

Ruimte voor Blauwgrasland en Weidevogels in Polder Achthoven

Een onderzoek naar hydrologie, bodem en natuurwaarden om de meest geschikte locaties aan te wijzen voor ontwikkeling van blauwgrasland.



Eindrapport afstudeeronderzoek
in de studierichting Bos- en Natuurbeheer
aan de Hogeschool Van Hall Larenstein

Janette Hofman
Marjolein Vermeij

22 augustus 2014

Ruimte voor Blauwgrasland en Weidevogels in Polder Achthoven.

Een onderzoek naar hydrologie, bodem en natuurwaarden om de meest geschikte locaties aan te wijzen voor ontwikkeling van blauwgrasland.

Bij dit rapport hoort een los bijlagendocument met de titel:

Bijlagendocument: Ruimte voor Blauwgrasland en Weidevogels in Polder Achthoven.

Trefwoorden: Blauwgrasland, Natura-2000 gebied Zouweboezem, Ecohydrologie

Betrokkenen:

Opdrachtgevers: Stichting Het Zuid-Hollands Landschap

Warner Reinink, hoofd afdeling Veenweiden
w.reinink@zhl.nl



Hogeschool Van Hall Larenstein te Velp

Giel Bongers, docent Ecohydrologie
giel.bongers@wur.nl



Uitvoerenden: Janette Hofman (hofmanja@ziggo.nl)
Marjolein Vermeij (marjolein.vermeij@wur.nl)

Afstudeerrichting: Natuur- en Landschapstechniek

INHOUD

Samenvatting.....	8
1 Inleiding	10
1.1 Onderzoekskader	10
1.2 Projectgebied	10
1.3 Afbakening	11
1.4 Probleemanalyse	12
1.5 Onderzoeksvragen.....	13
1.6 Werkwijze op hoofdlijnen.....	13
1.7 Opbouw rapport.....	13
2 Methodes en werkwijzen	14
2.1 Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA)	14
2.2 Literatuurstudie m.b.t. standplaatsfactoren voor blauwgrasland	14
2.3 Literatuurstudie m.b.t. habitateisen van weidevogels in Polder Achthoven.....	15
2.4 Bodemonderzoek	15
2.4.1 Vaststellen van de bodemsamenstelling	15
2.4.2 Het maken van pH-profielen	16
2.5 Oppervlaktewateronderzoek	17
2.5.1 Het meten van waterkwaliteitsparameters	17
2.5.2 Indicatiewaarden van water- en oeverplanten.....	19
2.5.3 Kwelverschijnselen	20
2.6 Grondwateronderzoek	20
2.6.1 Het meten van waterkwaliteitsparameters met de boorgatmethode	20
2.7 De synthese van alle deelresultaten.....	21
2.7.1 Classificeren met de Harris scale.....	22
3 Landschapsecologische Gebiedsanalyse	23
3.1 Algemene beschrijving projectgebied	23
3.2 Geologische opbouw	24
3.3 Geomorfologie en hoogteligging.....	26
3.4 Hydrologie.....	27
3.4.1 Oppervlaktewater en peilbeheer	27
3.4.2 Grondwatersysteem	30
3.5 Bodem.....	32
3.6 Cultuurhistorie	32
3.7 Actuele vegetatie.....	34
3.7.1 Inleiding.....	34
3.7.2 Vegetatie	34

