

RAPPORT

Ecohydrologisch onderzoek Melksteeg

ten bate van natuurontwikkeling

Klant: Gemeente Amersfoort

Referentie: BG9401WATRP2002051620

Status: D1/P01.02

Datum: 5-2-2020

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX ROTTERDAM
Water

Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Ecohydrologisch onderzoek Melksteeg

Ondertitel: Ecohydrologisch onderzoek Melksteeg

Referentie: BG9401WATRP2002051620

Status: P01.02/D1

Datum: 5-2-2020

Projectnaam: Ecohydrologisch onderzoek Melksteeg

Projectnummer: BG9401-101-100

Auteur(s): [redacted] en [redacted]

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding en doel	3
1.2	Leeswijzer	4
2	Materiaal en methoden	5
2.1	Locatie	5
2.2	Monsternamen en analyse	5
2.2.1	Bodem- en bodemchemie	5
2.2.2	Grondwaterstanden	7
2.2.3	Waterchemie	8
3	Resultaten	10
3.1	Bodem- en bodemchemie	10
3.2	Grond- en oppervlaktewater	13
4	Advies en aanbevelingen	15
	Referenties	18

Bijlagen

Bijlage 1 Analyseresultaten bodemchemie

Bijlage 2 Profielbeschrijvingen

Bijlage 3 Analyseresultaten grond- en oppervlaktewater

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Gemeente Amersfoort is voornemens om ten oosten van de stad Amersfoort in totaal 18 hectare bos- en natuurcompensatie te realiseren (Figuur 1-1). Dit vanwege de verbetering van knooppunt Hoevelaken door Rijkswaterstaat en het realiseren van de nieuwe Westelijke Ontsluiting door gemeente Amersfoort. De locatie voor de compensatie -bekend onder de naam Melksteeg- (Figuur 1-1A) is zo gekozen, dat deze een bijdrage levert aan het verbinden van twee op grond van Natuurnetwerk Nederland belangrijke gebieden: Eemvallei en Bos Birkhoven.

De inrichting is op hoofdlijnen bekend (Figuur 1-1B). Om zo goed en specifiek mogelijk invulling te kunnen geven aan de bos- en natuurcompensatie, is het nodig om inzicht te krijgen in de (grond)waterdynamiek en -kwaliteit van Melksteeg. Daarnaast is de bodemchemische toestand van belang. Het samenspel van beide bepaalt in grote mate welke vegetaties (samengebracht in zogenoemde Natuurbeheertypen in de context van Natuurnetwerk Nederland (BIJ12 2019)) verwacht mogen worden (ontwikkeld kunnen worden) en wát hiervoor nodig is. Welke kansen doen zich voor?

De onderzoeksvraag die beantwoord moet worden luidt dan ook:

“Wat zijn de potenties van Melksteeg, uitgedrukt in termen van beheertypen, als het gaat om invulling van de bos- en natuurcompensatie?”

Om deze vraag te beantwoorden wordt in voorliggende rapportage de (grond)waterdynamiek en -kwaliteit als ook de bodemchemische toestand van Melksteeg in beeld gebracht voor die percelen waar graslandvegetaties worden beoogd¹. De verzamelde gegevens kunnen leiden tot laaghangend fruit als het gaat om natuurontwikkeling. Het benutten van dergelijke kansen kan consequenties hebben voor het gevoerde peilbeheer. Doorgaans gaat het om peilopzet. Indien de resultaten hiertoe aanleiding geven, gaat deze rapportage met behulp van een watersysteemanalyse ook in op de gevolgen van eventuele aanpassingen in het watersysteem peilbeheer.

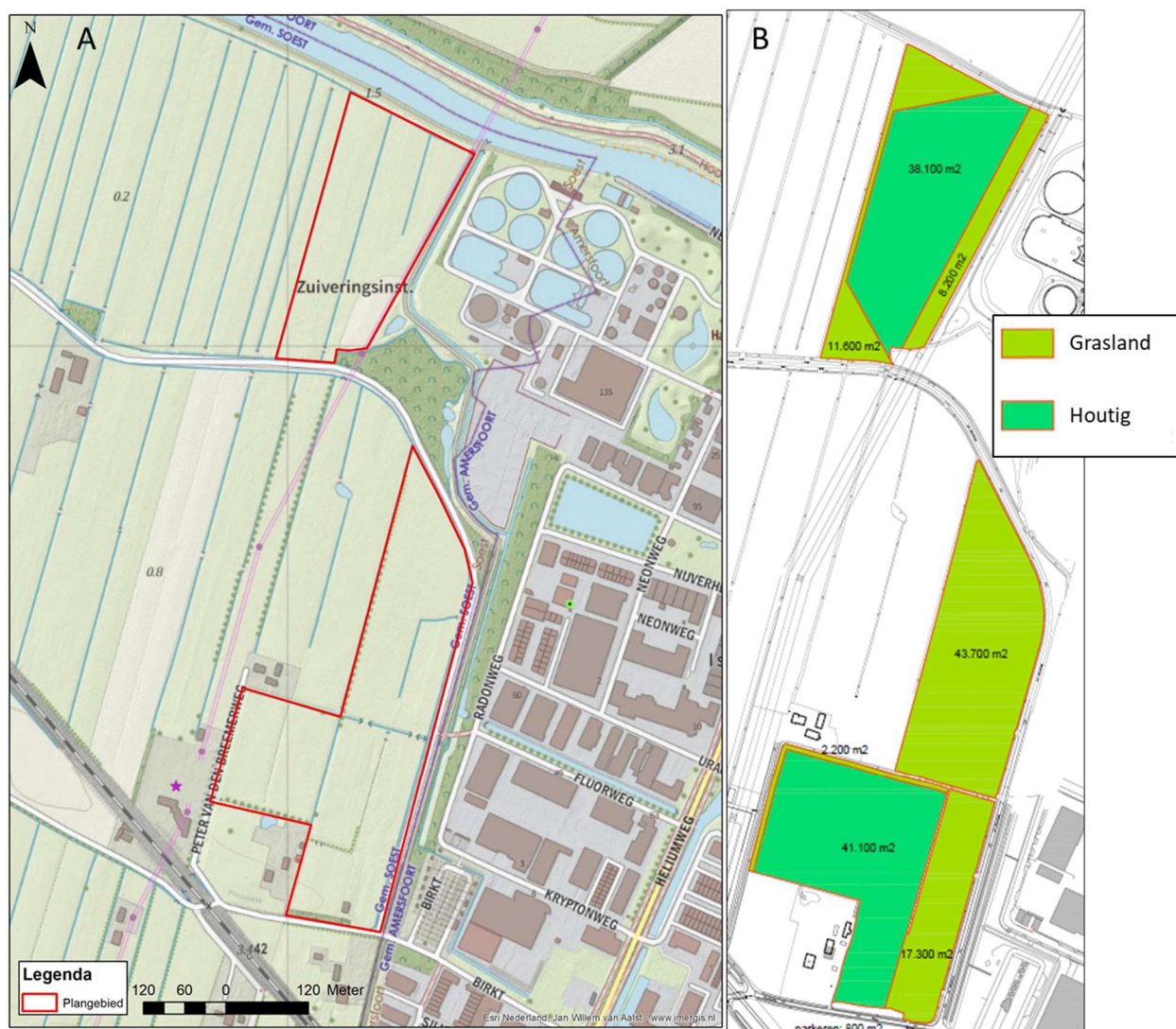
Het tijdpad waaraan genoemde compensatieopgave gekoppeld is, laat geen volledig ecohydrologisch onderzoek toe (i.e. plaatsen van peilbuizen in het plangebied en ten minste één jaar bemonstering daarvan). Bij gevolg bevat deze rapportage een advies op hoofdlijnen, waarbij met name gebruik gemaakt is van bestaande informatie met betrekking tot grondwaterdynamiek en -kwaliteit (eg. van den Broek et al. 2009), aangevuld met een eenmalige meetronde van de grondwaterstand en grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in de late zomer van 2019.

