebied geen peilbuizen aanwezig in deze watervoerende lagen en de stijghoogten zijn daardoor onbekend. Daarom zijn de diepere boringen t.b.v. het kalkonderzoek gecombineerd met het plaatsen van één of meerdere peilbuizen met filters in deze lagen. De totale dikte van het pakket kleilagen en tussenliggende watervoerende lagen kan volgens eerdere beschrijvingen overigens enkele tientallen meters bedragen.

1.2 Onderzoeksvragen

Binnen de hier boven geschetste brede vraagstelling is het voorliggend rapport beperkt tot de vragen:

- Wat valt uit de in 2017 uitgevoerde boringen en bodemanalyses af te leiden over de aanwezigheid van kalk in het Ulvenhoutse bos?
- Wat valt uit de in 2017 genomen watermonsters en de eerder (vanaf 1997) in de zelfde buizen genomen monsters af te leiden over de waterkwaliteitsontwikkeling en de herkomst van het grondwater in deze buizen?

2 Opdrachtomschrijving

De werkzaamheden van KWR in het onderzoek naar kalkrijkdom en waterkwaliteit betreffen het verwerken, interpreteren en rapporteren van door Staatsbosbeheer aangeleverde waterkwaliteitsgegevens en bodemchemische gegevens.

Deze gegevens zijn afkomstig uit een opdracht van Staatsbosbeheer aan Avallo advies. Avallo heeft in 2017 vijftien geologische boringen verricht, waarvan vier tot circa 26 meter diepte. Bij het beschrijven van de boorprofielen is door Avallo op iedere onderscheiden bodemlaag een bruistest uitgevoerd om de aanwezigheid van kalk te onderzoeken. Daarnaast heeft Avallo bodemonsters meegenomen en (via/in opdracht van het bedrijf BK-Ecosys bvba te Hasselt, België) ter analyse aangeboden aan het laboratorium van Eurofins Analytica b.v. te Barneveld.

Op de vier locaties met diepe boringen zijn door Avallo steeds peilbuizen op vier diepten geplaatst. Uit deze buizen en uit een aantal reeds in het gebied aanwezige peilbuizen en enkele watergangen zijn door Avallo watermonsters genomen, die vervolgens (via/in opdracht van het bedrijf BK-Ecosys bvba te Hasselt, België) zijn geanalyseerd in het laboratorium van Eurofins Analytica b.v. te Barneveld.

De analyseresultaten van bodem- en watermonsters en de boorstaten zijn door Staatsbosbeheer aan KWR aangeleverd ter verdere verwerking en interpretatie. Dit rapport beschrijft de resultaten en conclusies van die uitwerking.

3 Gegevens en uitwerking

3.1 Bodemopbouw en kalkrijkdom

3.1.1 Gegevens en uitwerking

De boorstaten en locaties, zoals aangeleverd door Avallo zijn opgenomen in bijlage I. In alle boringen zijn kleilagen aangetroffen. Er is veel variatie in dikte van de kleilagen en aantal kleilagen. Daarnaast is in enkele profielen veen aangetroffen. De zandlagen ertussen bestaan uit matig fijn of zeer fijn zand en variëren van zwak tot sterk siltig.

Avallo heeft in het veld een bruistest uitgevoerd om op aanwezigheid van kalk te testen. Volgens (mondelinge) opgave is in geen van de lagen daarmee de aanwezigheid van kalk aangetoond. Volgens NEN5104 worden in de bruistest drie klassen onderscheiden, namelijk 'zichtbare bruis (meer dan 1 à 2% CaCO_3 : kalkrijk), hoorbare bruis (0,5 – 1 à 2% CaCO_3 : kalkarm) en geen waarneembare bruis (< 0,5% CaCO_3 : 'kalkloos'). Er is van betreffend onderzoek geen rapportage beschikbaar gesteld met gebruikte methode, omstandigheden en waarnemingen. Met name hoorbaarheid lijkt gevoelig voor verstoring, door omgevingsgeluid, wind en dergelijke. Er vanuit gaand dat de analyse goed is verlopen, wijst de mondelinge opgave door Avallo erop dat de profielen geheel 'kalkloos' zijn, dat wil zeggen, dat ze minder dan circa 0,5 % kalk bevatten.

Volgens afspraak met Staatsbosbeheer zou Avallo van kalkhoudende lagen een monster nemen en laten analyseren om de totale kalkvoorraad te kunnen schatten. Aangezien met de bruistest geen 'kalkhoudende' lagen werden aangetoond, zouden dus geen monsters genomen hoeven worden. In overleg met Staatsbosbeheer is besloten toch van ieder profiel één monster van een kleilaag te nemen en chemisch te analyseren. Meestal is dit de bovenste kleilaag uit het profiel geweest. De boringen zijn geplaatst op 7, 8 en 9 juni 2017. De monsters zijn in door het lab verstrekte potjes aangeleverd op 26 juli 2017. Op 8 augustus 2017 zijn deze monsters geanalyseerd op pH-KCL, EGV, droge-stof-gehalte, de kationen Na, K, Ca, Mg en NH_4 en de anionen NO_2 , NO_3 , o- PO_4 , Cl en SO_4 (analysemethode bekend bij Eurofins Analytica, niet in een rapportage opgenomen). Nadat KWR constateerde dat met deze gegevens het kalkgehalte niet kan worden bepaald, is een aanvullende analyse van de bodemonsters uitgevoerd. Dit betreft een analyse van het carbonaatgehalte (methode zie bijlage VII), uitgevoerd op 11 september 2017. Dit carbonaatgehalte is gerapporteerd als percentage calciëet, maar met de analyse wordt ook carbonaat uit andere mineralen (o.a. MgCO_3 , FeCO_3 , MnCO_3) bepaald. Het kan dus zijn dat het kalkgehalte in werkelijkheid lager is, dan gerapporteerd door het lab.

In haar rapportage meldt het lab (Eurofins Analytico BV, Barneveld), dat de conserveringstermijn is overschreden voor de meettemperatuur van EC, en voor Cl, SO_4 , PO_4 , NO_3 , NO_2 en NH_4 (voorbehandeling). Wat hiervan de consequenties voor de meetresultaten zijn, is in de rapportage niet aangegeven.

De gemeten gehalten en enkele controleberekeningen zijn opgenomen in bijlage II. De gerapporteerde 'calciëet-gehalten' variëren van 0,9 tot 2,0 %. Daarbij mag dus hoorbare en mogelijk ook zichtbare bruis verwacht worden in de bruistest. De pH-KCL van deze monsters varieert tussen 4,2 en 7,6, dus tussen sterk zuur en basisch. Er is daarbij geen duidelijke relatie met het carbonaatgehalte. De vraag rijst daarom of al het carbonaat wel –gemakkelijk oplosbaar dus snel bufferend- calciëet is. Wanneer het gemeten Ca-gehalte in de monsters geheel wordt toegerekend aan calciëet (CaCO_3), dan kan slechts in twee van de dertien monsters het carbonaat geheel uit calciëet bestaan. Deze monsters hebben volgens de

rapportage (calcium)carbonaatgehalten van 0,9 en 1,0 % en een pH-KCl van 7,2 en 6,8. Wordt ook het aanwezige Mg volledig meegerekend als carbonaat-mineraal ((dus alles als $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), dan zou dat in vijf monsters het ('calcium')carbonaatgehalte kunnen verklaren. Het maximale Ca/Mg-carbonaatgehalte in deze monsters is 1,2%, de minimale pH-KCl 5,9, de overige zijn 6,6 of hoger. In de meeste gevallen is het gehalte aan Ca (en e.v.t. Mg) dus te laag voor verklaring van het gemeten carbonaatgehalte. Dat wijst erop dat een deel van het carbonaat niet als kalk aanwezig is, maar als ander mineraal (zoals FeCO_3 of MnCO_3). De pH-KCl in veel van deze monsters is eveneens laag. Ook dat wijst op een slecht oplosbaar carbonaatzout in plaats van calciëet.

In de meeste bodemonsters is SO_4 gemeten, variërend van 34-1500 mg/kg droge stof. In geen enkel monster is NO_2 of NO_3 aangetroffen. In de meeste monsters is wel NH_4 aangetroffen, variërend van <0,5 (detectielimiet) tot 17 mg/kg droge stof.

Tenminste een deel van de bemonsterde kleilagen bevond zich ten tijde van de bemonstering (begin juni 2017) beneden het grondwatervlak, soms zelfs enkele meters, en dus permanent. Het is aannemelijk, dat in dergelijke lagen het zwavel in gereduceerde vorm aanwezig is, bijvoorbeeld als ijzersulfide, en niet als sulfaat. Als dit sulfide tijdens de monsternamen en monsteropslag in contact met de lucht is geoxideerd tot sulfaat kan dit hebben geleid tot verzuring, en daardoor mogelijk afname van het carbonaat-gehalte en een verlaging van de pH. De twee monsters met zeer veel SO_4 hebben een zeer lage pH-KCl (pb4 (monster rond grondwaterstand) en pb7 (40 cm beneden grondwaterstand, veen-houdende klei)).

3.1.2 Conclusie:

Er vanuit gaand dat in de bruistest ook de 'hoorbare bruis' kon worden onderscheiden, moet worden geconcludeerd dat de profielen geheel vallen in de klasse 'kalkloos', dat betekent (uitgaande van NEN5104) dat ze minder dan 0,5 % kalk bevatten.

De gemeten 'calciëet-gehalten' zijn dus in alle monsters hoger dan uit de bruistest zou blijken. De carbonaat-analyses, gerapporteerd als 'calciëet-gehalte', kunnen (gezien de gemeten Ca- en Mg-gehalten) slechts in enkele gevallen daadwerkelijk geheel uit calciëet (CaCO_3) of dolomiet (CaMgCO_3) bestaan. De gehalten van betreffende monsters liggen op 0,9 en 1,0 % (alleen calciëet) tot maximaal 1,2% (ook dolomiet). In de meeste gevallen bestaat een meer of minder groot deel van het carbonaatgehalte dus uit andere mineralen (b.v. FeCO_3 , MnCO_3).

De opmerkingen over bewaartermijnen en de aanwezigheid van sulfaat in bodemonsters die naar verwachting uit gereduceerd milieu komen, wekken twijfel of de chemische analyses wel betrouwbaar zijn als beschrijving van de veldsituatie. Door het ontbreken van een duidelijke rapportage over de bruistest is niet duidelijk of de klasse 'hoorbaar' al dan kon worden onderscheiden.

Vooralsnog wordt uitgegaan van de (mondelinge) rapportage dat bij de bruistest geen kalk is aangetoond en dus in alle onderscheiden bodemhorizonten minder dan 0,5 % aanwezig is. Dat betekent overigens niet dat geen buffering door kalk optreedt. Uit bodemkundig onderzoek (Rozema et al, 1985) is gebleken dat bij kalkgehalten boven 0,25-0,30 % de pH gebufferd wordt door oplossing van calciëet. Maar bij dergelijke lage calciëetgehalten zal de grens tussen nog enigszins kalkhoudende lagen en volledig ontkalkte lagen relatief snel opschuiven en dus steeds meer ondiepe/lokale stroombanen geheel door ontkalkt profiel lopen.

3.1.3 Discussie

In 2011 heeft Tim Eestermans (3^e jaars student Bos en Natuurbeheer bij Hogeschool Van Hall/Larenstein) in het kader van een stage bij Staatsbosbeheer ook onderzoek gedaan naar aanwezigheid van kalk (Eestermans, 2013). De diepte van zijn boringen werd beperkt door

de mogelijkheden met de Edelmanboor (maximaal enkele meters, afhankelijk van waterstand). In zijn verslag beschrijft hij voor een aantal locaties duidelijk waarneembare hoorbare bruis, dit overigens beperkt tot lemige lagen. Zichtbare bruis nam hij niet waar.

Behalve de bruistest bepaalde hij in het veld ook de pH van verschillende bodemlagen met behulp van een lakmoestest. Dit levert interessante pH-profielen (zie bijlage III) die deels kunnen worden verklaard vanuit de kalkvoorkomens volgens de bruistest. Deels, immers, al dan niet in reactie met aanwezig van kalk (of basenverzadiging adsorptiecomplex) of door aanvoer van elders aangerijkt kwelwater, of doordat bij reductie het bufferende bicarbonaat wordt gevormd. Het lakmoes-strookje meet de pH, niet het onderliggend proces.

Tot slot heeft Eestermans (2013) van een aantal bodemmonsters het carbonaat-gehalte bepaald met de Scheibler-test (vermoedelijk dezelfde als door Eurofins toegepast?) en deze omgerekend naar 'kalkpercentages' (zie bijlage IV). De zo berekende 'kalkgehalten' voor – volgens de bruistest- kalkhoudende bodemlagen variëren tussen 0,28 (met duplo 0,16) en 0,64 %.

Deze betrekkelijk lage carbonaatgehalten voor 'gebufferde' bodemlagen lijken mogelijk, gezien de door Rozema et al (1985) beschreven pH-buffering bij gehalten boven 0,25-0,30 %. Ze zijn echter wel zo laag, dat een snelle ontkalking kan optreden en daarmee het wegvallen van de kalkbuffer.

In tegenstelling tot Avallo (2017) nam Eestermans (2013) wel hoorbare bruis waar. Maar de 'kalkgehalten' (o.b.v. gemeten carbonaat-gehalten) zijn in het onderzoek van Eestermans (2013) aanzienlijk lager dan in de analyses van de monsters van Avallo door Eurofins Analytico. In beide onderzoeken is op dit moment niet duidelijk wat de invloed van de behandeling en bewaring op oxidatie van het monster en daarmee op de latere analyse kan zijn geweest. Ook is niet duidelijk of Eestermans (2013) en Eurofins Analytico de carbonaat-analyse op dezelfde wijze hebben uitgevoerd.

Aanbevelingen:

- Voorkom zulke onzekerheden door standaard aanpak bodemmonsters
- Voorkom verandering bodemchemie door juiste monstertechniek en -opslag tot analyse
- Meet direct in het veld de pH met behulp van lakmoes-papiertjes
- Eis een duidelijke rapportage over omstandigheden tijdens veldwerk (regen, wind, overig lawaai, etc.) en de mogelijke invloed daarvan op veldwaarnemingen

3.2 Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit

3.2.1 Meetpunten

De peilbuizen PB1-4 (B50B1307-1310) zijn door Avallo geplaatst op 6-9 juni 2017. De buizen B50B1306 en -1303 zijn geplaatst in 2014. B104-166 (B50B1189-1191) zijn in opdracht van WS Brabantse Delta geplaatst in 2006. B31 t/m B44 (B50B0550-0563) zijn in 1997 geplaatst door Kiwa (thans KWR). B5 en B6 (B50B0545 en 0546) zijn in 1990 geplaatst door/voor Staatsbosbeheer.