4	Randvoorwaarden voor Blauwgrasland in Polder Achthoven	37
4.1	Ecologische randvoorwaarden voor ontwikkeling van blauwgrasland.	37
4.2	Huidige GVG is suboptimaal voor ontwikkeling van blauwgrasland.	38
5	Habitat-eisen van weidevogels in Polder Achthoven	40
5.1	De weidevogelpopulatie van Polder Achthoven	40
5.2	Actueel beheer van het weidevogelgebied	40
5.3	Habitat-eisen van de aanwezige weidevogels.....	41
5.4	Huidige kwaliteit van de weidevogelbiotopen.....	41
5.5	Weidevogels en de ontwikkeling van nieuw blauwgrasland	42
6	Resultaten en conclusies van het bodemonderzoek.....	43
6.1	Resultaten van de grondboringen.....	43
6.1.1	Resultaten ten aanzien van de bodemsamenstelling	43
6.1.2	Het bepalen van de optimale afgraafdiepte	43
6.1.3	Verschillen in geschiktheid van percelen	45
6.1.4	Conclusies en discussie n.a.v. de uitgevoerde grondboringen.....	46
6.2	Resultaten PH-profielen.....	47
6.2.1	De typering van pH-profielen van de geplagde percelen	48
6.2.2	Conclusies en discussie n.a.v. de getypeerde pH-profielen	50
7	Resultaten en conclusies oppervlaktewateronderzoek	51
7.1	Oppervlaktewatermetingen.....	51
7.1.1	Resultaten	51
7.1.2	Oppervlaktewatertypering.....	51
7.1.3	Het effect van verlengde aanvoerroute op oppervlaktewaterkwaliteit.	53
7.1.4	Geschiktheid van oppervlaktewater voor blauwgrasland	57
7.1.5	Conclusies en discussie	60
7.2	Indicatiewaarden van oever-en waterplanten in Polder Achthoven	60
7.2.1	Resultaten	60
7.2.2	Interpretatie indicatiewaarden	61
7.2.3	Conclusie	63
7.3	Kwelverschijnselen	63
7.3.1	Veldwaarnemingen van kwelverschijnselen	64
8	Resultaten en conclusies Grondwateronderzoek	66
8.1	Resultaten en interpretatie.....	66
8.1.1	Waterkwaliteitsparameters en watertypering.....	66
8.1.2	Systematische verschillen in grondwaterkwaliteit in PA	68
8.1.3	Ontwikkeling van blauwgrasland.....	70
8.2	Conclusies t.a.v. grondwaterkwaliteit en blauwgrasland	71

9	Synthese	72
9.1	De classificatiematrix.....	72
9.2	Scores en toelichting op de ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland.....	73
9.3	Conclusies op basis van de classificatie	80
10	Eindconclusies, aanbevelingen en reflectie	81
10.1	Eindconclusies	81
10.2	Aanbevelingen.....	82
10.3	Reflectie	83
	Literatuurlijst	85

Lijst met tabellen

Tabel 1: Sleutel voor hydrotypen uit Van Delft et al (2008)	16
Tabel 2: Randvoorwaarden voor de associatie Blauwgrasland, typische subassociatie	38
Tabel 3: Voorkeursbiotopen primaire weidevogels in polder Achthoven	41
Tabel 4: Gemiddelde oppervlaktewatertypering.....	51
Tabel 5: meetwaarden, afgeleide waarden en classificatie van oppervlaktewater in Polder Achthoven-noord .	53
Tabel 6: gemeten en afgeleide waarden en classificatie van oppervlaktewater in Polder Achthoven-Zuid	54
Tabel 7: gemiddelde indicatiewaarden per sloot	61
Tabel 8: Vergelijking van de gemeten gemiddelden en de geïndiceerde gemiddelden in Polder Achthoven.....	62
Tabel 9: Meetwaarden van waarnemingen die verschillen in wachttijd via de boorgatmethode.....	67
Tabel 10: Samenstelling van het grondwater in een oeverwal langs de Lek.	67
Tabel 11: vergelijking van meetresultaten uit 1990 en 2014 in percelen 3/4.	67
Tabel 12: gemiddelde meetresultaten van grondwatermetingen in PA-zuid en PA-noord	68
Tabel 13: T-toets meetwaarden van zuid en noord, zonder de meetwaarden van perceel 3 en 4	69
Tabel 14: Eindscores van alle onderzochte percelen in Polder Achthoven.	72

Lijst met figuren

Figuur 1: Natura 2000 gebied Zouweboezem	11
Figuur 2: Overzicht beheer- en herstelmaatregelen in de Zouweboezem	12
Figuur 3: Hiërarchisch systeem.....	23
Figuur 4: Geohydrologische doorsnede	24
Figuur 5: Geologie nabij oppervlakte en legenda	25
Figuur 6: AHN- detailkaart met zichtbare stroomruggen.....	26
Figuur 7: Doorsnede van de winterpolder Polder Lakerveld, grenzend aan polder Achthoven	27
Figuur 8: Doorsnede hol perceel in infiltratiegebied: reservaat de Kikker, Vijfheerenlanden.....	28
Figuur 9: Verandering regionale hydrologie van veenweidegebied	30
Figuur 10: uitsnede van de kaart: Kwel en infiltratie uit bijlage 12.....	31
Figuur 11: Indicatie van de huidige geschiktheid voor blauwgrasland in relatie tot GVG.	39
Figuur 12: Gemiddelde waarden van verschillende pH-profielen	47
Figuur 13: pH-profielen in plagstroken	48
Figuur 14: pH-profielen raai Zederikkanaal	49
Figuur 15: Inlaatwatertypering	52
Figuur 16: gemiddelde oppervlaktewatertypering	52
Figuur 17: verandering in EGV tov route inlaatwater	54
Figuur 18: Verandering in EGV tov. route inlaatwater	55
Figuur 21: watertypering sloot 4/5	56
Figuur 19: watertypering sloot 3/4	56
Figuur 20: Watertypering sloot 3/dijk.....	56
Figuur 22: Grondwatertypering volgens driehoek van Van Wirdum	66