Daarnaast is bodemchemisch onderzoek uitgevoerd dat zich richt op het vaststellen van de trofiegraad en de basenrijkdom van de bodem en de kans op fosfaatmobilisatie bij vernatting (i.e. verlagen van de afstand tussen het maaiveld en het grondwater).

¹ De inrichtingsschets zoals weergegeven in figuur 1 1B ligt vast en vormt hét uitgangspunt voor aanvullend veldwerk ten behoeve van deze rapportage, waarbij de nadruk is gelegd op terreinen die als grasland zijn bestemd. Dit omdat hier de te behalen natuurwaarden in potentie hoger zijn vanwege onder meer de lage ligging van deze delen. De hogere delen hebben in figuur 1 1B een bosbestemming (Houtig). De te verwachten bostypen stellen nauwelijks specifieke eisen aan hydrologie en bodemchemie. Terreinen met deze aanduiding zijn in dit kader dan ook niet nader onderzocht.

1.2 Leeswijzer

Het tweede hoofdstuk maakt inzichtelijk wáár monsters genomen zijn en hoe deze zijn genomen en geanalyseerd (materiaal en methoden). Het derde hoofdstuk geeft de resultaten van het onderzoek (resultaten) en het vierde en laatste hoofdstuk sluit af met een antwoord op de gestelde vragen (conclusies).



Figuur 1-1 A: Plangebied Melksteeg (Rode polygoon). B: Voorziena inrichting voor het plangebied op hoofdlijnen. Voor de gebiedsdelen die zijn aangeduid met "Houtig" is ontwikkeling van bos voorzien. Dit ligt vast en geldt als uitgangspunt voor deze rapportage. Hier is geen aanvullend onderzoek uitgevoerd.

2 Materiaal en methoden

2.1 Locatie

Het plangebied bevindt zich, zoals gezegd, ten oosten van Amersfoort in gemeente Soest (Figuur 1-1A). De noordelijke begrenzing wordt gevormd door de Eem, terwijl de A.P. Hilhorstweg het plangebied doorsnijdt en deels ook de westelijke begrenzing vormt. In het zuiden begrenst de Peter van den Bremerweg het plangebied. De oostelijke begrenzing is niet gebonden aan specifieke toponiemen, eerder aan grenzen van percelen en eigendom.

De percelen in het plangebied zijn als grasland in agrarisch gebruik, waarbij in het noordelijk deel een klein areaal maïs aanwezig is op een naar het zich laat aanzien met zand opgehoogd deel van een perceel. Het zuidelijk deel heeft door de aanwezigheid van struweel en heggen op de perceelgrenzen een prettig en kleinschalig karakter. Juist hier is ook nog kleinschalig reliëf in de percelen aanwezig.

Het onderzoek heeft zich gericht op die delen, waar grazige vegetaties zijn voorzien (Figuur 1-1B). Niet alleen zijn de potentieel te bereiken natuurwaarden hier vanwege de lagere ligging groter, ook stelt “bos” zoals voorzien op de hogere terreindelen minder strikte eisen aan hydrologie en bodemchemie. Overigens betekent dit ook dat figuur 1-1B, aangeleverd door gemeente Amersfoort, als uitgangspunt is genomen voor de voorziene inrichting. Met andere woorden: ze is als basisinformatie onverkort overgenomen.

2.2 Monsternamen en analyse

2.2.1 Bodem- en bodemchemie

Om inzicht te krijgen in de bodemchemie is op vijftien locaties de bodem bemonsterd. Deze meetpunten zijn per drie meetpunten (in een raai) samengevoegd tot een mengmonster om een representatief beeld per deelgebied te krijgen (Figuur 2-1). Op iedere locatie is op drie dieptes een bodemmonster genomen: 0-20, 20-40 en 40-60 cm-mv. Zo zijn er in totaal vijftien bodemonsters geanalyseerd (5 raaien x 3 dieptes). De bodem is verzameld met een Edelman-boor.

Omdat de vegetatie in een bodemvolume staat, is ook het massavolume bepaald. Aangezien de bodems qua structuur en dichtheid in het veld niet veel verschillen is één (representatief) monster genomen om het massavolume te kunnen bepalen. Hierdoor wordt het mogelijk om de analysedata -die in mmol kg⁻¹ droge bodem worden gegeven- om te rekenen naar mmol L⁻¹ bodem, zodat een vergelijking met referentiewaarden mogelijk wordt.

Per bodemmonster zijn de volgende parameters bepaald:

- Vochtpercentage en percentage organische stof;
- Olsen-P (een maat voor de plantenbeschikbare hoeveelheid P);
- Concentratie Al, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Si en Zn via destructie.

Zo ontstaat een goed beeld van de fosfaatbeschikbaarheid in de bodem, het risico op nalevering van fosfaat bij vernatting van de bodem en de verzuringsgevoeligheid van de bodem. Gebleken is dat een Olsen-extractie (Olsen 1954) de beste voorspeller is van de beschikbaarheid van fosfaat voor planten (Gilbert et al. 2009). Uit andere onderzoeken is naar voren gekomen dat het risico op nalevering en de verzuringsgevoeligheid van de bodem goed voorspeld kunnen worden op basis van de verhoudingen van ijzer, totaal-P, totaal-S, calcium en magnesium in de bodem.



Figuur 2-1 Monsterpunten voor bodemchemie. De letters A, B en C zijn samengevoegd tot één mengmonster voor iedere meetraai. In totaal zijn vijf mengmonsters (meetraaien) verzameld voor 3 dieptes (0-20, 20-40 en 40-60 cm -mv).

De bodemchemische analyse is uitgevoerd door en volgens de standaardprotocollen van Brightlabs. Op hoofdlijnen volgen deze hieronder. Olsen-P is bepaald door droog bodemmateriaal met zogenoemd Olsen-extract (0,5 M NaHCO₃ bij pH 8,4) te schudden en het extract te analyseren op een ICP (Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer). Door na drogen bodemmateriaal te vermalen en na toevoeging van onder meer waterstoffluoride (HF) wordt het materiaal ontsloten en kan de concentratie van de verschillende elementen en zware metalen worden bepaald (destructie-analyse). Concentraties zijn vervolgens bepaald met behulp van ICP-EOS analyse, uitgezonderd P en S. Om de voor voorliggend onderzoek noodzakelijke nauwkeurigheid met voldoende betrouwbaarheid te halen, is voor deze elementen gebruik gemaakt van ICP-MS.

In de vijftien met een Edelman-boor tot maximaal 120 cm beneden maaiveld gemaakte boorgaten is na drie dagen (op 28-10-2019; zodat het grondwater zich heeft kunnen stabiliseren) de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld is ingemeten. De boorlocaties zijn in het veld bepaald op basis van gebiedskenmerken in relatie tot het doel van het onderzoek (Figuur 2-2). De uitkomende boorprofielen zijn voor alle vijftien locaties beschreven conform NEN-EN-ISO 14688-1 (Bijlage 2).