In bijlage I zijn de locaties van peilbuizen weergegeven. In bijlage VI zijn maaiveldhoogte en filterstelling aangegeven.

3.2.2 Monsternamen en -analyse

De rapportage betreffende monsternamen en -analyse zoals door Staatsbosbeheer aan KWR aangeleverd was –mede gezien de afwijkingen in ionenbalansen en gemeten v.s. berekende EGV- van onvoldoende kwaliteit om de gepresenteerde ion-gehalten eenvoudig te kunnen verwerken. Staatsbosbeheer bleek van Avallo/Eurofins Analytica geen volledige rapportage te hebben ontvangen, maar losse bestanden met analyse-resultaten en geen methodebeschrijving. Staatsbosbeheer gaf per email ook aan dat in haar offerte-aanvraag niet duidelijk om één rapport was gevraagd. Om toch vooruitgang in het project te krijgen heeft de auteur van voorliggend rapport zelf navraag gedaan en zo goed mogelijk gereconstrueerd wat er is gebeurd.

Avallo geeft aan bij de monsternamen te hebben gewerkt conform NEN 5744 en de aanwijzingen van het lab (Eurofins analytica). De monsters uit de nieuwe peilbuizen B1-B4 zijn genomen op 4 juli 2017 en verdeeld over daartoe door het lab aangeleverde potjes. De grondwatermonsters zijn gefilterd over 0,45 µ-filter. Een deel van de potjes was al door het lab aangezuurd, dit hoefde dus niet na monsternamen te gebeuren (mond. med. Avallo, dec. 2017). De monsters zijn bij het lab aangeleverd op 5 juli 2017 en de analyse is gestart op 6 juli 2017. In haar rapportage geeft Eurofins Analytica aan, dat de conserveringstermijn is overschreden voor de analyses van NO₃, NO₂, pH en EGV en dat dit de betrouwbaarheid van de analyse kan hebben beïnvloed. Welke invloed mogelijk is, is in de rapportage niet aangegeven. Ook het CO₃- en HCO₃-gehalte dienen binnen korte tijd na monsternamen bepaald te worden. T.a.v. deze parameters geeft Eurofins analytica in haar rapport aan dat deze zijn berekend. Hoe dat is gedaan en wat eventuele gevolgen van afwijkingen in pH en EGV zijn is (ondanks navraag) bij het afronden van dit rapport nog niet duidelijk.

Aangezien het in het kader van de monitoring de bedoeling was dat ook de al eerder bestaande peilbuizen bemonsterd zouden worden heeft Staatsbosbeheer aan Avallo aanvullend opdracht verleend om ook deze buizen te bemonsteren. Voor zover de buizen door Avallo werden aangetroffen en voldoende water bevatten, zijn ze op dezelfde wijze als bovenstaand bemonsterd op 25 of 27 september 2017. De monsters van 25 september zijn bij het lab aangeleverd op 26 september en geanalyseerd op 27 september, die van 27 september zijn dezelfde dag aangeleverd en geanalyseerd op 28 september (rapportage Eurofins Analytica). T.a.v. de monsters van 25 september (B31b, B32a, B1306, B40b en B39b) meldt Eurofins Analytica in haar rapportage dat de bewaartermijn is overschreden voor NO₃, NO₂, pH en EGV en dat dit de betrouwbaarheid van de analyse kan beïnvloeden. Hoe groot die invloed kan zijn, is niet aangegeven.

De oppervlaktewatermonsters zijn genomen op 26 september (KD-in) en 27 september (KD-uit en HD-uit). Deze monsters zijn niet in het veld gefiltreerd. In aanvulling op opgeloste ionen is in deze monsters namelijk ook P-totaal gemeten. Voor deze monsters meldt Eurofins Analytica dat de conserveringstermijn is overschreden voor NO₃, NO₂, pH en EGV. Voor KDuit en HDuit wordt daarnaast gemeld dat de metingen voor pH, EGV en redox niet stabiel zijn.

3.2.3 Grondwaterstandsverloop rond monsternamen

Voor de interpretatie van grondwaterkwaliteitsgegevens is het van belang te weten in welke richting het grondwater stroomt, in hoeverre grondwaterstanden fluctueren en of het grondwatervlak beneden de bovenkant van het filter komt (in dat geval kan rechtstreeks contact optreden tussen water in het filter en lucht in de bodem).

Het was de bedoeling dat in de nieuw geplaatste peilbuizen (B1-B4) drukopnemers zouden worden geplaatst om de relatie tussen stijghoogten in de diepere ondergrond te kunnen relateren aan grondwaterstanden in het topsysteem. Bij het opstellen van dit rapport (maart 2018) worden de stijghoogten nog steeds niet gemeten. De enige beschikbare meting is een

handmeting voorafgaand aan de bemonstering. Door het ontbreken van deze metingen is het op dit moment niet mogelijk onderbouwde uitspraken te doen over het optreden van kwel van onder de Waalre-klei naar het Ulvenhoutse Bos.

3.2.4 Resultaten en interpretatie

De stamgegevens en analyseresultaten zijn ingevoerd en geanalyseerd met behulp van HydroGeoChemical (HGC) (Stuijzand, 2017). Met dit programma zijn controles op EGV en ionenbalans uitgevoerd en zijn indices berekend, zoals de kalkverzadigingsindex, kationuitwisselingsindex en andere. Voor zover beschikbaar zijn eerdere monsters uit de zelfde peilbuizen toegevoegd om de ontwikkeling in de tijd te kunnen beoordelen.

3.2.4.1 PB1-PB4

De locatiegegevens, filterstelling en grondwaterstand bij monsternamen zijn weergegeven in bijlage I. De gemeten gehalten en hier gebruikte hydrochemische indices zijn weergegeven in bijlage V. De filters bevinden zich steeds op vier diepten tot maximaal 26 m – mv, de diepere filters zijn onder kleilagen geplaatst. Ten tijde van de monsternamen was PB1 de enige locatie met naar boven toe afnemende stijghoogte, dus potentieel kwel. In PB3 en PB4 nam de stijghoogte naar onder toe af en was dus sprake van een potentiële inzijsituatie tot in de onderste filter. In PB2 was de stijghoogte in f3 het hoogste en in f1 en f2 ongeveer gelijk. In potentie zou dus grondwater vanuit het pakket met f3 kunnen opstijgen naar de ondiepere pakketten. Uitgaande van deze eenmalige metingen is er ook een duidelijk verhang in de diepere stijghoogten van oost naar west (PB4 3,05 → PB3 2,65 m NAP; PB1 2,53 → PB2 2,32 m NAP) en van zuid naar noord (PB4 3,05 → PB1 2,53 m NAP). Het verhang van zuid naar noord volgt mogelijk het regionale verhang in maaiveldhoogte en de helling in slecht doorlatende en watervoerende lagen. Het verhang van oost naar west kan samenhangen met een (sub)regionaal drainerende werking door het Markdal. Helaas zijn er geen meetreeksen beschikbaar om te toetsen hoe dit patroon in de loop van het seizoen varieert.

In een aantal monsters wijkt de ionenbalans (Bijlage VI) meer dan 10% af (PB1-4, PB2-2, PB4-3). Uit het verschil tussen gemeten en berekende EC blijkt dat dit bij PB1-4 wordt veroorzaakt door een tekort aan kationen, bij PB2-2 en PB4-3 lijkt er een overschot aan kationen. Ook bij diverse andere monsters is er een afwijking tussen gemeten en berekende EC, die kan wijzen op een tekort of overschot van kationen en/of anionen. Gezien het geringe aantal gemeten parameters (mogelijk ontbreken van belangrijke balanst termen) en de opgegeven onzekerheid over de invloed van bewaartermijnen wordt hiervan geen verdere analyse gegeven.

De meeste monsters zijn geclassificeerd als CaHCO₃-watertype (bijlage V). Ze verschillen onderling in Cl-gehalte (g of F) en HCO₃-gehalte (klasse 1-3). In de meeste buizen was pH >= 7,0, met pH 6,6 in PB2-1 als uitzondering. De totale hardheid TotH (Ca+Mg) valt overwegend in klasse hard (2-4 mmol/l) of dicht daaronder. De laagste TotH is gemeten in PB4-1 (1,28 mmol/l). In de meeste monsters wijst de kalkverzadigingsindex (SIkalk) op (over)verzadiging. In PB1 is dat tot in de bovenste filter zo, op de andere locaties ligt in een of twee van de bovenste filters de SIkalk dicht onder 0, wat wijst op evenwicht of lichte onderverzadiging. De laagste SIkalk zijn berekend voor PB2-1 (met hoge TotH, maar relatief lage pH) en PB4-1 (met relatief lage hardheid, maar neutrale pH). De hoge waarden voor pH, TotH en SIkalk wijzen op buffering door kalk. En ook SIkalk-waarden tussen -0,3 en -1,0 kunnen optreden in kalkhoudende lagen (Stuijzand, 2017).

De monsters van verschillende diepte vertonen opvallende verschillen in ionensamenstelling. Opvallend is, dat op alle vier de locaties de diepe filter (f4) SO₄ bevat, terwijl de ondiepere f3 niet of nauwelijks sulfaat bevat. In PB1-4 is het SO₄-gehalte (> 3 mmol/l) zeer hoog en dit monster is als enige als CaSO₄-watertype geclassificeerd. Dit wijst erop, dat op deze diepte (onder de kleilagen) SO₄-houdend water lateraal toestroomt en niet van boven uit de directe

omgeving afkomstig is. De base-uitwisselings-index (BEX) geeft een maat voor het al dan niet optreden van verzoeting of verzilting van watervoerend pakketten. Dit wordt bepaald aan de hand van de 'mariene' kationen Na, K en Mg, gerelateerd aan het Cl-gehalte (Stuijzand, 2017). Op alle locaties wijzen de BEX-waarden (achter het chemisch watertype weergegeven met (+/0/-) uit f4 (en op locatie 3 ook die uit f3 en f2) op verzoeting (+) in een van oorsprong mariene afzetting. Dit kan samenhangen met inzijging van neerslagoverschot vanuit het bos, maar gezien het patroon in sulfaatgehalte lijkt het aannemelijker dat dit water van wat grotere afstand afkomstig is en lateraal door het pakket onder/tussen de Waalre-kleien stroomt.

Samenvattend lijkt de eenmalige monsternamen erop te wijzen dat:

- Op 25-26 m beneden maaiveld (onder de eerste Waalre-klei) sulfaathoudend grondwater aanwezig is en verzoeting van de mariene afzettingen optreedt; de ondiepere monsters zijn geen verklaring voor dit watertype en kunnen er niet door worden verklaard: het diepere grondwater lijkt dus van buiten het bos afkomstig en er onderdoor te stromen. Het grondwatersysteem in het bos is dan een genest lokaal systeem
- Het grondwater wordt gebufferd doordat in de betreffende pakketten kalk aanwezig is; het heeft daardoor een hoge pH, hardheid en alkaliteit en is (over)verzadigd voor kalk of hooguit licht onderverzadigd; hoe groot de kalkvoorraad is, is onduidelijk, op basis van de bruisproeven en chemische analyse van de bovenste kleilaag lijkt het te gaan om < 0,5 tot maximaal circa 1 % kalk;
- De diepere stijghoogten nemen af in noordelijke richting (parallel aan dal Bavelse Leij) en in westelijke richting (richting Markdal of Ulvenhout)

3.2.4.2 Bestaande peilbuizen: Ontwikkeling van de waterkwaliteit 1997-2017

De ontwikkeling tussen 1997 en 2008 is beschreven door Jalink (2009). Voor zover buizen in 2017 opnieuw bemonsterd zijn, wordt hieronder beschreven wat de eventuele verdere verandering is. De kwaliteitsgegevens zijn opgenomen in bijlage V.

B50B0550 (B31A EN B; VOORBOS 7=31B)

Vegetatie: Elzenbroekbos met moeraszegge en Vogelkers-Essenbos met Bosanemoon, Ruwe smele, greppels met Dotterbloem, roestige greppels (2004 en veldwaarneming 2008), enkele meters vanaf de Broekloop

Bodem: veen op zand (met eronder leemlaag)

In de veldwerklijst geeft Avallo aan dat B31a niet is gevonden, en dat B31b op een andere locatie dan aangegeven staat. Uit de door Avallo gemaakte foto van B50B0550 blijkt echter dat het om het juiste meetpunt gaat. Maar ook dat er twee, mogelijk zelfs drie buizen staan, waarvan 2 in een stalen koker. Vermoedelijk zijn in dinoloket verkeerde coördinaten opgenomen.

Uit de waterkwaliteitsgegevens blijkt, dat tussen 1997/98 en 2004 een forse daling is opgetreden in EC, pH, SI-kalk, TotH en een aantal iongehalten, waaronder HCO₃ en Cl. Het Na en K gehalte zijn ongeveer gelijk gebleven. In 2017 bevatte B31b voor het eerst vrij veel SO₄ (0,3 mmol/l). In plaats van als g2 of g1CaHCO₃ is het monster uit 2017 geclassificeerd als g1CaMix. De eerder (Jalink, 2009) geconstateerde verzuring (door verdroging?) gaat dus nog door.

B50B0551 (B32A EN B) (ONZEKER OF JUISTE BUIS BEMONSTERD IS)

Het is niet duidelijk of de als B32a bemonsterde buis inderdaad B32a betreft, Avallo geeft aan dat het een andere locatie betreft, maar er zijn geen coördinaten bij gegeven. Deze buis zou halverwege de gradient B31-B33 moeten staan. Het monster uit 2017 (g2CaHCO_3) heeft een pH van 6,7 en HCO_3 van 2,1 mmol/l, TotH van 1,3 mmol/l en SIkalk van -1,1. Dit is dus nog wel basenrijk grondwater, maar niet gebufferd door aanwezigheid van voldoende kalk. Indien kan worden bepaald dat dit wel dezelfde buis is, kunnen de oude gegevens ter vergelijking worden toegevoegd.

B50B0552 (B33; VOORBOS 8)

Vegetatie: Beuken-eikenbos, subass. van Adelaarsvaren (2004); opstand eik, veel blad op bodem.