SAMENVATTING

Dit rapport is een weergave van uitgevoerd ecohydrologisch en pedologisch onderzoek ten behoeve van blauwgraslandontwikkeling in het Natura 2000-gebied De Zouweboezem. Dit in het kader van een afstudeeronderzoek binnen de deeltijdopleiding Bos- en Natuurbeheer, major Natuur- en Landschapstechniek aan de Hogeschool Van Hall Larenstein.

Het N2000-gebied ligt aan de westelijke grens van de Vijfheerenlanden met de Alblasserwaard, op ongeveer anderhalve kilometer afstand van de Lek tussen Ameide en Lexmond. Het bestaat uit een relatief hooggelegen boezemgebied rond het Zederikkanaal met moerassen en een winterpolder: Polder Achthoven. Deze bestaat uit (schraal)graslandpercelen, afgewisseld met ruigte- en bospercelen. Het is een klei-op-veen-gebied in de overgang van rivieren- naar veenweidegebied. In Polder Achthoven-zuid ligt 1.8 ha blauwgrasland verspreid over twee percelen aan de voet van de Zederikdijk langs het boezemkanaal. Nabij het huidige blauwgraslandgebied is al jaren een populatie weidevogels aanwezig.

Stichting Het Zuid-Hollands Landschap is eigenaar van het gebied De Zouweboezem. In het kader van de N2000-doelstellingen gaat het plan uitgevoerd worden om de oppervlakte blauwgrasland te vergroten met 3.2 ha in Polder Achthoven. In 2003 en 2006 zijn gedeelten van 2 percelen afgegraven om schraalgrasland te ontwikkelen. In 2010 is dit geëvalueerd door ZHL en is geconcludeerd dat afgraven van percelen op termijn kan leiden tot uitbreiding van het oppervlakte blauwgrasland. In eerste instantie leken voor dat doel de huidige weidevogelpercelen het meest geschikt.

Om te weten te komen of ontwikkeling van blauwgrasland verenigbaar is met behoud van de weidevogelpopulatie heeft ZHL voor het afstudeeronderzoek de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Waar, in Polder Achthoven, bevinden zich de meest geschikte percelen om de oppervlakte blauwgrasland uit te breiden door middel van afgraven of plaggen?
- Kan weidevogelbeheer en uitbreiding van het areaal blauwgrasland in Polder Achthoven samengaan?

Er zijn verschillende methodes toegepast om advies te kunnen geven welke percelen het meest kansrijk zijn. Via bureauonderzoek werd informatie verzameld m.b.t. drie onderwerpen.

- A. Een landschapsecologische systeembeschrijving leverde een aantal inzichten op:
- In Polder Achthoven is sprake van geringe invloed van rivierkwel en boezemkwel. Er is nauwelijks diepe kwel, d.i. kwel vanuit het eerste watervoerend pakket, ongeveer 8 meter diep. Dit komt door de slechte doordringbaarheid van de bodem, de relatief hoge ligging t.o.v. naburige polders en de diepe waterwinningen bij Lexmond. Deze geringe kwel treedt hooguit op in Polder Achthoven-noord. Het zuidelijk deel is te beschouwen als inzijsgebied als gevolg van het grote peilverschil t.o.v. de aangrenzende polder in de Alblasserwaard. Er zal vooral sprake zijn van lokale kwel als gevolg van aanwezigheid van reliëf en de boezem. Mogelijk is ook sprake van grondwaterschommelingen als gevolg van peilwisselingen in de Lek.
 - Laterale toestroming in percelen van oppervlaktewater treedt op in de zomer.
 - Vanuit de Zederik, het boezemkanaal, wordt, vooral 's zomers, water ingelaten in Polder Achthoven. De fosfaat- en sulfaatgehalten in dit water zijn te hoog voor een schraalgraslandgebied.
 - Het huidige blauwgrasland is een locale variant met relatief veel soorten van dotterbloemhooiland en kleine zeggenmoerassen. Dit heeft te maken met de aanwezigheid van een kleidek op veen en een ondergrond die op sommige percelen bestaat uit een mengvorm van klei en veen.
- B. De ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland werden op een rij gezet en dienden als referentie om te beoordelen welke percelen of gebiedsdelen het best hieraan voldoen.
- C. Onderzocht werd welke habitateisen gelden voor de weidevogels in Polder Achthoven. Hieruit bleek dat weidevogels en blauwgrasland goed samen kunnen gaan, maar dat het proces van afgraven nadelige gevolgen kan hebben voor Grutto en Tureluur als het percelen betreft waarop deze vogels voorheen broedden.