2.2.2 Grondwaterstanden

Omwille van de beschikbare tijd was het niet mogelijk uitgebreid ecohydrologisch onderzoek uit te voeren, waarbij tijdelijke peilbuizen in het gebied worden geplaatst die (minimaal) een jaar worden gemonitord. Met dergelijke gegevens kan samen met langjarige meetreeksen van peilbuizen in de omgeving, nauwkeurig de GxG in beeld gebracht worden. Echter, peilbuizen die voor dit doel geschikt zijn, ontbreken (Dinoloket 2019), zeker in relatie tot de drie peilvakken die het plangebied rijk is (Figuur 2-2). Daarom is er hier voor gekozen om gegevens met betrekking tot het oppervlaktewaterpeil van de verschillende peilvakken te combineren met aanvullende gegevens uit boorgaten om zo toch een goed beeld te geven van de gemiddelde grondwaterstanden gedurende verschillende seizoenen (GxG's).

In de vijftien boorgaten zijn de grondwaterstanden in oktober 2019 gemeten. In deze periode van het jaar liggen de grondwaterstanden over het algemeen ergens tussen de Gemiddeld Laagste en Gemiddeld Hoogste Grondwaterstanden (GHG en GLG) in. Op basis van alleen deze eenmalige metingen is het dan ook lastig om nauwkeurige uitspraken te doen over de GHG en GLG, ook in combinatie met de profielbeschrijvingen. Betere (bestaande) gegevens zijn niet voor handen. Daarom is gebruik gemaakt van de GHG en GLG die berekend zijn met het Landelijk Hydrologisch Model (LHM3.4) en met het Nationaal Water Model (NWM). Om de kwel te bepalen is gebruik gemaakt van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM3.4).

Het Landelijk Hydrologisch Model (voorheen Nationaal Hydrologisch Instrumentarium) is het geïntegreerd landsdekkende grond- en oppervlaktewater model van Nederland. Het LHM berekent het regionale grondwaterstromingspatroon van Nederland voor het huidige klimaat en voor klimaatscenario's. In het LHM is Nederland geschematiseerd in cellen van 250 x 250 meter en in de verticaal in zeven modellagen voor de ondergrond en bodemcompartimenten. Voor het oppervlaktewater worden circa 8500 afwateringseenheden onderscheiden die in connectie staan met circa 250 grotere regionale eenheden (districten) die gekoppeld zijn aan het landelijke waterverdelingsnetwerk. De met het LHM berekende GHG en GLG betreffen de periode 1998-2006. Naast de grondwaterstanden is met het LHM ook de kwel/wegzijging berekend voor de periode 1998-2006.

Het Nationaal Water Model is een verzameling van bestaande, aan elkaar gekoppelde watermodellen waarmee onder andere grondwaterstanden berekend kunnen worden. Het model geeft op landelijk niveau een beeld van de huidige situatie. Specifieke lokale factoren kunnen veel invloed hebben op grondwaterstanden en zijn niet meegenomen in deze modellering. In het model is Nederland geschematiseerd in cellen van 250 x 250 meter. De GHG en GLG zijn bepaald in de basisprognose 2016.

De basisprognoses van het Nationaal Water Model bevatten modeluitkomsten voor 2015, 2050 en 2085. De GHG en GLG voor 2015 zijn gebruikt.

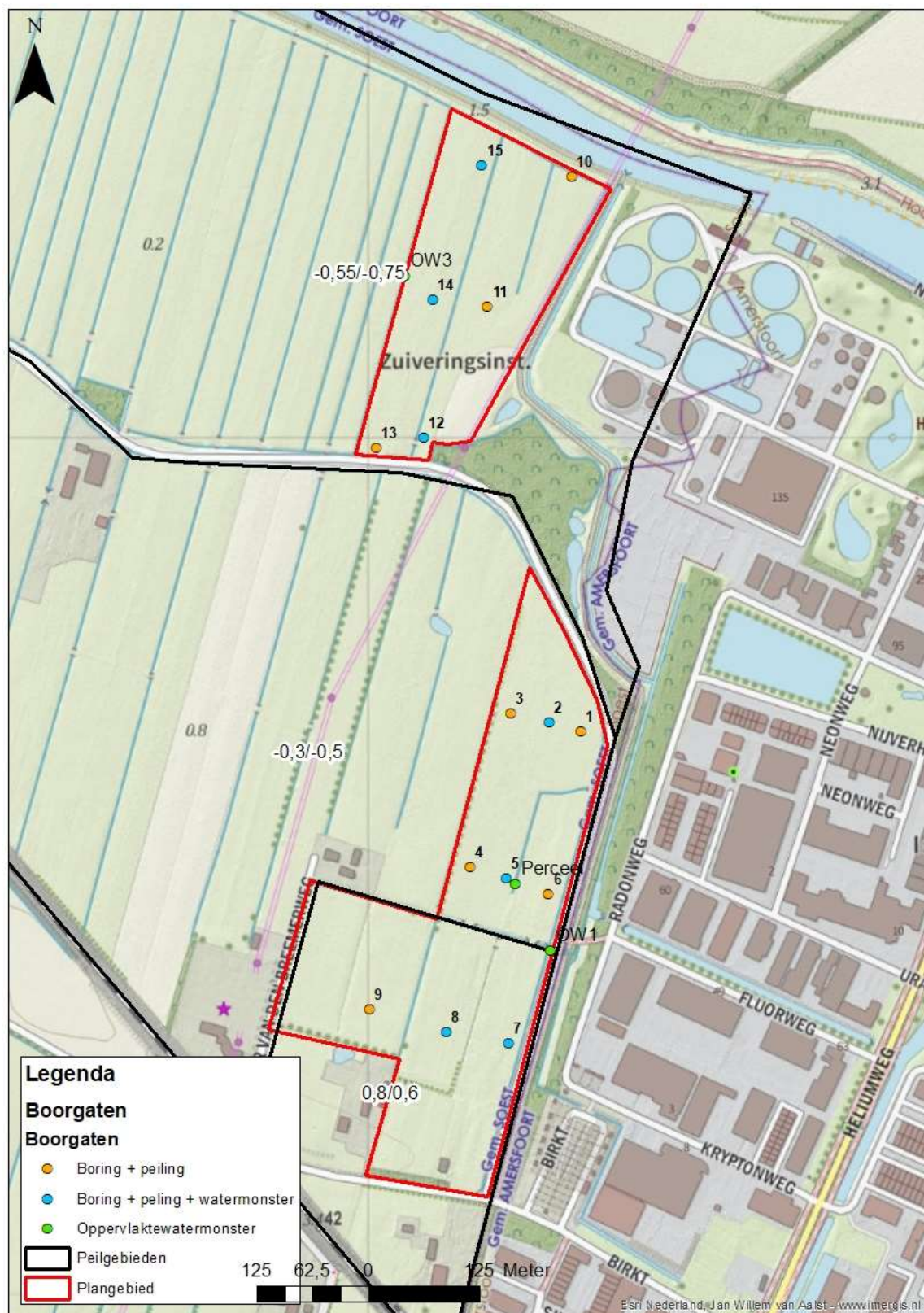
Voor beide modellen geldt dat de geschematiseerde cellen groot zijn (250 x 250 m) in verhouding tot het plangebied en zeker de afstand tot tussen de boorpunten. Er kunnen dus slechts op hoofdlijnen uitspraken gedaan worden voor de GHG, GLG en kwel. Het plangebied ligt, zoals gezegd, binnen drie peilvakken met verschillende hoogste en laagste peilen. Per peilvak is op basis van de twee modellen de (range van de) GHG en GLG bepaald. Ook is aangegeven of er sprake is van kwel of wegzijging op basis van het LHM.

De berekende GHG's en GLG's met het LHM en het NWM worden gecombineerd met gegevens over het oppervlaktewaterpeil van de verschillende peilvakken en de aanvullende gegevens uit boorgaten, om zo toch een goed beeld te geven van de GxG's.