Bodem: zand op leemlaag

B33 is de hoogst geplaatste peilbuis in genoemde raai. Deze buis bevatte in 2017 zuur en kalk-agressief water (g*CaCl). Hier treedt dus geen buffering door kalk op maar is sprake van een zuur, regenwater-gevoede standplaats. Bij deze lage pH kan aluminium in oplossing gaan en dit uit zich in dit monster ook in het hoge Al-gehalte.

Opvallend is de sterke afname van hardheid, alkaliteit en pH tussen december 1997 en de latere bemonsteringen. Dit lijkt te duiden op verzuring op deze plek. Maar mogelijk is ook sprake geweest van een artefact na het plaatsen van de peilbuizen, bijvoorbeeld als bij het plaatsen van de buis wat van de onderliggende (mogelijk kalkhoudende) leemlaag is opgeboord en in het boorgat achtergebleven.

B50B0553 (B34A EN B)

Vegetatie: Beuken-eikenbos, subass. van Lelietje-van-dalen (kartering 2004)(opstand eik, bodem bedekt met eikenblad).

Bodem: zand met leemlagen

B34b bevatte in 2017 het watertype g2CaHCO_3 , gebufferd water met een neutrale pH. SIkalk, pH en ratio HCO_3/TotH zijn duidelijk hoger dan in eerdere metingen, maar TotH is lager. Het SO_4 - en Cl-gehalte zijn duidelijk lager. Deze veranderingen duiden op een meer gereduceerd milieu en daardoor verminderde belasting met sterk zuur (SO_4). Dit kan samenhangen met nattere omstandigheden. Het lagere Cl-gehalte kan samenhangen met lagere verdamping of andere herkomst van het grondwater.

B50B0554 (B35)

B35 bevatte in 2017 watertype g2CaHCO_3 , gebufferd water met neutrale pH. De gehalten in deze buis fluctueren over de jaren, 2017 vertoont een relatief hoge pH, ratio HCO_3/TH , SIkalk en HCO_3 . Dit wijst op meer gereduceerde omstandigheden en buffering door kalk.

B50B0558 (B39A EN B)

Vegetatie: opstand eik met braam, plaatselijk ook veldjes bosanemoon. Veel strooisel van zomereik en beuk (situatie 2008).

Bodem: zand op leemlaag

Het F*CaSO₄-water in B39b in 2017 wijst nog steeds op matig zuur, vervuild water. Het grondwater bevat nog steeds relatief veel Na, K, Cl en SO₄. TotH, Slkalk en pH waren in 2017 relatief laag, maar waren dat in 1997 ook. De waterkwaliteit wijst niet op aanwezigheid van kalk in de stroombaan. Mogelijk is sprake van toestroom van vermist grondwater vanuit het nabij gelegen bemest grasland.

B50B0559 (B40A EN B)

Vegetatie: RG van braam uit het verbond van Eikenbossen (kartering 2004) (opstand eik, enkele meters vanaf beek)

Bodem: zand met leemlagen

B40b bevatte in 2017 watertype g2CaHCO₃. Het water is SO₄-arm en goed gebufferd: pH (7,0), TotH (2,2 mmol/l) en Slkalk (-0,4) wijzen op buffering door in de stroombaan aanwezige kalk. Wel zijn TotH en HCO₃ wat lager dan in eerdere jaren. Uit eerdere monsters uit B40a bleek dat het ondiepe grondwater veel minder gebufferd was en op deze diepte verzuring optrad. Het is zonder monster uit deze ondiepe peilbuis onduidelijk of deze trend doorzet.

B50B0561 (B42B; VOORBOS 11)

Vegetatie: RG van Beuk en Dalkruid [klasse der eikenbossen] (kartering 2004). Opstand eik, bodem bedekt met eikenblad. Lager in de gradiënt gaat dit over in vochtiger typen.

Bodem: zand met leemlaagjes, licht hellend (locatie peilbuis bij begin rabatten, in nabije rabatsloten staat water)

B42b bevatte in 2017 watertype g2CaHCO₃. Het gehalte aan SO₄, Cl, Na en de EC lijken verder af te nemen. Andere ion-gehalten vertonen geen duidelijke trend. De relatief lage Slkalk (-0,7) en pH (6,8) wijzen op een minder sterk gebufferde situatie dan in sommige andere peilbuizen.

B51B1303 (1303)

Deze buis is in 2017 voor het eerst bemonsterd. Het betreft een licht SO₄-houdend, goed gebufferd g3CaHCO₃-watertype.

B51B1306 (1306)

Deze buis is in 2017 voor het eerst bemonsterd. Het betreft een SO₄-arm, licht onderverzadigd g2CaHCO₃-watertype.

B50B1189 (104; VOORBOS 4)

Vegetatie: Opstand larix (?), in de ondergroei adelaarsvaren. Veel strooisel van Amerikaanse eik en larix.

Bodem: zand op leemlaag

B104 bevatte in 2017 watertype G*AlMix, dit is een ongebufferd, zuur watertype. EC20 (33 uS/cm, op basis van iongehalten mogelijk tot 50 uS/cm) is zeer laag. De bodem is hier dus geheel kalkloos en met een lage basenverzadiging. Voor zover buffering optreedt betreft dat het oplossen van Al vanuit Al-veldspaten en Al-hydroxiden.

KD-IN EN KD-UIT

Op beide punten zijn de verschillen met de eerste monsterring in 2008 groot en wijzen op een veel meer regenwaterachtige kwaliteit. De kwaliteit van dit oppervlaktewater lijkt dus aan sterke fluctuaties onderhevig. Het sulfaatgehalte is bij de instroom hoger dan in de eerdere meting, bij de uitstroom juist lager. Het fosfaatgehalte is bij de instroom lager, bij de uitstroom juist wat hoger. Deze gehalten zijn overigens niet afwijkend van wat in peilbuizen gemeten is. Op basis van de twee beschikbare metingen is geen uitspraak te doen over een eventuele invloed op aangrenzende bossen. Om meer inzicht te krijgen in de in- en uitstroom van stoffen via het oppervlaktewater zou een regelmatigere bemonstering in combinatie met afvoermetingen nodig zijn.

HD-UIT

Ook het beekwater bij HDuit heeft in 2017 een meer regenwaterachtig karakter dan in 2008, maar de verschillen zijn minder groot en het water is duidelijk sterker gebufferd. Het sulfaat- en fosfaatgehalte zijn ook lager dan in de eerdere meting. Deze gehalten zijn overigens niet afwijkend van wat in peilbuizen gemeten is. Op basis van de twee beschikbare metingen is geen uitspraak te doen over een eventuele invloed op aangrenzende bossen. Om meer inzicht te krijgen in de in- en uitstroom van stoffen via het oppervlaktewater zou een regelmatigere bemonstering in combinatie met afvoermetingen nodig zijn.

3.2.4.3 Samenvattend lijkt trend:

De gegevens uit B104 en B33 (verzuurd/artefact?) wijzen op een blijvend zuur, niet gebufferde situatie op deze relatief hoog gelegen locaties.

De gegevens uit B42b wijzen op een redelijk gebufferd grondwater, een trend is hier niet duidelijk

De gegevens van B31b en mogelijk B40b (waarschijnlijk wel B40a) wijzen op voorheen goed gebufferd, maar verzurend grondwater.

De gegevens van B34b en (mogelijk) B35 wijzen op een gebufferd, reducerend milieu, mogelijk als gevolg van de ingezette vernatting.

B39b wijst op invloed van vervuild grondwater: mogelijk is dit afkomstig vanuit een bemest perceel zuidelijk van het Ulvenhoutse bos.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

- De bodemgegevens tot nu toe geven niet het vertrouwen dat er voldoende kalk in het topsysteem aanwezig is voor langdurig behoud bij de huidige hydrologische condities;
 - o Voor zover ze betrouwbaar lijken, wijzen de bodemgegevens op lage kalkgehalten; de door Eestermans (2013) waargenomen hoorbare bruis wijst er wel op dat lokaal tussen 0,5 en 1-2% kalk in klei- of leemlagen voorkomt;
 - o De veranderingen in waterkwaliteit wijzen op enkele locaties op ontkalking, dus een vrij geringe kalkvoorraad; als dit proces in grotere delen van het bos optreedt, leidt dit tot afname van de kansrijkdom voor behoud en/of herstel van de basenminnende habitattypen H91E0c Alluviale bossen en H9160 Eiken-haagbeukenbossen;
 - o De bodemgegevens betreffen overigens alleen de bovenste 2-3 meter; de geochemische samenstelling van iets diepere lagen is niet bekend;
- De waterkwaliteitsgegevens wijzen erop dat buffering door kalkoplossing in het topsysteem bepalend is voor de waterkwaliteit in verschillende peilbuizen: het basenrijke, soms kalkverzadigde grondwater in ondiepe peilbuizen is afkomstig uit lokale grondwatersystemen;
- Hoewel de eenmalige stijghoogtemetingen erop wijzen dat op enkele locaties in potentie kwel van onder de bovenste Waalre-kleien zou kunnen optreden, wijzen de grondwaterkwaliteitsgegevens er juist op dat dit niet het geval is; er lijkt sprake van een sulfaathoudend grondwatersysteem in de diepe filters, dat onderlangs een sulfaatarm, lokaal grondwatersysteem stroomt;
- Uit de metingen van Eestermans blijkt, dat onder ruggen de bodem tot op enkele meters diepte kalkloos is, in laagten soms tot bovenin kalkhoudend, er tussenin (zoals te verwachten) tot enige diepte kalkloos: in dat geval is periodiek dagzomen van basenrijk (lokaal) grondwater essentieel voor het behoud van de basenverzadiging; dit beeld sluit aan bij dat vanuit de monitoring van de grondwaterkwaliteit;
- Het voorkomen van kalkhoudende lagen in de bovenste meters lijkt beperkt tot klei- of leemlagen (Eestermans, 2013).

Het is dus van belang in het waterbeheer zuinig om te gaan met de beschikbare kalkvoorraad en te zorgen dat het basenrijke grondwater zoveel mogelijk opkwelt in de wortelzone van ervan afhankelijke habitattypen, in plaats van te worden afgevangen door watergangen en snel uit het gebied te verdwijnen. Dit vraagt om fine tuning in het waterbeheer, zowel in als rond het gebied.

4.2 Aanbevelingen

- Start zo spoedig mogelijk met stijghoogtemetingen in PB1-1 – PB4-4 (in combinatie met metingen in laag geplaatste freatische peilbuizen elders in het gebied): deze zijn nodig om een idee te krijgen over potentiële kwel en ze zijn nodig als verklaar-meetpunt en ze geven meer inzicht in de mogelijke invloed van drainage door het Markdal;
- Herhaal de bemonstering van de grondwaterkwaliteit in PB1-1 – PB4-4: is de gelaagdheid in waterkwaliteit stabiel?
- Als er aanvullend boringen gezet worden:
 - o Verplicht het beschrijven van het pH-profiel;

- o Verplicht het uitvoeren van een bruis-test onder goede condities;
 - o Bij bemonstering: verplicht anaerobe monsternamen (-en bewaring) en/of afdoende fixatie monster.
- De locatie van B50B0550 dient te worden gecontroleerd en zonodig aangepast in Dinoloket.

5 Bronnen

Beek, van, C.G.E.M., Jalink, M.H., Meuleman, A.F.M., 2001: De verzwaveling van grondwater in zandgronden. Landschap 2001:4

Bos, S. van den, Jalink, M.H., 2005: Effectiviteit hydrologische herstelmaatregelen Voorbos/Broekloop. Rapport Witteveen en Bos/Kiwa N.V., Deventer

Dienst Landelijk Gebied en Staatsbosbeheer, januari 2015: PAS-analyse herstelmaatregelen voor 129 Ulvenhoutse Bos (opgesteld door L. van Oirschot (SBB), H. Weinreich (DLG) en M. Jalink (SBB/KWR) e.a.) Ministerie van EZ

Eestermans, T., 2013: Kalk in het ondiepe hydrologisch systeem als brandstof voor het Ulvenhoutse Bos. Stageverslag 3^e jaar Bos & Natuurbeheer, Hogeschool Van Hall-Larenstein, Wageningen.

Jalink, M.H., 2003: Kalkrijke leem en kanaalkwel: kansen voor de EHS in Noord-Brabant. De Levende Natuur 104:6 p.286-290

Jalink, M.H., 2009: Evaluatie waterkwaliteit Ulvenhoutse Bos (1997-2008) en advies vervolgmonitoring Werkdocument. Rapport KWR 08.080, KWR Water, Nieuwegein

Jalink, M.H., Beek, van, C.G.E.M., 2000: Lithoclien grondwater in Noord-Brabantse natuurgebieden. Herkomst, processen en kenmerken. Rapport BTO 2000.101(c), Kiwa N.V., Nieuwegein

Jalink, M.H., Aggenbach, C.J.S., Beek, van, C.G.E.M., Jansen, A.J.M., Schrama, E.J., Senden, W.J.M.K., 2001: Hydro-ecologische systeemtypen in Noord-Brabant. Kiwa-rapport BTO-2000.102(c), Nieuwegein

Jalink, M.H., Grijpstra, J., Zuidhoff, A.C., 2003: Hydro-ecologische systeemtypen met natte schraallanden in pleistoceen Nederland. OBN-rapport 2003/225-O. EC-LNV, Wageningen

Schrama, E.J., Everts, F.H., Jalink, M.H., 2001: Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging Voorbos en Broekloop; Systeemanalyse, knelpunten en maatregelen. Rapport KOA 00.081, Kiwa/Everts en de Vries, Nieuwegein

Stuyfzand, P.J., 1986: Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen, met Nederlandse voorbeelden van toepassing. H2O 19:23 p.562 568

Stuyfzand, P.J., 1988: De alkaliteit, het redox-niveau en de verontreinigingsindex als parameters en keuzemogelijkheden in een hydrochemische classificatie van watertypen. H2O 21:22 p.640 643

Stuyfzand, P.J., 1989: An accurate, relatively simple calculation of the saturation index of calcite for fresh to salt water. Journal of Hydrology 105 p.95 107

Stuyfzand, P.J., 1993: Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of the western Netherlands. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam

Stuyfzand, P.J., 2017: HydroGeoChemcal. HGC 2.4 for storage, management, control, correction and interpretation of water quality data in Excel ® spread sheet. Rapport KWR 2012.244 (s) (update 2017), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Tack, A. en M.H. Jalink, 2004: Ecohydrologische systeemverkenning Landgoed Luchtenburg; Basisverkenningen Noord-Brabantse natuur nr. 8. KWR 04.001(-08). Kiwa, Nieuwegein