2.2.3 Waterchemie

Voor zeven van de vijftien boorgaten uit figuur 2-2 is naast het inmeten van de grondwaterstand en het beschrijven van het boorprofiel ook nog een watermonster genomen. Daarnaast is ook op drie locaties (in verschillende peilvakken) het oppervlaktewater bemonsterd (Figuur 2-2).

Watermonsters zijn verzameld volgens de hiervoor geldende standaardprotocollen, in luchtdichte flessen vervoerd naar het laboratorium en daar direct verwerkt. Voor de watermonsters is naast pH en EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) de chloride- (Cl), fosfaat- (PO₄), nitraat- (NO₃), sulfaat- (SO₄), aluminium- (Al), calcium- (Ca), ijzer- (Fe), kalium- (K), magnesium- (Mg), mangaan- (Mn), natrium- (Na), silicium- (Si), zink- (Zn), fosfor- (P), ammonium- (NH₄) en bicarbonaat- (HCO₃) concentratie bepaald.



Figuur 2-2 Locaties van boorgaten waar de grondwaterstand is gepeild (boring + peiling) en waar naast het peilen ook het grondwater is bemonsterd (boring + peiling + watermonster). Ook worden de drie meetpunten weergegeven waar het oppervlaktewater is bemonsterd. Voor alle boorgaten is het boorprofiel opgetekend (zie bijlage 1). Zwart polygoon: Peilgebied met peil.

3 Resultaten

3.1 Bodem- en bodemchemie

De belangrijkste gegevens voor wat betreft bodemchemie zijn samengevat in figuur 3-1. De volledige analyseresultaten zijn opgenomen in bijlage 1. De boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 2.

De bodemkaart (1:50.000) laat zien dat in het plangebied drie bodemtypes voorkomen. Van zuid naar noord (in de richting van de Eem) gaat het om achtereenvolgens: Beekeerdgronden (boorpunten 1-9, 12 en 13), Weideveengronden (boorpunten 11 en 14) en Kalkarme drechtvaaggronden (boorpunten 10 en 15). Dit is goed in overeenstemming met de profielbeschrijvingen (bijlage 2). Beekeerdgronden ontstaan wanneer op één of andere manier tijdelijk water stagneert, bijvoorbeeld wanneer zoals hier de bodem lemig en fijn zandig is, waardoor de afvoer van water wordt bemoeilijkt. Hierdoor wisselen de grondwaterstanden sterk. In de profielbeschrijvingen (bijlage 2) is dit kenmerk terug te lezen als “gley”, ofwel roestvlekken die ontstaan als gevolg van fluctuerende grondwaterstanden. Weideveengronden, hier op zand dat zich op minder dan 120 cm -mv bevindt, zijn veenbodems met een kleidek met een minerale eerdlaag, zoals ook de profielbeschrijvingen (bijlage 2) laten zien. Drechtvaaggronden, ten slotte, betreft kalkloze kleibodems op eutroof veen, waarin periodieke hoge grondwaterstanden kunnen voorkomen (gley). Samenvattend blijkt uit zowel de bodemkaart als de profielbeschrijvingen dat in het hele plangebied periodiek hoge, maar fluctuerende grondwaterstanden ten grondslag hebben gelegen

Intermezzo: kalk en ijzer

Tijdens het verzamelen van de monsters voor de bodemchemische analyse is ter hoogte van punt 5B een bijzonder vaste laag bestaand uit sterk calciumhoudend en ijzerrijk materiaal aangetroffen op circa 40-60 cm -mv die in het veld deed denken aan een oerbank. In de profielbeschrijvingen enkele meters oostwaarts, komt deze niet meer terug, hetgeen duidt op een lokaal fenomeen. Vanuit systeem perspectief herinnert dit aan kalkmoeras, dat bekend is uit Groot Zandbrink ten oosten van Amersfoort (van den Broek et al. 2009). Mogelijk betreft het echter ook verontreiniging. Definitief uitsluitel is echter niet verkregen. Dit ligt overigens wel ten grondslag aan de hoge calcium en ijzerwaardes die voor raai 5 zijn gemeten (bijlage 1).

Figuur 3-1 laat in één oogopslag zien dat de Olsen-P waarde tot minimaal 20-40, maar veelal tot 40-60 centimeter beneden maaiveld (sterk) verhoogd is, kenmerkend voor regulier agrarisch gebruik. De overwegend zandige bodems maken dat het toegevoegde fosfor zich relatief makkelijk in de diepte heeft kunnen verspreiden. Ook de gemeten waardes voor totaal-P zijn hoog.

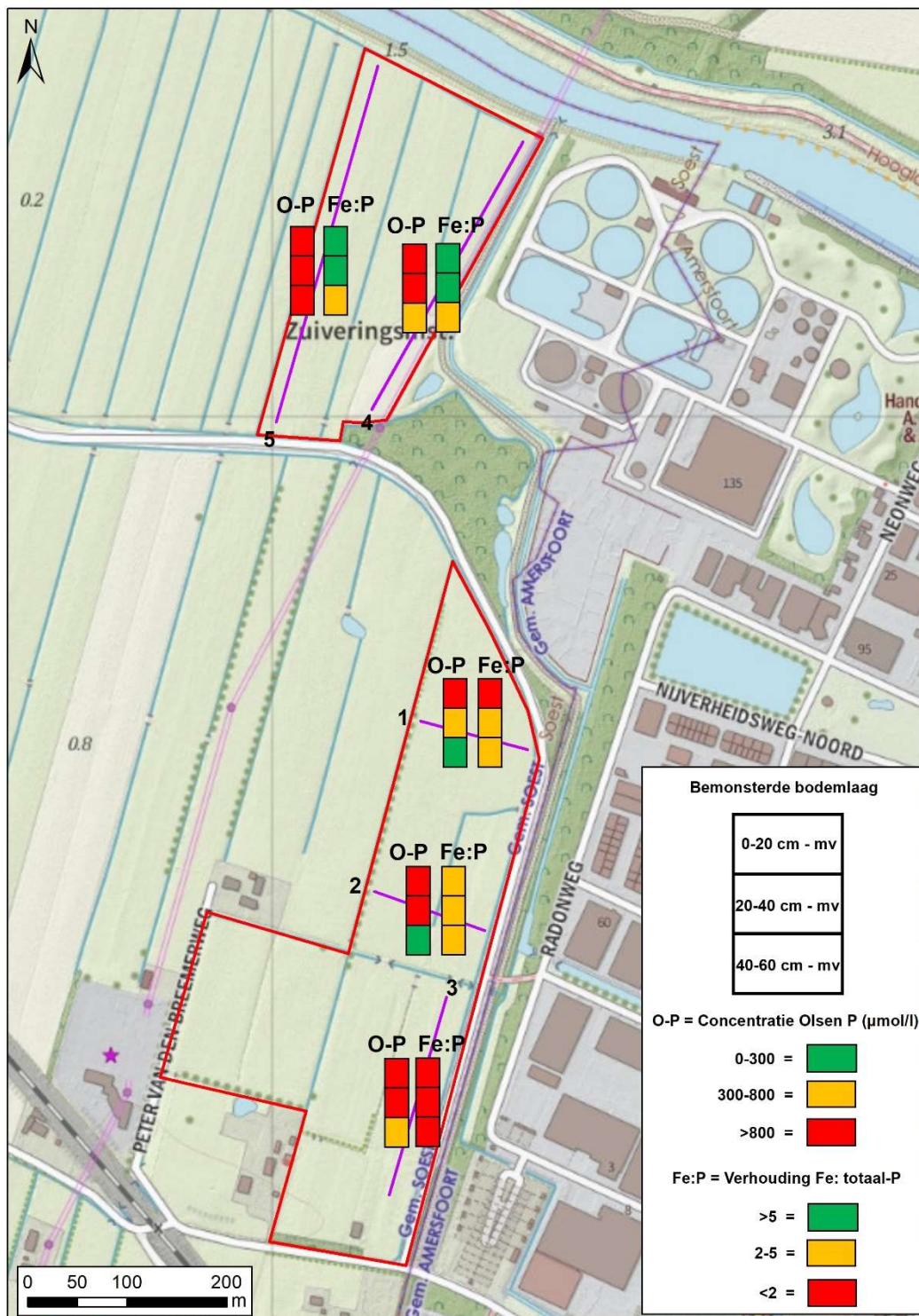
Tabel 3-1 Referentiewaarden voor de Gemiddeld Voorjaars Grondwaterstand (GVG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), Olsen-P ($\mu\text{mol L}^{-1}$) en Totaal-P (mmol L^{-1}) voor de nagestreefde natuurbeheertypen (De Becker 2004; Ertsen et al. 2005; Bobbink et al. 2007; Runhaar et al. 2009 en het referentiebestand van Royal HaskoningDHV). GLG en GVG uitgedrukt in centimeter beneden maaiveld (cm -mv). Een negatieve waarde geeft daarmee een waterstand boven maaiveld.

Natuurbeheertype	GVG (cm -mv)	GLG (cm -mv)	Olsen-P ($\mu\text{mol L}^{-1}$)	Totaal-P (mmol L^{-1})
Nat schraalland (N10.01)	20 - -5	20-60	100 – 300 (500)	<5
Vochtig hooiland (N10.02)	5 -50	> 80	300 - 800	<8
Kruiden- en faunarij grasland (N12.02)	>40	>60	>1000 - < 2500	>10 - <50
Ruigteveld (N12.06)	20 - -20	20 - 60	>2500	>50

De zeer lage waarde voor Olsen-P/P -een maat voor de mate waarin fosfor is vastgelegd in de bodem- duidt erop dat veel fosfor in de bodem aanwezig is. Anders gezegd: de voor planten beschikbare hoeveelheid fosfor is lager dan de voorraad die in de bodem aanwezig is. Dit is overigens ook van nature het geval in de hier aanwezige, ijzerrijke ($>100 \text{ mmol L}^{-1}$) bodems, die fosfor relatief sterk binden.

De Fe/P waarde is een maat voor de mate waarin ijzer-gebonden fosfor beschikbaar komt bij vernatting. Idealiter is deze verhouding hoger dan 5, maar ten minste hoger dan 2. De gegevens laten zien dat het risico op nalevering van fosfaat bij vernatting relatief laag is; nergens daalt Fe/P vanaf 20 centimeter onder maaiveld onder 2 en voor raaien 4 en 5 is deze ruim hoger dan 5 (Figuur 3-1). Uitzondering is raai 3, het meest zandige deel, waar het risico op nalevering juist wél aanwezig is en wel in het volledige bemonsterde profiel (Figuur 3-1). Het is goed om op te merken dat de hier gebruikte analysemethode gevoeliger is dan de methode die gebruikt is om de grenswaarden af te leiden. Dit betekent dat de waarden voor totaal-P hier relatief hoog zijn. Dat betekent dus dat de Fe/P ratio laag wordt ingeschat.

Voor raaien 1-3 zijn de bodems matig calcium houdend ($<50 \text{ mmol L}^{-1}$), voor raaien 4 en 5 calcium houdend ($> 100 \text{ mmol L}^{-1}$). Gezien dat voor Nat schraalland een grenswaarde van 20 mmol L^{-1} aangehouden kan worden, zijn dit prima waarden voor ontwikkeling van dit vegetatietype. Een duidelijke dieptegradiënt is, net als voor ijzer, niet aanwezig (bijlage 1). Hoewel de buffering zeker voor raaien 1-3 relatief laag is, zijn de bodems weinig gevoelig voor verzuring; de verhouding $\text{S}/(\text{Ca}+\text{Mg})$ ligt ver beneden $2/3$ (bijlage 1). Ook dit is overigens een natuurlijk kenmerk van de in het plangebied aanwezige bodems.



Figuur 3-1 Voor vegetatieontwikkeling belangrijkste bodemchemische gegevens per mengmonster (raai) en de relevante grenswaarden. O-P: Olsen-P concentratie. Fe/P: verhouding tussen totaal ijzer (Fe) en totaal fosfor (P), een maat voor het naleveringsrisico bij vernatting.

3.2 Grond- en oppervlaktewater

Het studiegebied bestaat uit drie peilvakken (Figuur 2-2), met elk een eigen hoogste en laagste peil (tabel 3-2). Het hoogste peil wordt in de zomer gehanteerd, het laagste peil in de winter, ofwel een tegennatuurlijk peilregime.

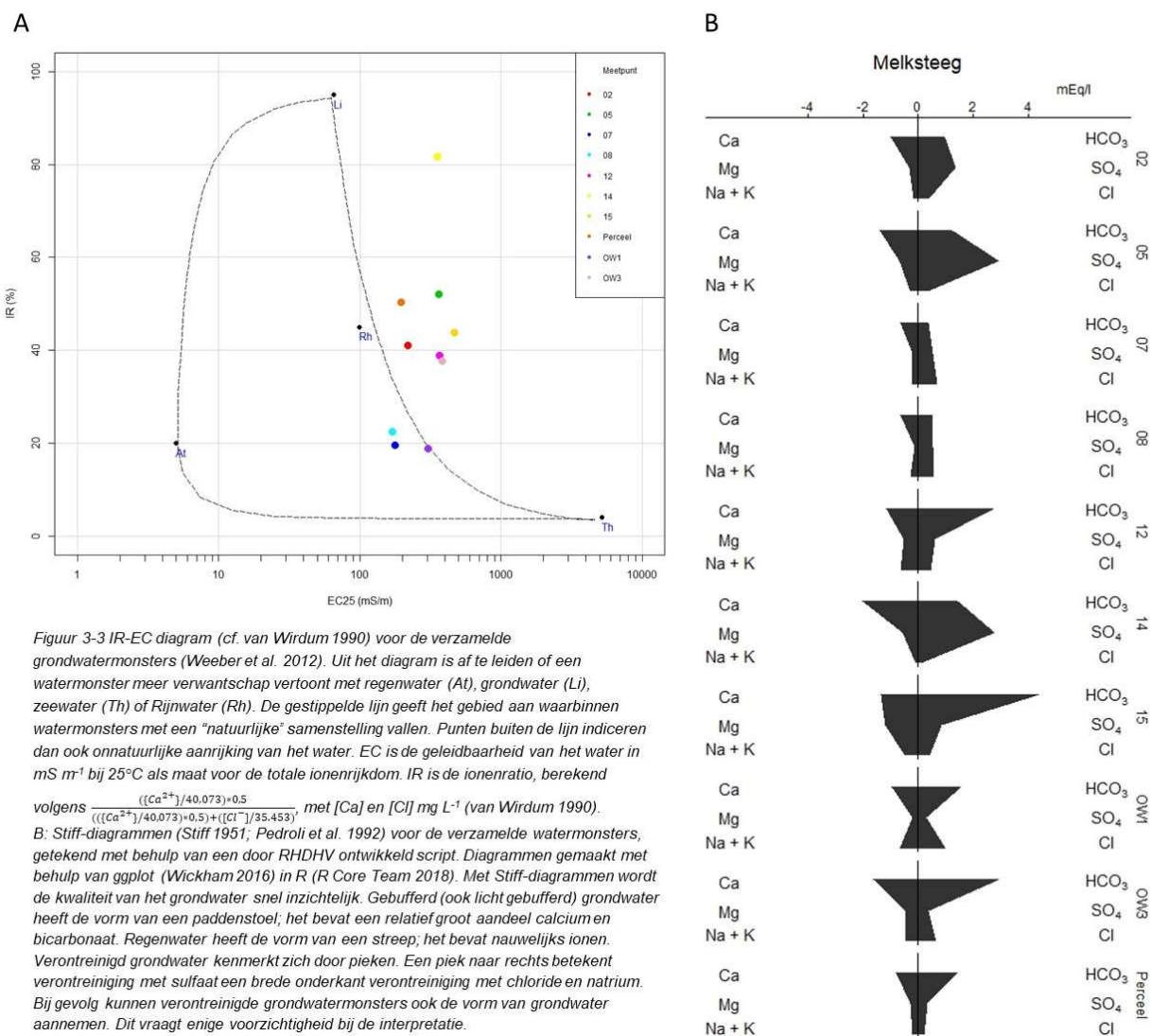
De grondwaterstand gemeten tijdens het veldwerk moet gezien de tijd van het jaar en de weersomstandigheden daaraan voorafgaand tussen de GHG en de GLG in liggen. De gemeten grondwaterstanden in de boorgaten laten een opbolling zien ten opzichte van de oppervlaktewaterpeilen. Naar verwachting liggen de gemeten grondwaterstanden daarom dicht bij de GHG (opbolling) dan bij de GLG (uitzakking). Tabel 3-2 laat zien dat dit inderdaad het geval is; de gemeten waterstanden komen relatief goed overeen met de met het LHM en het NWM berekende GHG's voor de drie peilvakken. Aan de berekende Gemiddeld Hoogste en Gemiddeld Laagste grondwaterstand kan dan ook enige waarde worden gehecht als het gaat om een inschatting van de potentiële natuurwaarden in het plangebied. Het LHM geeft aan dat er voor het gehele studiegebied kwel is berekend tussen 0,5 mm en 2,0 mm per dag. Voor natuurontwikkeling, is dit een relevante hoeveelheid kwel.