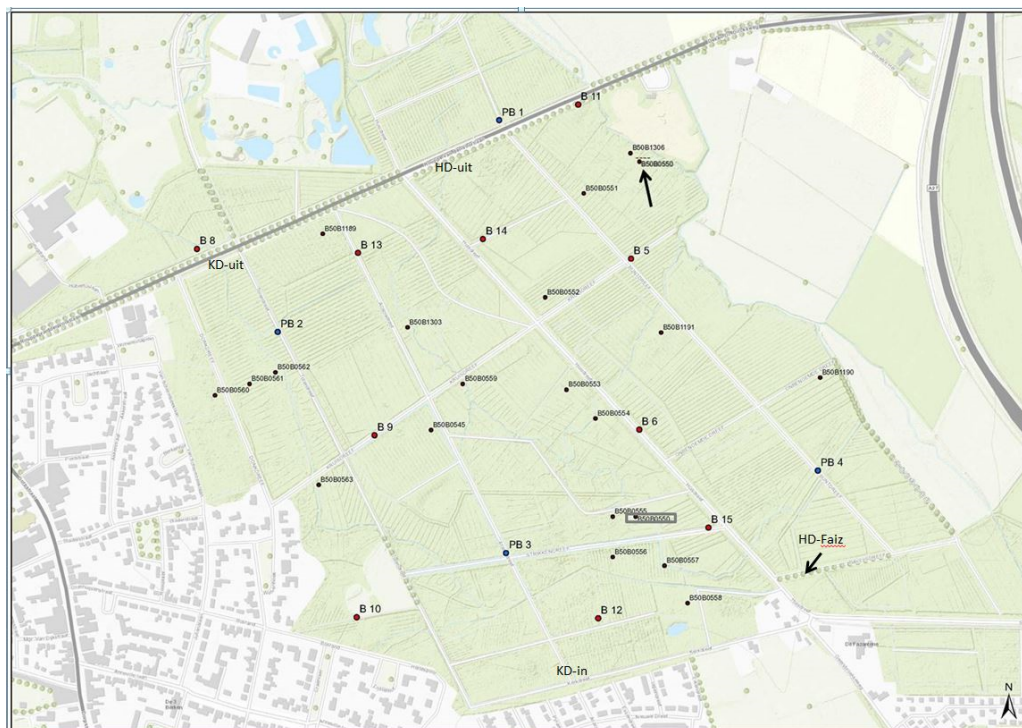
Tack, A. en M.H. Jalink, 2004: Ecohydrologische systeemverkenning Chaamse Bossen; Basisverkenningen Noord-Brabantse natuur nr. 9. KWR 04.001(-09). Kiwa, Nieuwegein

Tack, A en M.H. Jalink, 2004: Ecohydrologische systeemverkenning Landgoed Valkenberg, Nieuw Bosch en Annabosch; Basisverkenningen Noord-Brabantse natuur nr. 10. KWR 04.001(-10). Kiwa, Nieuwegein

6 Bijlagen

Bijlage I Boringen Avallo en monsterlocaties 2017

Boringen aangeleverd door Staatsbosbeheer (Avallo, 2017) en locaties peilbuizen en oppervlaktewatermeetpunten



Locaties bestaande peilbuizen (NITG-nummers) en oppervlaktewatermonsters (HD- of KD-), boringen (B) en boringen met nieuwe peilbuis (PB). NB: B50B0550 is in dinoloket op een verkeerde locatie aangegeven (grijs omkaderd); in werkelijkheid staat deze buis in Elzenbroekbos tegenover de begraafplaats. De meetnetbeheerder dient locatie en eventuele overlap/verwisseling met B50B1306 te controleren.

opdracht 2017174 Ulvenhoutse Bosch																
dd	type	meetpunt ID	x	y	gws 4-7-2017 bkpb	gws 4-7-2017 tov nap (m)	nap bkpb / boring	-.+ Mv	nap mv	Lengte peilbuis	Lengte peilbuis / diepte boring (m - mv)	onderkant pb / boring tov nap	filterstelling - mv	filterstelling tov nap	diameter peilbuis (mm)	Opmerking KWR
6 juni 2017	peilbuis	1.1	114863	396737	2.00	2.06	4.06	0.51	3.55	2.41	1.90	1.65	0,9 - 1,90	0,65 - 1,65	32	volledig in klei 1 (80-240)
8 juni 2017	peilbuis	1.2	114863	396737	1.92	2.11	4.03	0.48	3.55	4.80	4.32	-0.77	3,32 - 4,32	0,23 - -0,77	32	zand onder klei 1a/b
8 juni 2017	peilbuis	1.3	114863	396737	1.53	2.47	4.00	0.45	3.55	9.97	9.52	-5.97	8,52 - 9,52	-4,97 - 5,97	32	zand onder klei 2
8 juni 2017	peilbuis	1.4	114863	396737	1.53	2.53	4.06	0.51	3.55	26.60	26.09	-22.54	25,09 - 26,09	-21,54 - -22,54	32	zand ver onder klei 3
9 juni 2017	peilbuis	2.1	114479	396370	1.78	2.24	4.02	0.54	3.47	2.40	1.86	1.62	0,86 - 1,86	1,62 - 0,62	32	zand net boven klei 1
9 juni 2017	peilbuis	2.2	114479	396370	1.77	2.25	4.02	0.54	3.47	5.54	5.00	-1.52	4,00 - 5,00	-0,52 - -1,52	32	klei 2 (boven afgedicht?) en zand onder klei 2
9 juni 2017	peilbuis	2.3	114479	396370	1.61	2.41	4.02	0.55	3.47	9.36	8.81	-5.34	7,81 - 8,81	-4,34 - -5,34	32	zand onder klei 3
8 juni 2017	peilbuis	2.4	114479	396370	1.78	2.32	4.10	0.63	3.47	26.65	26.02	-22.55	25,02 - 26,02	-21,55 - -22,55	32	zand ver onder klei 3
9 juni 2017	peilbuis	3.1	114875	395987	droog		4.10	0.41	3.68	1.51	1.10	2.59	0,10 - 1,10	2,59 - 1,59	32	zand en veen op klei 1
9 juni 2017	peilbuis	3.2	114875	395987	1.38	2.99	4.37	0.68	3.68	4.08	3.40	0.29	2,40 - 3,40	0,29 - 0,71	32	zand onder klei 1
9 juni 2017	peilbuis	3.3	114875	395987	1.43	2.93	4.35	0.67	3.68	9.23	8.56	-4.88	7,56 - 8,56	-3,88 - -4,88	32	zand onder klei 2
9 juni 2017	peilbuis	3.4	114875	395987	1.76	2.65	4.41	0.73	3.68	26.63	25.90	-22.22	24,90 - 25,90	-21,22 - -22,22	32	zand ver onder klei 3
7 juni 2017	peilbuis	4.1	115416	396130	1.96	3.27	5.23	0.53	4.70	3.06	2.53	2.17	1,53 - 2,53	2,17 - 1,17	32	zandlaagje en onderkant klei 1, boven veen
7 juni 2017	peilbuis	4.2	115416	396130	2.06	3.18	5.24	0.54	4.70	5.52	4.98	-0.28	3,98 - 4,98	0,72 - 0,28	32	zand onder klei/veen 1
7 juni 2017	peilbuis	4.3	115416	396130	2.11	3.11	5.22	0.52	4.70	15.65	15.13	-10.43	14,13 - 15,13	-9,43 - -10,43	32	zand net onder klei 3
7 juni 2017	peilbuis	4.4	115416	396130	2.15	3.05	5.20	0.50	4.70	25.70	25.20	-20.50	24,20 - 25,20	-19,50 - -20,50	32	zand ver onder klei 3 (en dun laagje klei 4)
7 juni 2017	boring	5	115092	396497					4.25		6.50	-2.25				
6 juni 2017	boring	6	115106	396201					4.76		8.40	-3.64				
7 juni 2017	boring	7	11554	395993					4.96		9.60	-4.64				
8 juni 2017	boring	8	114339	396514					3.88		8.40	-4.52				
8 juni 2017	boring	9	114647	396191					3.56		6.10	-2.54				
8 juni 2017	boring	10	114616	395876					4.30		7.20	-2.90				
7 juni 2017	boring	11	115000	396764					3.42		6.50	-3.08				
8 juni 2017	boring	12	115035	395874					4.24		7.20	-2.96				
7 juni 2017	boring	13	114618	396507					3.44		6.50	-3.06				
6 juni 2017	boring	14	114835	396531					3.65		8.40	-4.75				
6 juni 2017	boring	15	115226	396031					4.93		9.20	-4.27				

Locatie en filterstelling peilbuizen (PB1-4) en boringen B5-B15.

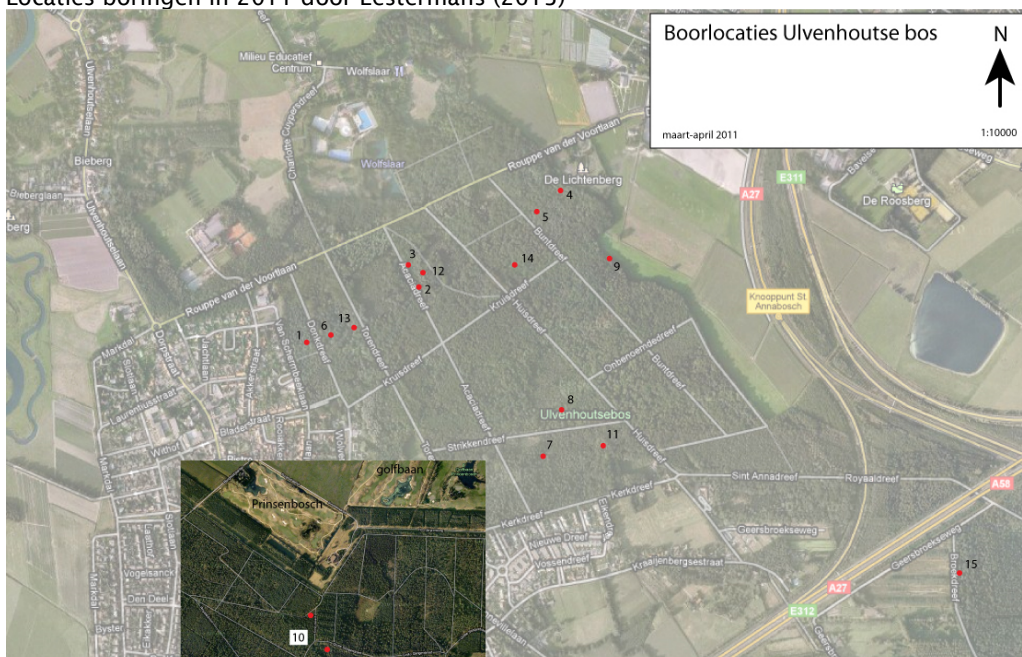
Los bijgevoegd als pdf:

- UlvenhoutsBos-boringenB5-B15-2017etc.pdf (boringen)
- UlvenhoutsBos-boringenPB1-PB4-2017-etc.pbf (boringen tot 26 m met per locatie 4 filterdieptes; in de boorstaten ontbreekt de filterstelling, zie daarvoor bovenstaande tabel.

Boring		PB1 (270-340)	PB2 (380-440)	PB3 (100-150)	PB4 (60-200)	B5 (280-350)	B6 (140-160)	B7 (160-210)	B8 (450-460)	B9 (120-170)	B10 (120-140)	B11 (120-140)	B12 (100-110)	B13 (230-270)	B14 (80-120)	B15 (220-240)	
Analyse "kalkepaling"																	Analysedatum
Droge stof	% (m/m)	90.1	87.4	70.9	85.2	79.7	87.3	81.6		80.1	82.5	77.7		77.2	92.8	89.7	11-09-2017
Carbonaat als Calciet (CaCO ₃)	% (m/m) ds	1	0.9	1.2	0.9	2	1.1	1.5		0.9	1.3	1.1		1.9	1.3	1	11-09-2017
Carbonaat als Calciet (CaCO ₃)	g/kg ds	10.2	9.2	12.2	8.6	20.4	10.9	14.9		9.2	13.2	11.5		19.2	13.3	9.5	11-09-2017
Analyse iongehalten, pH en EC																	
Droge stof	% (m/m)	90.1	86.1	73.1	79.9	79.7	87.3	81.6	75.4	80.1	82.5	77.7	82.8	77.2	92.8	89.7	08-08-2017
Fysisch-chemische analyses																	08-08-2017
Zuurgraad (pH-KCl)		6.8	7.6	6.6	4.9	7.3	6.8	4.6	6.8	7.2	4.3	5.9	4.2	5.7	5.6	6.2	08-08-2017
Geleidingsvermogen (25°C)	µS/cm	110	130	67	630	190	130	400	150	81	18	170	61	48	190	260	08-08-2017
Meettemperatuur (pH-KCl)	°C	20	20	20	21	20	20	21	20	21	21	20	21	20	20	20	08-08-2017
Meettemperatuur (EC)	°C	21.5	21.4	21.2	21.6	21.4	21.3	21.4	21.4	21.4	21.3	21	21.3	21	21.5	21	08-08-2017
EC-temp. corr. factor (mathematis)		1.079	1.081	1.086	1.077	1.081	1.084	1.081	1.081	1.081	1.084	1.091	1.084	1.091	1.079	1.091	08-08-2017
Metalen																	08-08-2017
Calcium (Ca)	mg/kg ds	6500	3200	4000	2600	4200	1600	730	2000	4500	820	4000	290	880	870	1800	08-08-2017
Kalium (K)	mg/kg ds	1800	720	1200	810	2400	390	350	840	1900	1400	2400	930	370	500	840	08-08-2017
Magnesium (Mg)	mg/kg ds	1800	680	2200	610	1800	330	190	960	1400	1000	1700	1100	330	510	570	08-08-2017
Natrium (Na)	mg/kg ds	150	88	100	72	110	64	68	96	81	53	100	72	60	52	67	08-08-2017
Anorganische verbindingen																	08-08-2017
Ammonium (NH ₄ -N)	mg/kg ds	6	5.2	<0.50	2.3	5.1	1.4	<0.50	4.5	0.52	<0.50	5.1	<0.50	17	3.4	3.9	08-08-2017
Ammonium (NH ₄)	mg/kg ds	7.7	6.7	0.64	3	6.6	1.8	<0.64	5.8	0.66	<0.64	6.6	<0.64	22	4.4	5	08-08-2017
Nitriet (NO ₂ -N)	mg/kg ds	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.46	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	08-08-2017
Nitriet (NO ₂)	mg/kg ds	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	1.5	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	<0.60	08-08-2017
Nitraat (NO ₃ -N)	mg/kg ds	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	08-08-2017
Nitraat (NO ₃)	mg/kg ds	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	<9.0	08-08-2017
Ortho-fosfaat (PO ₄ -P)	mg/kg ds	<0.20	&														

Bijlage III Locaties en boorstaten onderzoek Eestermans (2011)

Locaties boringen in 2011 door Eestermans (2013)



Boorstaten 2011 (Eestermans, 2013): de kolom 'kalk' geeft de resultaten van de bruistest, bij hoorbare bruis 'houdend?', bij geen bruis 'loos'. Eestermans nam geen zichtbare bruis waar. De pH is bepaald met lakmoes-papierjes.