Tabel 3-2 Kenmerken van het grond- en oppervlaktewater in het studiegebied. Maaiveld: maaiveldhoogte in m +NAP voor het meetpunt (Z). Grondwaterstand: grondwaterstand in het boorgat zoals gemeten op de betreffende datum ten opzichte van maaiveld. Peil: gehanteerde peil voor het monsterpunt op basis van het vigerende peilbesluit. GHG: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand. GLG: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand. GLG en GHG op basis van nationaal modelinstrumentarium. Kwel: Kwel op basis van het nationaal modelinstrumentarium. LHM: Landelijk Hydrologisch Model. NWM: Nationaal Water Model

Meetpunt	Maaiveld	Grondwaterstand	Datum	Grondwaterstand	Hoogste/laagste peil	GHG	GLG	Kwel
	m +NAP	m -mv	-	m + NAP	m +NAP	m -mv	m -mv	mm d ⁻¹
1	0,98	0,70	28-10-2019	0,28	-0,3/-0,5	LHM: 0,6 NWM: 0,4-0,6	LHM: 1,0 NWM: 1,0-1,5	LHM: 1,0
2	1,04	0,46	28-10-2019	0,58				
3	1,05	0,55	28-10-2019	0,50				
4	1,06	0,58	28-10-2019	0,48				
5	0,73	0,54	25-10-2019	0,19				
6	1,12	0,72	28-10-2019	0,40	0,8/0,6	LHM: 0,7 NWM: 0,6-0,8	LHM: 1,0 NWM: 1,0-1,5	LHM: 0,5-1,0
7	1,50	0,68	25-10-2019	0,82				
8	1,55	0,55	25-10-2019	1,00				
9	1,59	0,70	28-10-2019	0,89	-0,55/-0,75	LHM: 0,5-0,6 NWM: 0,4-0,6	LHM: 0,7-0,9 NWM: 0,6-0,8	LHM: 1,0-2,0
10	0,18	0,59	28-10-2019	-0,41				
11	0,14	0,43	28-10-2019	-0,30				
12	0,32	0,70	28-10-2019	-0,38				
13	0,09	0,55	28-10-2019	-0,46				
14	0,12	0,52	25-10-2019	-0,40				
15	0,28	0,74	28-10-2019	-0,46				

Van belang om te vermelden is nog dat de sloot die het plangebied langs de A.P. Hillhorstweg begrenst en vrijwel alle andere sloten in het plangebied tijdens het veldbezoek roestverschijnselen lieten zien, doorgaans een indicatie van het uittreden van ijzerrijk kwelwater. Dit kan erop duiden dat het kwelwater in de sloten wordt gedraineerd en niet langer of in ieder geval in veel mindere mate beschikbaar is in de

percelen waar natuurontwikkeling wordt beoogd. Dit betekent óók dat wanneer er mogelijkheden zijn om dit water in de wortelzone te krijgen, kansen aanwezig zijn voor de ontwikkeling van meer schrale graslandvegetaties.



Wat betreft waterkwaliteit zijn de belangrijkste gegevens overzichtelijk samengebracht in figuur 3-3. De volledige analyse resultaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Het bemonsterde grondwater is ongeveer neutraal, licht tot matig gebufferd en matig rijk aan ijzer. Het ijzerrijke kwelwater dat in enkele sloten aanwezig was en bekend is ten westen van Amersfoort (van den Broek et al. 2009), komt in feite niet duidelijk terug uit de watermonsters. Echter, het IR-EC diagram (Figuur 3-3A) laat zien dat geen van de monster nauwe verwantschap met regen- of grondwater laat zien. Zonder uitzondering is het bemonsterde water antropogeen beïnvloed, getuige hoge EGV in relatie tot de hoeveelheid calcium en chloride. Anders gezegd: andere ionen dan calcium en chloride bepalen het EGV.

Figuur 3-3B laat inderdaad zien dat in veel gevallen de concentratie sulfaat hoger is, dan van nature verwacht mag worden (bijvoorbeeld monsters 2 en 5). Monsters 7 en 8 -de hoogste delen van het plangebied- tonen veel verwantschap met de signatuur van regen- of jong grondwater, terwijl met name

monsters uit het lage deel van het plangebied (12, 14, 15 en OW3) verwantschap vertonen met de typische signatuur van grondwater (voor enige uitleg zie bijschrift figuur 3-3).

4 Advies en aanbevelingen

De vraag die aan die dit onderzoek werd gesteld is

“Wat zijn de potenties van Melksteeg, uitgedrukt in termen van beheertypen, als het gaat om invulling van de bos- en natuurcompensatie?”

De focus heeft daarbij, zoals gezegd, gelegen op die gebieden waar geen bos is voorzien, omdat de te verwachten vegetatie daar minder eisen stelt aan haar groeiplaats.

Wat betreft de graslandvegetaties die onder de natuurcompensatie zijn voorzien vallen uit voorgaande een aantal zaken op:

- De Olsen-P waarde (Figuur 3-1) is ten opzichte van de bekende referentiewaardes (Tabel 3-1) verhoogd tot minimaal 40 centimeter beneden maaiveld. Vanaf die diepte worden de referentiewaardes voor Vochtig hooiland (N10.02) of Nat schraalland (N10.02) gehaald. Daarboven gaat het om Kruiden- en Faunarijck grasland (N12.02) of Ruigteveld (N12.06).
- De bodem is over het hele bemonsterde profiel rijk aan ijzer, ijzer waaraan fosfaat kan binden. De Fe/P ratio is vrijwel overal groter dan 2 en in lokaal hoger dan 5.
- Het calcium-gehalte in de bodem is voldoende voor kwalitatief goed ontwikkeld Nat schraalland (N10.01).
- Alle sloten in en rond het plangebied duiden op de aanwezigheid van kwel, die het maaiveld echter niet meer lijkt te kunnen bereiken. De hier gepresenteerde gegevens laten bovendien zien dat sprake is van significante kwel, tot 2 mm d⁻¹, waarvan uit andere onderzoeken (eg. van den Broek et al. 2009) bekend is dat deze basenrijk is.
- De grondwaterstanden zijn actueel (veel) te laag voor de ontwikkeling van Nat schraalland (N10.01), maar bijna binnen bereik van Vochtig hooiland (N10.02).