Locatie 1	Ulvenhoutse bos	Dennenopstand, 15 m ten westen van pad			
datum	14-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 7	strooisel				
7 -- 30	fijn zand	licht bruin	loos	4,0 op 20 cm	gemineraliseerd
30 -- 60	fijn zand	geel/beige	loos	4,0 op 40 cm	roest
60 -- 90	fijn zand	geel/beige	loos	4,0 op 80 cm	roest
90 -- 160	fijn zand	grijs	loos	4,0 op 120 cm	roest
160 -- 210	matig grof zand	grijs	loos	4.0 op 180 cm	dieper niet mogelijk
Bodem:	Veldpodzol				
GWS	150 cm - mv?				

Locatie 2A	Ulvenhoutse bos	Accasiadreef, in sloot, 20 m ten zuiden duiker			
datum	15-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 30	slib/veen	bruin	loos	6,5 op 25 cm	houtresten
30 -- 40	lemig zand	beige/grijs	loos	6,5 op 40cm	houtresten
Bodem					
Waterstand	bodemsloot 30 cm diep en waterstand ten opzichte van slootrand 20 cm				

Locatie 2B	Ulvenhoutse bos	Berm, 1 m vanaf slootrand locatie 2A			
datum	15-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 50	Veen	bruin	loos		
50 -- 60	veraard veen/lemig	beige/bruin	loos		plantenresten
60 -- 70	lemig zand	beige/grijs	houdend?		plantenresten
Bodem	Veen				
GWS	20 cm - mv				

Locatie 3A	Ulvenhoutse bos	Accasiadreef, sloot tussen 2e en 3e dikke eik oostberm			
datum	15-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 30	slib/veen	bruin/grijs	loos	7,0 op 20 cm	houtresten
30 -- 40	veen	donker bruin	loos	6,5 op 40 cm	houtresten
bodem					
Waterstand	bodemsloot 30 cm diep en waterstand ten opzichte van slootrand 20 cm				

Locatie 3B	Ulvenhoutse bos	Accasiadreef, Berm 1m vanaf slootrand locatie 3A			
datum	15-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 50	veen/lemig	bruin	loos		
50 -- 90	veraard veen/lemig	grijs/bruin	houdend?		plantenresten
90 -- 200	fijn zand	grijs	loos	7,0 op 100 cm	nat
				7,0 op 150 cm	
bodem	veen			7,0 op 200 cm	
GWS	20 cm - mv				

Locatie 4	Ulvenhoutse bos	Begraafplaats, Eiken-berkenbos, 1 rabat noord en 1 rabat west van peilbuis 31 (20 meter)			
datum	16-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel				
5 -- 30	veen/leem	donker bruin	loos	5,3 op 20 cm	hout
30 -- 80	veen	zwart	'	5,5 op 40 cm	hout
80 -- 130	fijn zand	grijs	'	6,5 op 100 cm	hout
130 -- 140	veen	zwart	'	4,0 op 135 cm	hout
150 -- 200	fijn zand	grijs	'	7,0 op 150 cm	leembrokjes
bodem	broekveen				
GWS	5 cm - mv				

Locatie 5	Ulvenhoutse bos	15m t.o.v. peilbuis 32 rabat ernaast (zuidelijk gelegen)			
datum	16-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel	bruin			
5 -- 35	veen	bruin		4,0 op 30 cm	veraard
35 -- 60	lemig zand	grijs/beige	loos		roest
60 -- 115	fijn zand	grijs	'	6,5 op 60 cm	
115 -- 140	lemig zand	grijs/groen	'		water op leem
140 -- 150	leem	grijs	'		hard
150 -- 180	lemig zand	grijs	'	7,0 op 150 cm	
180 -- 190	leem	grijs/groen	houdend?	7,0 op 190 cm	hard
190 -- 210	lemig zand	grijs			
bodem	beekeerd				
GWS	50 cm - mv				

Locatie 6	Ulvenhoutse bos, 15 m noord t.o.v. peilbuis 42				
datum	17-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel				
5 -- 52	fijn zand	donker bruin	loos	3,6 op 20 cm	
52 -- 85	fijn zand	beige/grijs	'	5,8 op 60 cm	
85 -- 90	zandig leem	grijs	'	6,1 op 80 cm	hard
90 -- 120	lemig zand	grijs	'	6,5 op 110 cm	
120 -- 160	fijn zand	grijs	'		dieper niet mogelijk
bodem	Gooreerd				
GWS	25 cm - mv				

Locatie 7	Ulvenhoutse bos, Douglasopstand, 1,5 meter van sloot, 15 meter van bocht				
datum	24-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel				hulst
5 -- 57	fijn zand	donker bruin		4,4 op 20 cm	
57 -- 75	fijn zand	grijs/beige		4,0 op 40 cm	
75 -- 77	leem	grijs		4,0 op 60 cm	
77 -- 128	fijn zand	grijs/beige		4,0 op 80 cm	
128 -- 130	leem	grijs		4,0 op 100 cm	
130 -- 155	fijn zand	grijs		4,7 op 150 cm	
155 -- 160	leem	grijs		6,1 op 160 cm	
160 -- 180	fijn zand	grijs		6,1 op 180 cm	
bodem	Gooreerdgrond				
GWS	40 cm - mv				

Locatie 8	Ulvenhoutse bos	Essen-Vogelkers, 15 meter oosten van scherpe bocht in beek			
datum	24-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 12	veen/veraard	donker bruin/ zwart		6,5 op 10 cm	
12 -- 30	zandig leem	grijs		7,0 op 20 cm	roestvlekken
30 -- 35	veen/veraard/lemig	donker bruin		6,8 op 30 cm	
35 -- 56	lemig zand	grijs			roestvlekken
56 -- 60	leem	grijs			
60 -- 108	fijn zand	grijs/beige			
108 -- 145	leem	blauw/grijs/groen			
145 -- 160	fijn zand	grijs			
Bodem	Beekeerd				greppels met ijzer
GWS	5 cm - mv				

Locatie 9A	Bavelsche Lei	20 meter ten zuiden kleine meander, binnenbocht beek			
datum	25-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 10	fijn zand	licht bruin/geel		5,0 op 10 cm	roestvlekken
10 -- 20	leem	grijs		6,5 op 20 cm	
20 -- 30	veen/veraard	zwart			makkelijk los te trekken, heel hard
Bodem					
GWS					

Locatie 9B	Bavelsche Lei	20 meter ten zuiden kleine meander, buitenbocht beek, op oeverplateau			
datum	25-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel				zwarte vlekken
5 -- 40	zand/veraard veen?	bruin		4,0 op 20 cm	
40 -- 80	fijn zand	grijs/beige	loos	5,0 op 60 cm	
80 -- 85	leem	grijs	loos	6,5 op 80 cm	houtresten, veen
					zwarte brokken
85 -- 130	fijn zand	grijs/beige		6,1 op 120 cm	
130 -- 165	lemig zand	grijs			zwarte vlekken
165 -- 195	leem	blauw/grijs/groen	houdend?	7,0 op 180 cm	
195 -- 210	fijn zand	grijs/beige	loos	6,5 op 200 cm	
bodem	beekeerd				slib in beek pH 7,0
GWS	50 cm - mv				buitenbocht ijzer

Locatie 10	Prinsenbosch	15 meter ten noorden poel, 20 meter ten zuiden van het pad			
datum	28-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel				
5 -- 15	fijn zand	donker bruin	loos		
15 -- 45	fijn zand	beige/ licht bruin	loos		zwarte vlekken
45 -- 102	fijn zand	beige	loos		
102 -- 110	sterk lemig zand	beige/grijs	loos		
110 -- 120	zwak lemig zand	beige	loos		
120 -- 210	fijn zand	beige	loos	6,8 op 200 cm	
Bodem	veldpodzol				
GWS	80 cm - mv				

Locatie 11	Ulvenhoutse bos	10 meter ten oosten beek, 20 meter ten zuiden greppel			
datum	28-3-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	strooisel				
5 -- 63	fijn zand	donker bruin		4,0 op 20 cm	
63 -- 125	fijn zand	beige		5,0 op 80 cm	roestvlekken
125 -- 160	fijn zand	grijs		5,3 op 120 cm	reductie + roest
					dieper niet mogelijk
Bodem	enkeerd				
GWS	60 cm - mv				

Locatie 12	Ulvenhoutse bos	Accasiadreef	1 meter van beek, 5 meter ten zuiden bocht, eiken-haagbeukbos		
datum	7-4-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 50	veen	donkerbruin		4,0 op 20 cm	
50 -- 58	lemig zand	grijs	loos	4,0 op 40 cm	roest
58 -- 65	zandig leem	grijs	houdend?	6,5 op 60 cm	roest
65 -- 90	lemig zand	grijs	loos	6,5 op 80 cm	roest
90 -- 120	fijn zand	grijs/beige	loos	6,5 op 100 cm	
120 -- 138	lemig zand	grijs	loos		
138 -- 150	leem	grijs/blauw/groen	houdend?	7,0 op 140 cm	zwarte plekken
150 -- 160	lemig zand	grijs	loos	7,0 op 160 cm	
160 -- 210	lemig zand	grijs	loos		
Bodem	veen				
GWS	60 cm - mv				

Locatie 13	Ulvenhoutse bos	Peilbuis 43	Zelfde rabat als waar Peilbuis 42 staat, 2 meter voor einde rabat		
datum	7-4-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 3	strooisel			4,0 op 10 cm	
3 -- 5	humus	bruin		4,0 op 20 cm	
5 -- 40	fijn zand	donker bruin	loos	4,4 op 30 cm	zwarte plekken/roest
40 -- 50	veraard veen?/lemig	bruin/grijs	houdend?	6,5 op 40 cm	zwarte plekken/roest
50 -- 52	leem	grijs	houdend?	7,0 op 50 cm	roest
52 -- 80	lemig zand	grijs	loos	7,0 op 60 cm	roest
80 -- 120	grof zand	grijs	loos		roest/leemlaagjes
Bodem	beekeerd				
GWS	35 cm - mv				

Locatie 14	Ulvenhoutse bos	Peilbuis 33	20 meter ten noorden peilbuis 33		
Datum	7-4-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 5	humus				
5 -- 50	fijn zand	bruin/grijs	loos	4,0 op 20 cm	
50 -- 80	fijn zand	bruin/oranje	loos	4,0 op 60 cm	roest
80 -- 145	fijn zand	beige/grijs	loos	4,0 op 100 cm	roest/bruine laagjes
145 -- 185	lemig zand	grijs	loos	5,0 op 180 cm	
185 -- 210	fijn zand	beige/grijs	loos	5,0 op 200 cm	
Bodem	Veldpodzol				
GWS	100 cm - mv				

Locatie 15	Ten zuiden A58	onder A58 door, bij geersbroekweg eerste afslag links 20 meter verder in sloot			
datum	7-4-2011				
diepte	grondsoort	kleur	kalk	pH	Bijzonderheid
0 -- 2	strooisel				
2 -- 8	humus				
8 -- 15	fijn zand	grijs	loos	4,0 op 10 cm	roest
15 -- 25	lemig zand	grijs	loos	4,4 op 20 cm	roest
25 -- 35	fijn zand	grijs/oranje/beige	loos		roest/zwarte vlekken
35 -- 50	veen	zwart	loos	4,0 op 50 cm	hard
50 -- 85	fijn zand	beige/oranje	loos		nat/roest
85 -- 98	leem	donker grijs	loos		
98 -- 146	lemig zand	grijs/groen	loos	4,0 op 120 cm	
146 -- 200	lemig zand	grijs/groen	loos	4,0 op 160 cm	
Bodem	Veldpodzol				
GWS	50 cm - mv				

Bijlage IV Carbonaat-gehalten onderzoek Eestermans (2011)

Kalkbepaling									
Monsternr	Locatie	diepte	grondsoort	Kalkschatting	aantal gram monster	gemeten CO2 volume (ml)	CO2 volume bij temperatuur	CO2 volume/mol massa CaCO3	Percentage kalk
test (5,5%)	x	x	rieverklei	rijk	2	37.2	34.66	0.08	7.74
test (5,5%)	x	x	rieverklei	rijk	2	38.4	35.78	0.08	7.99
56	1	200 -- 205	fijn zand	loos	5	1.1	1.02	0.00	0.09
56	1	200 -- 205	fijn zand	loos	5	1.3	1.21	0.00	0.11
124	4	150 -- 160	zand met leembroekjes	loos	5	3.3	3.07	0.00	0.27
124	4	150 -- 160	zand met leembroekjes	loos	5	3.2	2.98	0.00	0.27
105	2	40 -- 50	veen/lemig	loos	5	2.9	2.70	0.00	0.24
105	2	40 -- 50	veen/lemig	loos	5	2.8	2.61	0.00	0.23
40	3	200 -- 210	fijn zand	loos	5	3	2.80	0.00	0.25
40	3	200 -- 210	fijn zand	loos	5	3.2	2.98	0.00	0.27
9	5	140 - 150	zandig leem	loos	5	4.4	4.10	0.00	0.37
9	5	140 - 150	zandig leem	loos	5	3.9	3.63	0.00	0.32
2026	5	140 - 150	zandig leem	loos	5	3.9	3.63	0.00	0.32
2026	5	140 - 150	zandig leem	loos	5	3.9	3.63	0.00	0.32
117	5	150 - 160	leem	loos	5	4	3.73	0.00	0.33
117	5	150 - 160	leem	loos	5	3.6	3.35	0.00	0.30
Tim 53	5	180 - 190	leem (grijs/groen)	houdend	5	4.6	4.29	0.00	0.38
Tim 53	5	180 - 190	leem (grijs/groen)	houdend	5	4.4	4.10	0.00	0.37
26	5	180 - 190	leem (grijs/groen)	houdend	5	3.7	3.45	0.00	0.31
26	5	180 - 190	leem (grijs/groen)	houdend	5	3.1	2.89	0.00	0.26
43	6	85 -- 90	zandig leem	loos	5	4	3.73	0.00	0.33
43	6	85 -- 90	zandig leem	loos	5	3.6	3.35	0.00	0.30
43	6	85 -- 90	zandig leem	loos	5	3.9	3.63	0.00	0.32
78	6	100 -- 105	lemig zand	loos	5	3.3	3.07	0.00	0.27
78	6	100 -- 105	lemig zand	loos	5	3.1	2.89	0.00	0.26
190	8	12 -- 20	leem	houdend	5	4.5	4.19	0.00	0.37
190	8	12 -- 20	leem	houdend	5	4	3.73	0.00	0.33
151	8	40 - 50	zandig leem	loos	5	3.9	3.63	0.00	0.32
151	8	40 - 50	zandig leem	loos	5	3.4	3.17	0.00	0.28
51	8	100 - 110	leem (grijs/groen)	houdend	5	3.4	3.17	0.00	0.28
51	8	100 - 110	leem (grijs/groen)	houdend	5	1.9	1.77	0.00	0.16
180	8	100 - 110	leem (grijs/groen)	houdend	5	5.3	4.94	0.00	0.44
180	8	100 - 110	leem (grijs/groen)	houdend	5	5.1	4.75	0.00	0.42
64	7	155 - 160	zandig leem	loos	5	1.9	1.77	0.00	0.16
64	7	155 - 160	zandig leem	loos	5	2	1.86	0.00	0.17
22	7	155 - 160	zandig leem	loos	5	4.6	4.29	0.00	0.38
22	7	155 - 160	zandig leem	loos	5	3.8	3.54	0.00	0.32
34	9	10 -- 20	leem (beek)	houdend	5	4.4	4.10	0.00	0.37
34	9	10 -- 20	leem (beek)	houdend	5	4.9	4.57	0.00	0.41
34	9	10 -- 20	leem (beek)	houdend	5	5.8	5.40	0.00	0.48
28K	9	170 - 180	leem (grijs/groen)	houdend	5	7.7	7.17	0.01	0.64
28K	9	170 - 180	leem (grijs/groen)	houdend	5	4.5	4.19	0.00	0.37
65	9	170 - 180	leem (grijs/groen)	houdend	5	4.1	3.82	0.00	0.34
65	9	170 - 180	leem (grijs/groen)	houdend	5	3.5	3.26	0.00	0.29
87	12	60 -- 70	zandig leem	houdend	5	4.4	4.10	0.00	0.37
87	12	60 -- 70	zandig leem	houdend	5	4.2	3.91	0.00	0.35
35	12	140 -- 145	leem (grijs/groen)	houdend	5	4.7	4.38	0.00	0.39
35	12	140 -- 145	leem (grijs/groen)	houdend	5	4.9	4.57	0.00	0.41
35	12	140 -- 145	leem (grijs/groen)	houdend	5	5	4.66	0.00	0.42
211	13	40 -- 50	venig/lemig	loos	5	2.9	2.70	0.00	0.24
211	13	40 -- 50	venig/lemig	loos	5	3	2.80	0.00	0.25
187	11	140 -- 150	fijn zand	loos	5	2.1	1.96	0.00	0.17
187	11	140 -- 150	fijn zand	loos	5	2.3	2.14	0.00	0.19
9	14	160 -- 170	lemig zand	loos	5	2	1.86	0.00	0.17
9	14	160 -- 170	lemig zand	loos	5	2.1	1.96	0.00	0.17

Resultaten carbonaatbepalingen met de Scheibler-test, omgerekend naar kalkgehalten (aangezien ook andere carbonaten kunnen voorkomen, betreft het maximale kalkgehalten) (uit Eestermans, 2013). De locaties en boorstaten zijn weergegeven in bijlage III.

Bijlage V Waterkwaliteitsgegevens in 2017 bemonsterde locaties

(ion-gehalten waarmee in Hydrogeochemical gerekend is plus berekende indices)

NITG-code	SBBcode	datum	mv mNAP	bkf m-mv	okf m-mv	Watertype Chemical	EC-20 Lab	pH Lab	SO4 mmol/l	HCO3 mmol/l	Cl mmol/l	NO3 umol/l	NO2 umol/l	NH4 umol/l	PO4-O umol/l	PO4-t umol/l	Ca mmol/l	Mg mmol/l	Na mmol/l	K mmol/l	Fe umol/l	Mn umol/l	Al umol/l	Si-C calcite	TotH mmol/L	HCO3/TH -	Mg/TH -	meq/L no	meq/L with	GWS mNAP	
							uS/cm																						dolomite	dolomite	
B50B1308-1	PB1-1-1	04-jul-17	3.55	0.90	1.90	F3CaHCO3-	710	7.2	0.03	4.43	3.38	7.3	0.3	6.7	0.3		2.99	0.41	0.74	0.02					0.03	3.41	1.30	0.12	-2.04	-2.21	2.06
B50B1308-2	PB1-2-1	04-jul-17	3.55	3.32	4.32	F3CaHCO3o	500	7.6	0.03	4.75	1.13	7.3	0.3	12.2	0.3		2.27	0.36	0.48	0.06					0.36	2.63	1.81	0.14	0.04	-0.45	2.11
B50B1308-3	PB1-3-1	04-jul-17	3.55	8.52	9.52	g2CaHCO3	350	7.5	0.03	3.93	0.31	7.3	0.3	14.4	0.8		1.95	0.30	0.33	0.02					0.13	2.24	1.75	0.13	0.61	0.08	2.47
B50B1308-4	PB1-4-1	04-jul-17	3.55	25.09	26.09	g3CaSO4+	970	7.4	3.33	5.24	0.48	7.3	0.3	5.5	0.3		2.00	0.33	0.52	0.04					0.02	2.33	2.26	0.14	0.71	0.14	2.53
B50B1309-1	PB2-1-1	04-jul-17	3.47	1.85	2.85	g2CaHCO3	440	6.6	0.54	3.61	0.45	7.3	0.3	210.7	0.3		2.07	0.35	0.65	0.13					-0.80	2.42	1.49	0.14	1.00	0.39	2.24
B50B1309-2	PB2-2-1	04-jul-17	3.47	3.99	4.99	g2CaHCO3	290	7.7	0.03	2.95	0.27	7.3	0.3	52.1	0.3		2.00	0.34	0.27	0.18					0.22	2.33	1.26	0.14	0.84	0.22	2.25
B50B1309-3	PB2-3-1	04-jul-17	3.47	7.81	8.81	g2CaHCO3o	310	7.7	0.03	3.28	0.28	7.3	0.3	32.2	0.3		1.40	0.21	0.30	0.07					0.13	1.61	2.03	0.13	0.50	0.13	2.41
B50B1309-4	PB2-4-1	04-jul-17	3.47	25.02	26.02	g2CaHCO3+	370	8.0	0.44	3.61	0.34	7.3	0.3	15.0	0.3		1.65	0.28	1.13	0.09					0.50	1.92	1.88	0.14	1.41	0.93	2.32
B50B1310-1	PB3-1-1	04-jul-17	3.68	1.09	2.09																										
B50B1310-2	PB3-2-1	04-jul-17	3.68	3.39	4.39	g3CaHCO3+	710	7.0	1.77	4.43	0.76	7.3	0.3	21.1	0.3		3.49	0.53	0.91	0.04					-0.17	4.03	1.10	0.13	1.21	0.28	2.99
B50B1310-3	PB3-3-1	04-jul-17	3.68	7.56	8.56	g2CaHCO3+	340	7.9	0.07	3.61	0.28	7.3	0.3	3.8	0.3		1.52	0.23	0.33	0.06					0.39	1.75	2.06	0.13	0.56	0.15	2.93
B50B1310-4	PB3-4-1	04-jul-17	3.68	24.90	25.90	g3CaHCO3+	460	7.7	0.49	4.26	0.28	7.3	0.3	20.5	0.3		1.95	0.28	1.35	0.06					0.33	2.23	1.91	0.13	1.68	1.16	2.65
B50B1307-1	PB4-1-1	04-jul-17	4.70	2.53	3.53	g1CaHCO3o	210	7.2	0.09	1.97	0.34	7.3	0.3	7.8	1.3		1.12	0.16	0.42	0.03					-0.66	1.28	1.53	0.13	0.40	0.15	3.27
B50B1307-2	PB4-2-1	04-jul-17	4.70	3.98	4.98	g2CaHCO3o	400	7.2	0.40	3.11	0.76	7.3	0.3	10.5	0.7		1.90	0.31	0.43	0.03					-0.29	2.20	1.41	0.14	0.26	-0.21	3.18
B50B1307-3	PB4-3-1	04-jul-17	4.70	14.13	15.13	g2CaHCO3	340	7.9	0.03	3.28	0.31	7.3	0.3	1.8	0.3		1.85	0.31	0.35	0.05					0.43	2.15	1.52	0.14	0.68	0.12	3.11
B50B1307-4	PB4-4-1	04-jul-17	4.70	24.20	25.20	g3CaHCO3+	480	7.5	0.59	4.43	0.28	7.3	0.3	6.1	0.3		1.67	0.29	1.96	0.03					0.08	1.96	2.25	0.15	2.27	1.74	3.05
B50B0550-2	B31b	25-sep-17	2.85	1.95	2.45	g1CaMixo	170	6.4	0.30	0.92	0.45	7.3	0.3	37.7	1.7		0.52	0.13	0.41	0.03	100.3		3.6	1.9	-2.09	0.65	1.41	0.20	0.21	0.04	
B50B0550-2	B31b	09-apr-08	2.85	1.95	2.45	g1CaHCO3o	161	6.6	0.07	1.02	0.34	46.0	0.1	5.4	0.1		0.51	0.12	0.34	0.03	3.3	10.4	0.1		-1.84	0.63	1.62	0.19	0.24	0.07	
B50B0550-2	B31b	08-sep-04	2.85	1.95	2.45	g1CaHCO3o	170	5.7	0.02	1.20	0.41	0.7	0.4	15.7	1.1		0.53	0.12	0.45	0.03	0.6				-2.67	0.65	1.86	0.18	0.27	0.11	
B50B0550-2	B31b	31-mrt-04	2.85	1.95	2.45	g1CaHCO3o	134	6.5	0.00	1.10	0.29	0.7	0.3	15.7	0.6		0.43	0.11	0.36	0.01	0.0				-1.95	0.54	2.05	0.20	0.27	0.12	
B50B0550-2	B31b	29-jul-98	2.85	1.95	2.45	g2CaHCO3	232	6.7	0.01	2.30	0.59	2.1		21.4	0.7		0.83	0.22	0.36	0.03	6.4	19.9			-1.25	1.06	2.18	0.21	0.21	-0.13	
B50B0550-2	B31b	03-dec-97	2.85	1.95	2.45	g2CaHCO3o	235	7.0	0.01	2.10	0.66	29.2		6.4	5.4		1.04	0.19	0.38	0.02	18.0				-0.91	1.23	1.71	0.15	0.07	-0.18	
B50B1306	1306	25-sep-17	2.70	0.86	1.86	g2CaHCO3o	280	6.9	0.03	2.79	0.34	7.3	0.3	16.6	6.0		1.32	0.21	0.39	0.03	132.5	1.8	1.9		-0.75	1.53	1.82	0.13	0.46	0.12	
B50B0552	B33	27-sep-17	4.65	2.35	2.55	g*CaClO	140	4.8	0.23	0.08	0.71	15.0	0.3	6.1	0.3		0.19	0.09	0.57	0.04	5.4	1.6	107.5		-5.12	0.28	0.29	0.34	0.04	-0.01	
B50B0552	B33	08-apr-08	4.65	2.35	2.55	F*AlSO4o	275	4.5	0.68	0.08	1.07	135.3	0.1	1.4	0.3		0.29	0.12	1.01	0.01	2.8	1.9	320.9		-5.28	0.41	0.20	0.30	0.12	0.08	
B50B0552	B33	31-mrt-04	4.65	2.35	2.55	F*CaClO	169	4.5	0.17	0.00	0.88	117.6	0.3	7.1	0.1		0.33	0.13	0.49	0.01	0.0				-5.87	0.46	0.00	0.28	-0.18	-0.27	
B50B0552	B33	29-jul-98	4.65	2.35	2.55	F*NaSO4+	231	5.8	0.51	0.36	0.87	245.9		13.5	1.6		0.28	0.10	1.47	0.03	5.6	15.4			-3.39	0.38	0.94	0.26	0.77	0.74	
B50B0552	B33	03-dec-97	4.65	2.35	2.55	F2NaMix+	551	6.5	1.51	2.45	1.06	17.2		28.5	2.8		1.06	0.13	3.48	0.02	17.6				-1.39	1.19	2.06	0.11	2.62	2.57	