Voorgaande overziend moet de conclusie dan ook zijn dat het plangebied potentie heeft tot de ontwikkeling van Vochtig hooiland (N10.02). Hiervoor is een ontgronding van 20 centimeter voldoende, een diepte die landschappelijk nog passend is, zeker inde noordelijke percelen. Bij ontgronding van 20 centimeter komen de Olsen-P waardes binnen het bekende bereik van Vochtig hooiland (N10.02). Dit geldt ook voor de berekende GLG en GHG (Tabel 3-1). Uiteraard zijn de hier gerapporteerde waardes voor totaal-P ruim hoger dan de bekende grenswaardes (Tabel 3-1). Dit is deels methodisch. Echter, de verhouding Fe/P -die robuust is voor genoemde methodische verschillen, in die zin dat hier sprake zou zijn van een onderschatting- wijst erop dat voldoende ijzer in de bodem aanwezig is, om het aanwezige fosfaat voldoende te binden. Bovendien wijzen alle gegevens op de beschikbaarheid van ijzer- en basenrijke kwel. Dit water is in feite van onschatbare waarde wanneer het in de wortelzone gebracht kan worden. Dit kan gerealiseerd worden door het peil in het betreffende peilvak te verhogen óf door de terreinen waar natuurcompensatie is voorzien onder te brengen in een kleine eigen peilvak. Aandachtspunt hierbij is dat de kwel niet wordt weggedrukt. Gegeven de ligging ten opzichte van het gemaal, levert dit naar verwachting geen problemen op voor aangrenzend landgebruik. Meer kwantitatieve uitspraken laten de beschikbare gegevens met betrekking tot grondwater niet toe.

Voorgaande geldt nadrukkelijk niet voor raai 3. Daar zijn gevonden waarden voor Olsen-P, totaal-P en Fe/P dermate ongunstig, dat hier eigenlijk alleen Kruiden- en Faunarijck grasland (N12.02) tot de mogelijkheden behoort. Ontgronden heeft hierop geen invloed, waardoor dit hier ook niet voor de hand ligt. Kruiden- en Faunarijck grasland (N12.02) is goed te ontwikkelen met behulp van gericht beheer.

Kruiden- en Faunrijk grasland (N12.02) mag dan misschien wat betreft floristische waarde niet bovenaan de verlanglijstjes staan voor fauna en biodiversiteit in algemene zin heeft het meerwaarde, zeker in mozaïek met schrale vegetaties. Om al te sterke verruiging van de voedselrijke percelen onder raai 3 tegen te gaan is uitgekiend beheer nodig. Maaien is dan de meest geschikte vorm van beheer, waarbij zeker in de beginjaren tot drie keer per jaar gemaaid kan worden om zo binnen 5 tot 10 jaar richting een kruidenrijke (maar geenszins schrale) vegetatie te gaan. Met als startpunt de huidige situatie, is bij voortzetting van het maaibeheer op de (zeer) lange termijn ontwikkeling richting Vochtig hooiland (N10.02) te verwachten.

Overigens kan ook overwogen worden om eerst zogenoemd “uitmijnen” toe te passen. In feite is dit een vorm van aangepast landbouwkundig gebruik, gericht op het verwijderen van voedingsstoffen uit het systeem. Zeker in combinatie met doorzaaien van een kruidenmengsel, kan dit bijdragen aan het relatief snel realiseren van een kruiden- en bloemrijke situatie, waarbij ook ruimte kan worden geboden aan agrarische ondernemers. Het hoeft niet gezegd te worden, dat dit een bijdrage levert aan Natuurnetwerk Nederland. Voor de percelen onder raai 3 gaat het dan (zonder ontgronden) om circa 400 jaar.

Ten slotte kan ook ingezet worden op de overgang van bos naar grasland, bijvoorbeeld door het laten ontstaan van ruigte zomen. Vlinders, bijvoorbeeld, maken hier graag gebruik van, net als kleine zoogdieren. In die zin kan een optimale inrichting van de onderzochte percelen, ook zonder schrale graslanden, een bijdrage leveren aan de doelstelling en verbondenheid van Natuurnetwerk Nederland.

In figuur 4-1 is bovenstaande samengebracht.

Het is aan te bevelen om de hydrologie van het plangebied beter in de vingers te krijgen dan binnen de grenzen van deze studie mogelijk was. Bij voorkeur door het inrichten van een tijdelijk hydrologisch meetnet voor grond- en oppervlaktewater kwantiteit, kwaliteit en dynamiek. De beschikbare gegevens maken dit slechts in beperkte mate mogelijk. De aanvullende gegevens zijn nodig om de beschikbaarheid van kwel beter te kunnen duiden, maar vooral ook om na te gaan welke maatregelen precies nodig zijn om deze in maaiveld te brengen voor de relevante percelen. Ook is een meer gedetailleerd beeld nodig om eventuele uitstralingseffecten, hoewel deze gezien de ligging van de peilgebieden niet voor de hand liggen, voldoende gedetailleerd in beeld te kunnen brengen.

Tot slot is het aan te bevelen om het nabij meetpunt 12 opgebrachte zand, dat gebruikt wordt voor maïsteelt, te verwijderen, om de ontwikkeling van Vochtig hooiland (N10.02) te versnellen.



Figuur 4-1 Voorgestelde beheertypen voor het plangebied

Referenties

- BIJ12. 2019. De Index Natuur en Landschap. Available online at: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/de-index-natuur-en-landschap/>; last accessed April 30, 2019.
- Bobbink, R., M. de Graaf, G. Verheggen, and J. Roelofs. 2007. *Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van Natte natuurparels in Noord-Brabant*. B-WARE, Nijmegen.
- van den Broek, T., A. Smolders, M. Emke, J. de Wit, and G. Baaijens. 2009. *Ecohydrologisch herstelplan Groot Zandbrink*. Royal Haskoning, Rotterdam.
- De Becker, P. 2004. *Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae gemeenschappen*. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Dinoloket. 2019. Dinoloket. Available online at: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/>; last accessed January 30, 2019.
- Ertsen, A., P. de Louw, and J. Buma. 2005. *OGOR natuur in Brabant - Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Gilbert, J., D. Gowing, and H. Wallace. 2009. Available soil phosphorus in semi-natural grasslands: Assessment methods and community tolerances. *Biological Conservation*. 142(5):1074–1083.
- Olsen, S. 1954. *Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate*. Washington.
- Pedroli, G., A. Meuleman, and A. Jansen. 1992. Over de weergave van de watersamenstelling door Stiff-digrammen. *H2O*. 25(6):144–146.
- R Core Team. 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available online at: <https://www.R-project.org/>.
- Runhaar, H., M. Jalink, H. Hunneman, J. Witte, and S. Hennekens. 2009. *Ecologische vereisten Habitattypen*. KWR, Nieuwegein.
- Stiff, H. A. 1951. The Interpretation of Chemical Water Analysis by Means of Patterns. *Journal of Petroleum Technology*. 3(10):15–3.
- Weeber, M., J. Rozemeijer, and J. Klein. 2012. Framework for creating the Van Wirdum LAT diagram.
- Wickham, H. 2016. *ggplot2: Elegant graphics for data analysis*. Springer-Verlag, New York.
- van Wirdum, G. 1990. Vegetation and hydrology of floating Rich-fens. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Bijlage 1 Analyseresultaten bodemchemie

Tabel B1. Bodemchemische per mengmonster (raai) en diepteklasse (Diepte). VO %: Vochtgehalte (%). OS: Organisch stof gehalte (%). < : Beneden detectielimiet. Al: Aluminium. Ca: Calcium. Fe: IJzer. K: Kalium. Mg: Magnesium. Mn: Mangaan. Na: Natrium. Si: Silicium. Zn: Zink. P: Fosfor. S: Zwavel. Getallen in millimol per liter, tenzij anders aangegeven. - : ratio.