NITG-code	SBBcode	datum	mv	bkf	okf	Watertype	EC-20	pH	SO4	HCO3	Cl	NO3	NO2	NH4	PO4-O	PO4-t	Ca	Mg	Na	K	Fe	Mn	Al	Si-C	TotH	HCO3/TH	Mg/TH	meq/L	meq/L
			mNAP	m-mv	m-mv	Chemical	Lab	Lab	mmol/l	mmol/l	mmol/l	umol/l	umol/l	umol/l	umol/l	umol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	umol/l	umol/l	umol/l	calcite	mmol/L	-	-	no	with
							uS/cm																					dolomite	dolomite
B50B0553-2	B34b	27-sep-17	4.07	1.50	2.00	g2CaHCO3	350	7.1	0.10	3.77	0.39	7.3	0.3	18.8	0.3		1.57	0.23	0.41	0.02	28.7	2.4	1.9	-0.37	1.80	2.09	0.13	0.47	0.09
B50B0553-2	B34b	08-apr-08	4.07	1.50	2.00	F2CaMix-	751	6.2	0.80	3.19	2.79	0.4	0.1	8.5	10.3		2.74	0.35	1.69	0.01	124.8	13.5	1.3	-1.16	3.10	1.03	0.11	-0.59	-0.75
B50B0553-2	B34b	29-jul-98	4.07	1.50	2.00	F2CaMix	562	6.2	1.21	3.10	1.27	7.8		24.9	3.6		1.97	0.35	1.14	0.03	48.8	9.3		-1.28	2.31	1.34	0.15	0.50	0.06
B50B0553-2	B34b	08-dec-97	4.07	1.50	2.00	F2CaMix+	591	6.2	1.47	3.65	1.38	1.4		19.2	2.6		1.88	0.51	2.29	0.12	9.2			-1.26	2.39	1.53	0.21	1.95	1.20
B50B0554	B35	27-sep-17	3.00	1.55	2.05	g2CaHCO3+	430	7.2	0.37	3.61	0.48	7.3	0.3	23.3	0.3		1.90	0.33	0.48	0.03	35.8	0.8	1.9	-0.23	2.23	1.62	0.15	0.66	0.09
B50B0554	B35	31-mrt-04	3.00	1.55	2.05	F1CaHCO3	359	6.6	0.35	1.85	0.89	4.3	0.4	10.0	1.3		1.42	0.30	0.42	0.01	0.0			-1.22	1.72	1.08	0.17	0.07	-0.36
B50B0554	B35	29-jul-98	3.00	1.55	2.05	g2CaHCO3	433	6.9	0.54	3.52	0.74	2.1		23.5	2.4		1.72	0.33	0.49	0.02	20.9	2.4		-0.56	2.05	1.72	0.16	0.37	-0.15
B50B0554	B35	08-dec-97	3.00	1.55	2.05	F2CaMixo	494	6.5	1.08	2.70	0.89	1.4		18.5	2.0		2.20	0.33	0.42	0.01	15.3			-1.03	2.53	1.07	0.13	0.15	-0.34
B50B0558-2	B39b	25-sep-17	4.66	2.10	2.60	F*CaSO4o	330	5.3	0.92	0.20	1.13	7.3	0.3	28.3	4.6		0.60	0.25	0.91	0.09	322.3	2.4	31.1	-3.84	0.85	0.23	0.29	0.29	0.01
B50B0558-2	B39b	09-apr-08	4.66	2.10	2.60	F1CaMixo	550	5.9	1.28	0.83	1.91	6.0	0.1	38.0	18.9		1.41	0.44	1.17	0.06	314.2	7.7	8.4	-2.31	1.85	0.45	0.24	0.07	-0.45
B50B0558-2	B39b	29-jul-98	4.66	2.10	2.60	F1CaSO4+	533	5.8	1.89	0.58	1.83	3.6		22.1	0.6		1.10	0.37	2.26	0.10	182.1	15.1		-2.75	1.47	0.39	0.25	1.14	0.75
B50B0558-2	B39b	03-dec-97	4.66	2.10	2.60	F*CaSO4+	476	5.0	1.85	0.10	1.78	0.0		24.9	2.0		1.06	0.40	1.60	0.07	347.3			-4.30	1.45	0.07	0.27	0.56	0.11
B50B0559-2	B40b	25-sep-17	3.64	1.60	2.40	g2CaHCO3+	390	7.0	0.11	3.93	0.34	7.3	0.3	17.7	5.4		1.90	0.29	0.33	0.03	41.2	2.9	1.9	-0.38	2.18	1.80	0.13	0.57	0.06
B50B0559-2	B40b	08-apr-08	3.64	1.60	2.40	g3CaHCO3+	427	6.8	0.03	4.21	0.38	25.8	0.1	10.1	1.7		1.96	0.28	0.39	0.02	22.0	6.7	0.1	-0.53	2.25	1.87	0.13	0.56	0.08
B50B0559-2	B40b	29-jul-98	3.64	1.60	2.40	F3CaHCO3	540	7.2	0.42	5.30	0.92	1.4		38.5	3.5		2.46	0.37	0.50	0.05	0.0	17.1		0.04	2.83	1.87	0.13	0.30	-0.26
B50B0559-2	B40b	03-dec-97	3.64	1.60	2.40	F3CaHCO3	522	7.0	0.00	5.50	0.88	0.0		40.6	8.8		2.16	0.34	0.71	0.02	12.7			-0.17	2.50	2.20	0.14	0.47	-0.05
B50B1303	1303	27-sep-17	2.65	0.78	1.78	g3CaHCO3	440	7.4	0.28	4.10	0.56	7.3	0.3	23.3	0.3		1.97	0.30	0.32	0.03	17.9	0.9	1.9	0.04	2.27	1.81	0.13	0.34	-0.14
B50B0561-2	B42b	27-sep-17	3.16	1.20	1.60	g2CaHCO3+	350	6.8	0.22	3.28	0.37	7.3	0.3	15.0	0.3		1.55	0.24	0.52	0.04	34.0	2.9	1.9	-0.73	1.79	1.84	0.13	0.64	0.24
B50B0561-2	B42b	08-apr-08	3.16	1.20	1.60	g2CaHCO3o	506	6.3	1.03	2.80	0.58	2.3	0.1	4.2	0.8		2.21	0.29	0.44	0.03	3.9	2.1	0.1	-1.19	2.50	1.12	0.12	0.43	-0.04
B50B0561-2	B42b	29-jul-98	3.16	1.20	1.60	F3CaHCO3+	602	6.8	0.82	4.80	1.12	5.0		18.5	1.9		1.72	0.25	2.35	0.04	0.0	15.4		-0.54	1.96	2.44	0.13	1.68	1.40
B50B0561-2	B42b	03-dec-97	3.16	1.20	1.60	F3CaHCO3+	653	6.7	1.15	4.75	1.19	9.6		20.7	6.7		1.73	0.24	2.84	0.02	2.1			-0.66	1.97	2.41	0.12	2.06	1.81
B50B0551-1	B32a???	25-sep-17	3.59	0.90	1.20	g2CaHCO3	250	6.7	0.10	2.13	0.31	7.3	0.3	51.0	4.5		1.15	0.19	0.34	0.02	87.7	2.7	1.9	-1.12	1.33	1.60	0.14	0.40	0.09
B50B1189	B104	27-sep-17	3.93	0.90	1.90	G*AlMixo	33	4.8	0.10	0.08	0.14	7.3	0.3	1.8	0.3		0.04	0.03	0.13	0.01	7.3	0.4	55.6	-5.71	0.08	1.07	0.45	0.06	0.02
B50B1189	B104	08-apr-08	3.93	0.90	1.90	F*NaMix	223	4.7	0.45	0.08	0.97	2.6	0.1	4.7	0.1		0.05	0.05	1.45	0.01	20.4	3.2	195.4	-5.80	0.10	0.82	0.50	0.52	0.61
KD in	KD in	25-sep-17	2.00	0.00	0.01	g1CaHCO3o	120	6.8	0.07	0.69	0.51	17.7	0.7	30.5	0.3	1.9	0.37	0.05	0.40	0.07	11.1	0.7	16.3	-1.91	0.42	1.64	0.11	0.01	0.02
KD in	KD in	09-apr-08	2.00	0.00	0.01	F1CaSO4+	557	6.0	1.38	0.83	1.46	29.0	1.3	12.2	0.1		1.37	0.57	1.39	0.28	10.7	3.6	40.9	-2.21	1.93	0.43	0.29	1.24	0.39
KD uit	KD uit	27-sep-17	2.00	0.00	0.01	g*CaSO4o	150	5.2	0.60	0.08	0.23	7.3	0.3	77.6	0.3	3.2	0.45	0.08	0.26	0.06	143.3	4.7	31.1	-4.37	0.53	0.15	0.15	0.24	0.12
KD uit	KD uit	09-apr-08	2.00	0.00	0.01	F1CaMixo	294	6.4	0.44	1.05	0.86	10.2	0.2	32.1	0.5		0.85	0.21	0.75	0.09	51.9	3.0	17.0	-1.84	1.06	0.99	0.20	0.34	0.09
HD uit	HD uit	27-sep-17	2.00	0.00	0.01	g1CaHCO3o	180	6.8	0.24	1.43	0.27	7.3	0.3	11.1	1.0	1.9	0.82	0.12	0.27	0.03	94.9	2.5	6.7	-1.31	0.95	1.51	0.13	0.25	0.06
HD uit	HD uit	09-apr-08	2.00	0.00	0.01	g1CaHCO3o	286	6.8	0.15	1.92	0.72	7.4	0.1	13.3	0.5		1.06	0.17	0.60	0.02	33.1	2.2	15.8	-1.08	1.23	1.55	0.14	0.18	-0.01

Bijlage VI Locatiegegevens en toetsen analyseresultaten

NITG-code	SBBcode	datum	Type	X-coord	Y-coord	mv	bkf	okf	bkf	okf	Ion	Σ cations	Σ anions	EC-20	EC-20calc	ΔEC-meas	EC-20calc	ΔEC-An	EC-20calc	ΔEC-Kat
				m	m	mNAP	m-mv	m-mv	mNAP	mNAP	Balans	meq/L	meq/L	lab	A+C	A+C	Anions	%	Cations	%
											%			uS/cm	uS/cm	%	uS/cm		uS/cm	
B50B1308-1	PB1-1-1	4-jul-17	G	114863	396737	3.55	0.90	1.90	2.7	1.7	-2	7.58	7.87	710	672	5.40	704	1	609	14
B50B1308-2	PB1-2-1	4-jul-17	G	114863	396737	3.55	3.32	4.32	0.2	-0.8	-1	5.80	5.94	500	480	4.03	505	-1	478	4
B50B1308-3	PB1-3-1	4-jul-17	G	114863	396737	3.55	8.52	9.52	-5.0	-6.0	6	4.85	4.30	350	362	-3.44	369	-5	402	-15
B50B1308-4	PB1-4-1	4-jul-17	G	114863	396737	3.55	25.09	26.09	-21.5	-22.5	-41	5.22	12.39	970	878	9.53	944	3	435	55
B50B1309-1	PB2-1-1	4-jul-17	G	114479	396370	3.47	1.85	2.85	1.6	0.6	6	5.83	5.15	440	455	-3.50	434	1	495	-12
B50B1309-2	PB2-2-1	4-jul-17	G	114479	396370	3.47	3.99	4.99	-0.5	-1.5	22	5.17	3.28	290	334	-15.33	298	-3	436	-50
B50B1309-3	PB2-3-1	4-jul-17	G	114479	396370	3.47	7.81	8.81	-4.3	-5.3	0	3.63	3.62	310	294	5.31	322	-4	313	-1
B50B1309-4	PB2-4-1	4-jul-17	G	114479	396370	3.47	25.02	26.02	-21.6	-22.6	3	5.08	4.83	370	408	-10.25	408	-10	439	-19
B50B1310-1	PB3-1-1	4-jul-17	G	114875	395987	3.68	1.09	2.09	2.6	1.6										
B50B1310-2	PB3-2-1	4-jul-17	G	114875	395987	3.68	3.39	4.39	0.3	-0.7	2	9.03	8.73	710	737	-3.76	694	2	725	-2
B50B1310-3	PB3-3-1	4-jul-17	G	114875	395987	3.68	7.56	8.56	-3.9	-4.9	-2	3.91	4.03	340	321	5.58	350	-3	334	2
B50B1310-4	PB3-4-1	4-jul-17	G	114875	395987	3.68	24.90	25.90	-21.2	-22.2	3	5.89	5.53	460	461	-0.31	454	1	499	-8
B50B1307-1	PB4-1-1	4-jul-17	G	115416	396130	4.70	2.53	3.53	2.2	1.2	9	3.02	2.50	210	231	-10.05	250	-19	266	-27
B50B1307-2	PB4-2-1	4-jul-17	G	115416	396130	4.70	3.98	4.98	0.7	-0.3	2	4.88	4.67	400	405	-1.25	410	-2	408	-2
B50B1307-3	PB4-3-1	4-jul-17	G	115416	396130	4.70	14.13	15.13	-9.4	-10.4	13	4.71	3.65	340	331	2.53	324	5	395	-16
B50B1307-4	PB4-4-1	4-jul-17	G	115416	396130	4.70	24.20	25.20	-19.5	-20.5	0	5.92	5.90	480	480	-0.06	480	0	513	-7
B50B0550-2	B31b	25-sep-17	G	115100	396680	2.85	1.95	2.45	0.9	0.4	0	1.99	1.98	170	185	-8.78	198	-17	199	-17
B50B0550-2	B31b	9-apr-08	G	115100	396680	2.85	1.95	2.45	0.9	0.4	4	1.66	1.54	161	141	12.17	154	4	166	-3
B50B0550-2	B31b	8-sep-04	G	115100	396680	2.85	1.95	2.45	0.9	0.4	4	1.79	1.66	170	150	11.92	166	3	179	-5
B50B0550-2	B31b	31-mrt-04	G	115100	396680	2.85	1.95	2.45	0.9	0.4	2	1.46	1.39	134	122	9.20	139	-4	146	-9
B50B0550-2	B31b	29-jul-98	G	115100	396680	2.85	1.95	2.45	0.9	0.4	-6	2.58	2.91	232	233	-0.52	291	-26	258	-11
B50B0550-2	B31b	3-dec-97	G	115100	396680	2.85	1.95	2.45	0.9	0.4	2	2.90	2.81	235	244	-3.92	281	-20	290	-24
B50B1306	1306	25-sep-17	G	115091	396680	2.70	0.86	1.86	1.8	0.8	8	3.76	3.19	280	281	-0.21	294	-5	311	-11
B50B0552	B33	27-sep-17	G	114940	396430	4.65	2.35	2.55	2.3	2.1	10	1.53	1.26	140	147	-5.03	126	10	153	-9
B50B0552	B33	8-apr-08	G	114940	396430	4.65	2.35	2.55	2.3	2.1	4	2.85	2.64	275	286	-4.14	264	4	285	-4
B50B0552	B33	31-mrt-04	G	114940	396430	4.65	2.35	2.55	2.3	2.1	4	1.45	1.34	169	153	9.46	134	21	145	14
B50B0552	B33	29-jul-98	G	114940	396430	4.65	2.35	2.55	2.3	2.1	-4	2.32	2.50	231	243	-5.06	250	-8	232	0
B50B0552	B33	3-dec-97	G	114940	396430	4.65	2.35	2.55	2.3	2.1	-5	5.94	6.56	551	571	-3.60	554	-1	536	3