Raai	Diepte	VO %	OS %	Olsen-P	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn	P	S	Ca+K+Mg	Fe/P	Ca/P	(Ca+Fe)/P	Olsen-P/ P	Si/ (Ca+Mg)
	cm - mv	%	%	µmol L ⁻¹	mmol L ⁻¹												-	-	-	-	-
1	0-20	28	6.3	2146	804	54	154	229	50	4.96	193	16608	<1.39	89	30	332	1.73	0.60	2.33	0.024	0.29
	20-40	19	4.1	605	815	42	163	237	32	3.96	203	18123	<1.39	78	21	311	2.10	0.53	2.63	0.008	0.28
	40-60	17	2.1	<208	877	48	264	301	23	5.89	269	19500	<1.39	72	18	373	3.68	0.67	4.36	<0.003	0.25
2	0-20	27	7.4	2330	629	50	179	199	30	2.97	156	16734	<1.39	86	29	280	2.10	0.59	2.69	0.027	0.36
	20-40	17	2.6	1038	283	11	169	117	9	<1.39	59	16549	<1.39	62	8	136	2.73	0.18	2.91	0.017	0.44
	40-60	15	1.3	<208	502	25	197	190	14	<1.39	141	17356	<1.39	66	10	229	2.99	0.38	3.38	<0.003	0.27
3	0-20	19	5.1	2818	725	49	132	246	30	3.96	205	18336	<1.39	99	29	325	1.34	0.49	1.83	0.028	0.36
	20-40	13	2.7	1467	583	24	67	218	17	1.84	155	18383	<1.39	79	14	258	0.84	0.30	1.15	0.019	0.35
	40-60	15	2.1	422	629	36	59	231	18	<1.39	179	19189	<1.39	75	14	285	0.78	0.48	1.26	0.006	0.26
4	0-20	32	10.6	1954	1551	133	710	292	174	11.54	156	6357	2.15	78	49	599	9.14	1.72	10.85	0.025	0.16
	20-40	29	8.5	1742	1396	139	718	324	138	11.09	196	12830	1.95	104	58	601	6.91	1.34	8.25	0.017	0.21
	40-60	31	7.6	756	1026	97	364	253	91	6.63	155	15721	<1.39	78	86	441	4.66	1.24	5.90	0.010	0.46
5	0-20	37	13.8	3523	2214	286	1228	367	246	25.66	209	10783	3.20	182	84	899	6.76	1.57	8.33	0.019	0.16
	20-40	34	11.8	1208	2191	242	1262	376	245	34.46	225	13581	1.52	92	63	863	13.74	2.64	16.38	0.013	0.13
	40-60	51	12.9	4444	1452	244	1108	236	113	76.80	252	14261	<1.39	234	106	593	4.74	1.04	5.78	0.019	0.30

Bijlage 2 Profielbeschrijvingen

Bijlage 3 Analyseresultaten grond- en oppervlaktewater

Tabel B3. Hydrochemische gegevens per gebied. pH: Zuurgraad. EGV: Elektrisch geleidingsvermogen. Cl: Chloride. PO₄: Fosfaat. NO₃: Nitraat. SO₄: Sulfaat. Al: Aluminium. Ca: Calcium. Fe: IJzer. K: Kalium. Mg: Magnesium. Mn: Mangaan. Na: Natrium. Si: Silicium. Zn: Zink. P: Fosfor. S: Zwavel. NH₄: Ammonium. HCO₃: Bicarbonaat. Getallen in µmol l⁻¹, tenzij anders aangegeven. <: Beneden detectielimiet.

Meetpunt	pH	EGV	Cl	PO ₄	NO ₃	SO ₄	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn	P	S	NH ₄	HCO ₃
	-	µS cm ⁻¹	µmol L ⁻¹																
2	6,4	220,0	356,5	< 0.05	32,4	686,2	35,4	497,4	14,4	17,9	172,6	12,8	141,5	145,7	< 0.1	1,8	240,9	17,3	975,0
5	6,9	362,0	325,0	< 0.05	1,1	1462,1	10,5	708,4	6,8	45,5	349,1	19,3	257,1	311,4	0,2	2,1	448,1	50,7	1250,0
7	6,4	177,0	680,3	< 0.05	16,4	274,4	21,3	332,9	22,3	85,8	103,8	0,9	180,9	243,1	0,1	2,1	103,0	19,0	360,0
8	6,9	169,9	562,7	< 0.05	95,8	258,3	23,9	325,4	15,0	19,9	71,7	0,8	262,3	176,0	< 0.1	1,9	71,3	8,4	532,0
12	7,3	368,0	450,6	< 0.05	< 0.05	312,6	2,9	574,0	8,3	185,6	257,1	4,7	482,6	447,3	< 0.1	3,9	102,9	53,1	2748,0
14	6,5	355,0	113,0	< 0.05	0,6	1390,2	14,5	1011,8	205,9	30,4	276,5	82,4	65,0	748,2	0,9	10,4	482,9	100,4	1452,0
15	7,4	468,0	433,4	< 0.05	1,0	432,6	< 0.1	676,5	36,0	7,7	593,1	51,2	492,1	1044,8	< 0.1	6,2	154,6	62,8	4408,0
OW1	7,4	305,0	1024,1	< 0.05	44,4	147,9	2,1	476,5	22,0	83,4	112,3	0,3	587,6	232,2	0,2	2,1	44,2	8,7	1570,0
OW3	7,7	382,0	669,1	< 0.05	1,1	183,1	0,7	812,1	18,4	49,7	226,2	0,1	424,9	382,3	< 0.1	3,7	61,8	29,4	2955,0
Perceel	7,1	195,8	199,3	< 0.05	2,6	159,8	4,7	404,9	40,4	45,3	139,6	5,5	165,2	265,1	< 0.1	5,3	196,8	16,9	1431,0



With its headquarters in Amersfoort, The Netherlands, Royal HaskoningDHV is an independent, international project management, engineering en consultancy service provider. Ranking globally in the top 10 of independently owned, nonlisted companies en top 40 overall, the Company's 6,000 staff provide services across the world from more than 100 offices in over 35 countries.

Our connections

Innovation is a collaborative process, which is why Royal HaskoningDHV works in association with clients, project partners, universities, government agencies, NGOs en many other organisations to develop en introduce new ways of living en working to enhance society together, now en in the future.

Memberships

Royal HaskoningDHV is a member of the recognised engineering en environmental bodies in those countries where it has a permanent office base.

All Royal HaskoningDHV consultants, architects en engineers are members of their individual branch organisations in their various countries.

Integrity

Royal HaskoningDHV is the first en only engineering consultancy with ETHIC Intelligence anti-corruption certificate since 2010.



royalhaskoningdhv.com