NITG-code	SBBcode	datum	Type	X-coord m	Y-coord m	mv mNAP	bkf m-mv	okf m-mv	bkf mNAP	okf mNAP	Ion Balans %	Σ cations meq/L	Σ anions meq/L	EC-20 lab uS/cm	EC-20calc A+C uS/cm	ΔEC-meas A+C %	EC-20calc Anions uS/cm	ΔEC-An %	EC-20calc Cations uS/cm	ΔEC-Kat %
B50B0553-2	B34b	27-sep-17	G	114980	396270	4.07	1.50	2.00	2.6	2.1	-3	4.13	4.38	350	346	1.11	377	-8	347	1
B50B0553-2	B34b	8-apr-08	G	114980	396270	4.07	1.50	2.00	2.6	2.1	4	8.18	7.61	751	687	8.53	672	10	659	12
B50B0553-2	B34b	29-jul-98	G	114980	396270	4.07	1.50	2.00	2.6	2.1	-7	5.94	6.81	562	573	-2.01	576	-2	498	11
B50B0553-2	B34b	8-dec-97	G	114980	396270	4.07	1.50	2.00	2.6	2.1	-5	7.22	7.97	591	669	-13.08	659	-11	634	-7
B50B0554	B35	27-sep-17	G	115030	396220	3.00	1.55	2.05	1.5	1.0	2	5.07	4.84	430	409	4.93	413	4	421	2
B50B0554	B35	31-mrt-04	G	115030	396220	3.00	1.55	2.05	1.5	1.0	6	3.87	3.45	359	323	9.81	330	8	335	6
B50B0554	B35	29-jul-98	G	115030	396220	3.00	1.55	2.05	1.5	1.0	-7	4.68	5.34	433	431	0.53	455	-5	395	9
B50B0554	B35	8-dec-97	G	115030	396220	3.00	1.55	2.05	1.5	1.0	-2	5.55	5.75	494	502	-1.61	491	1	454	8
B50B0558-2	B39b	25-sep-17	G	115190	395900	4.66	2.10	2.60	2.6	2.1	5	3.47	3.17	330	328	0.46	322	3	295	11
B50B0558-2	B39b	9-apr-08	G	115190	395900	4.66	2.10	2.60	2.6	2.1	3	5.65	5.33	550	516	6.10	493	10	468	15
B50B0558-2	B39b	29-jul-98	G	115190	395900	4.66	2.10	2.60	2.6	2.1	-4	5.72	6.19	533	582	-9.17	554	-4	505	5
B50B0558-2	B39b	3-dec-97	G	115190	395900	4.66	2.10	2.60	2.6	2.1	-2	5.31	5.58	476	543	-14.11	511	-7	446	6
B50B0559-2	B40b	25-sep-17	G	114800	396280	3.64	1.60	2.40	2.0	1.2	4	4.84	4.51	390	374	4.12	384	1	398	-2
B50B0559-2	B40b	8-apr-08	G	114800	396280	3.64	1.60	2.40	2.0	1.2	3	4.97	4.68	427	383	10.38	396	7	409	4
B50B0559-2	B40b	29-jul-98	G	114800	396280	3.64	1.60	2.40	2.0	1.2	-6	6.28	7.07	540	551	-2.05	578	-7	515	5
B50B0559-2	B40b	3-dec-97	G	114800	396280	3.64	1.60	2.40	2.0	1.2	-5	5.80	6.39	522	489	6.34	527	-1	480	8
B50B1303	1303	27-sep-17	G	114704	396378	2.65	0.78	1.78	1.9	0.9	-3	4.95	5.23	440	420	4.51	441	0	408	7
B50B0561-2	B42b	27-sep-17	G	114430	396280	3.16	1.20	1.60	2.0	1.6	2	4.22	4.09	350	342	2.30	357	-2	357	-2
B50B0561-2	B42b	8-apr-08	G	114430	396280	3.16	1.20	1.60	2.0	1.6	0	5.49	5.45	506	477	5.74	461	9	448	12
B50B0561-2	B42b	29-jul-98	G	114430	396280	3.16	1.20	1.60	2.0	1.6	-9	6.36	7.57	602	595	1.14	620	-3	552	8
B50B0561-2	B42b	3-dec-97	G	114430	396280	3.16	1.20	1.60	2.0	1.6	-9	6.83	8.25	653	653	0.05	670	-3	592	9
B50B0551-1	B32a???	25-sep-17	G	115010	396610	3.59	0.90	1.20	2.7	2.4	10	3.26	2.66	250	246	1.72	266	-6	278	-11
B50B1189	B104	27-sep-17	G	114557	396540	3.93	0.90	1.90	3.0	2.0	7	0.50	0.44	33	53	-60.16	44	-33	50	-52
B50B1189	B104	8-apr-08	G	114557	396540	3.93	0.90	1.90	3.0	2.0	9	2.33	1.94	223	219	1.95	194	13	233	-4
KD in	KD in	25-sep-17	S	114992	395771	2.00	0.00	0.01	2.0	2.0	2	1.41	1.36	120	130	-8.29	136	-13	141	-17
KD in	KD in	9-apr-08	S	114992	395771	2.00	0.00	0.01	2.0	2.0	6	5.72	5.09	557	504	9.49	465	17	522	6
KD uit	KD uit	27-sep-17	S	114379	396490	2.00	0.00	0.01	2.0	2.0	10	1.85	1.53	150	173	-15.22	153	-2	185	-23
KD uit	KD uit	9-apr-08	S	114379	396490	2.00	0.00	0.01	2.0	2.0	6	3.16	2.81	294	277	5.71	281	4	288	2
HD uit	HD uit	27-sep-17	S	114769	396660	2.00	0.00	0.01	2.0	2.0	5	2.42	2.19	180	201	-11.92	219	-22	242	-34
HD uit	HD uit	9-apr-08	S	114769	396660	2.00	0.00	0.01	2.0	2.0	4	3.22	2.95	286	268	6.27	295	-3	283	1

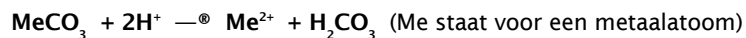
Bijlage VII Methode ‘kalkbepaling’ Eurofins

Uit mail Avallo:

Eurofins Barneveld heeft een test T7591 - Calciet (CaCO_3).

1.2) Principe

Het grondmonster wordt in het reactievat in contact gebracht met zoutzuur, waardoor carbonaten reageren tot kooldioxide. In vereenvoudigde vorm luidt de reactie:



De druk van het geproduceerde koolstofdioxide wordt gemeten met behulp van een System Oxitop Control en vergeleken met de druk koolstofdioxide, afkomstig van een kalibratie lijn op dezelfde wijze behandelde hoeveelheden zuiver calciumcarbonaat. Kalibratie en analyse vinden onder gelijke condities plaats, hierdoor worden invloeden voor o.a. temperatuur impliciet gecorrigeerd.

Het gehalte aan carbonaten wordt uitgedrukt als een equivalent gehalte aan calciumcarbonaat. In feite worden alle carbonaten en bicarbonaten bepaald die in grondmonsters voor kunnen komen. Veel voorkomende carbonaten zijn calciet en aragoniet (CaCO_3), dolomiet ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), sideriet (FeCO_3) en rhodochrosiet (MnCO_3). In grond, gelegen in droge (aride) gebieden, kan soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$) voorkomen.

Bijlage VIII Nagekomen vragen Alfons Keizer en eerste antwoorden Mark Jalink (d.d. 30 januari 2018)

Beste Mark,

Naar aanleiding van je conceptrapportage heeft de Werkgroep Ulvenhoutse Bos hieronder nog enkele vragen geformuleerd. Wij hebben het idee dat de vragen 1 t/m 4 onder de huidige opdracht vallen waarin de volgende onderzoeksvragen zijn gesteld:

- Wat valt uit de in 2017 uitgevoerde boringen en bodemanalyses af te leiden over de aanwezigheid van kalk in het Ulvenhoutse bos?
- Wat valt uit de in 2017 genomen watermonsters en de eerder (vanaf 1997) in de zelfde buizen genomen monsters af te leiden over de waterkwaliteitsontwikkeling en de herkomst van het grondwater in deze buizen?

We ontvangen van jou graag een aanvullende offerte voor de vragen die jouw inziens niet binnen de huidige opdracht thuis horen.

1. Hoe verhoudt de huidige aanwezigheid van kalk in de leemlagen zich ten opzichte van eerdere analyses (2008) en hoe verhoudt de huidige buffering van het grondwater zich ten opzichte van eerdere analyses (2008)?

Mja: er is in 2008 geen analyse van kalk in leemlagen geweest; SBB heeft in 2011 wel een stagair (Tim Eestermans) gehad, die in ondiepe boringen (- ca 2 m) kalkbepalingen deed (bruistest en CO₂-bepaling); hij geeft aan dat kalkhoudende lagen (=hoorbare bruis) voorkomen, m.n. leem en m.n. in laagten (de bulten zijn tot deze diepte kalkloos); de op basis van CO₂-productie geschatte (maximale) kalkgehalten zijn overigens laag (1 x 0,64 %, verder alles onder 0,5 %); dat is dus

lager dan het lab nu bepaald heeft; maar ik meen me te herinneren dat er destijds ook vragen bij betrouwbaarheid methode bepaling waren; daar zou ik in moeten duiken (m.i. geen onderdeel lopende opdracht)

MJa: voor zover de locaties uit 2017 eerder bemonsterd waren heb ik dat in de tekst verwoord (onder kopje bestaande buizen en daarachter 'samenvattend lijkt de trend')

2. Kalk is wel in grondwater en nauwelijks in bodem aanwezig. Is de bodemvoorraad of kwelflux voldoende voor bufferende werking in de wortelzone voor actuele habitats (H91E0C) Alluviale bossen en (H9160A) Eiken-Haagbeukenbossen?

MJa: over de kwelflux weten we niets, aangezien er nog geen stijghoogten in de nieuwe peilbuisnesten gemeten worden; dus of die voldoende is is niet te beantwoorden; sowieso een lastige vraag hoeveel het moet zijn: als er weinig zuurbelasting is heb je ook minder aanvoer bufferstoffen nodig; dus moet je kwaliteit monitoren en maatregelen bedenken die de zuurbelasting beperken

MJa: we kennen de bodemvoorraad niet; uit het feit dat er locaties zijn die verzuren (B31, B40?) blijkt dat daar de bodemvoorraad niet voldoet; op sommige andere plekken lijkt het beter te gaan onder invloed van vernatting

3. Kan uit de kalkgehalten van de (niet perfecte) grondanalyses en grondwateranalyses geconcludeerd worden dat er meer kalk in het grondwater zit dan uit de aanwezige leemlagen (<0,5% à 1,0% kalk) afkomstig kan zijn?

MJa: neen, zolang toegankelijke kalk aanwezig is en het grondwater niet verzadigd kan kalk oplossen en leiden tot hogere hardheid; is die kalk eenmaal op gebruikt dan nemen andere processen de buffering over (oplossen veldspaten, Al-hydroxiden) en daalt de pH

Met andere woorden; kan er geconcludeerd worden dat het gebufferde grondwater voornamelijk afkomstig is van buiten het lokale systeem (van buiten de deklaag)?

MJa: Neen, deze waterkwaliteit kan vanuit lokaal systeem afkomstig zijn (zie Jalink, 2009 en Schrama et al, 2000);

Is het vervolgens mogelijk aan de hand van de kwaliteit van het aangetroffen grondwater af te leiden uit welk watervoerend pakket het afkomstig is?

MJa: daarvoor heb je goede waterkwaliteitsgegevens uit die pakketten nodig en stijghoogtegegevens om stroming plausibel te laten zijn; die gegevens waren er niet (m.i. geen onderdeel lopende opdracht)

4. Indien de buffering van het grondwater voornamelijk veroorzaakt wordt door het kalkgehalte van de leemlagen, valt er dan een inschatting te maken over hoe lang die kalkvoorraad voldoende zal zijn voor behoud (of uitbreiding) van de aanwezige Alluviale bossen en Eiken Haagbeukenbossen?

Indien de buffering van het ondiepe grondwater voornamelijk veroorzaakt wordt door aanvoer van gebufferd grondwater, valt er dan een inschatting te maken over hoe lang de bestaande flux voldoende zal zijn voor behoud (of uitbreiding) van de aanwezige (H91E0C) Alluviale bossen en (H9160A) Eiken-Haagbeukenbossen? Of is verhoging van deze flux noodzakelijk?

MJa: Bij B31b (H91E0c) lijkt het al niet meer voldoende te zijn, maar bos toch nog aanwezig? De ondiepere peilbuis bevatte hier in verleden wel benodigde waterkwaliteit: een nog lokaler systeem? Helaas is deze buis niet bemonsterd in 2017;

MJa: of het voldoende is, hangt ook af van hoe de stroombanen lopen: als het grondwater er niet doorheen gaat, raakt het niet aangerijkt vanuit die kalk; ontkalking volgt een front, als de kalk in de betreffende stroombaan is opgebruikt kan er dieper nog wel kalk zitten, maar die levert geen bijdrage aan betreffende stroombaan; m.i. kun je hier met de beschikbare gegevens geen schatting van maken

MJa: je kent de flux en herkomst ervan niet dus inschatting lijkt me niet relevant? (ook geen onderdeel opdracht)

5. Is het aanwezige sulfaat afkomstig van verdroging bodem of van marien systeem of regenwaterafvoer (met in het verleden foute aansluitingen) of bemest grasland of veenlaag in diepere ondergrond?

MJa: zie de verhandeling in Jalink, 2009: SO₄-depositie in het verleden is opgehoopt in het systeem, deels als FeS, bij fluctuerende waterstanden kan dat weer oxideren; bemest grasland lijkt wel invloed te hebben (b39); hemelwaterafvoer zal alleen heel lokaal van invloed zijn geweest, terwijl SO₄-probleem in hele gebied speelt; WAT IS DE VRAAG ACHTER DEZE VRAAG ? (Ik kan daar zonodig wel meer op ingaan, maar is geen onderdeel lopende opdracht)

6. Wat is de werking en het belang van de kalk? En wat gebeurt er als een regenwaterlens ontstaat? (algemeen antwoord of verwijzing naar..)

MJa: kalk is van belang voor aanrijking lokaal grondwater op hoog pH-niveau; bij regenwaterlens is bovenste grondwater niet gebufferd en ervaart plant dus zuurdere standplaats (geen onderdeel opdracht, wat wil men precies weten?)

7. Is het zinvol en verstandig om kalk toe te voegen aan het lokale grondwatersysteem? Zo ja, Wat is dan de beste methode en benodigde dosering?

MJa: dat vergt uitwerking; is dit in PAS-herstelstrategieën opgenomen? (vervolgvraag)

SVP de vereisten van N2000 gebruiken voor beantwoording van de vragen.

MJa: Vraagt behoorlijk detailniveau (wat wil men precies weten?)

Met vriendelijke groet,