Via veldwerk werd gezocht naar verschillen tussen percelen in Polder Achthoven.

Het bestond uit drie delen: A bodemonderzoek, B oppervlaktewateronderzoek en C grondwateronderzoek.

- A. De toegepaste methodes bij het bodemonderzoek waren grondboringen en het opstellen van pH-profielen.
- Via grondboringen werd de dikte van het kleidek vastgesteld. Rekening houdend met winterpeilen in PA, maaiveldhoogtes en de randvoorwaarden voor blauwgrasland werd de optimale afgraafdiepte

berekend van alle percelen. Hiermee werd duidelijk wat de dikte van het eventueel resterende kleidek wordt na afgraven. De dikte van het kleidek is een belangrijke factor bij blauwgraslandontwikkeling: Een kleidek dikker dan 15 cm betekent dat, in elk geval, op korte termijn geen blauwgrasland ontwikkeld kan worden. Het ontbreken van een kleidek houdt risico's in voor de duurzaamheid van het te ontwikkelen blauwgrasland. Er werden verschillen gevonden tussen percelen t.a.v. kleidekdikte na afgraven.

- Met het opstellen van pH-profielen bleken twee zaken:
 - De invloed van boezemkwel reikt momenteel niet verder dan het eerste blauwgraslandperceel. Dat is tot de helft van het huidige blauwgrasland. In de percelen verder van de boezem is sprake van infiltratieprofielen.
 - Van de twee percelen met een afgegraven strook langs de sloot zijn de pH-profielen in de plagstroken te typeren als kwelprofielen. De pH-profielen in de niet afgeplagde delen tonen kwelinval, maar met diepe regenwaterlenzen.
- B. Methodes bij het oppervlaktewater-onderzoek bestonden uit het meten van de volgende waterkwaliteitsparameters: EGV, pH, Ca^{2+} , Cl^- en alkaliniteit (hier ong. HCO_3^-). Watertyperingen werden vastgesteld met IR-EGV-diagrammen. Hieruit bleek dat dankzij een lange aanvoertracé van het inlaatwater enkele sloten geschikt water bevatten om in contact te staan met blauwgrasland. De gemiddelde typering van het oppervlaktewater was: licht beïnvloed basenhoudend water. Aanvullend onderzoek naar de kwaliteit van oppervlaktewater vond plaats via de indicatiewaarden van geïncubeerde oever- en waterplantensoorten. Deze indiceren mesotroof slootwater met een te hoog sulfaatgehalte (matig beïnvloed) en een (matig) ijzerrijke slootbodem. Kwelverschijnselen in het slootwater indiceren de aanwezigheid van uittredend grondwater in sloten. Waterviolier (een kwelindicator) komt voor in de sloten bij het blauwgrasland en in twee sloten die boven (ongefundeerde) fossiele stroombanen liggen. Dit doet vermoeden dat op sommige plaatsen kwel uit de diepere ondergrond naar boven komt door verschillen in doorlatendheid van de bodem.
- C. Bij het grondwateronderzoek bestonden de methodes uit het meten van dezelfde waterkwaliteitsparameters als bij oppervlaktewater, maar nu via de boorgatmethode, en dezelfde typering via IR-EGV-diagrammen. Er werden verschillen tussen percelen gevonden en binnen de afgegraven percelen. Incidenteel sterk verhoogde calciumgehalten werden in verband gebracht met pyrietoxidatie, zodat duidelijk is dat de sulfaatproblematiek niet aan Polder Achthoven voorbijgaat. De gemiddelde classificatie van het grondwater in Polder Achthoven is: schoon basenrijk water. Geconcludeerd wordt dat door afgraven het grondwater via capillaire opstijging in de wortelzone komt met, waarschijnlijk, een alkaliniteit en basenrijkdom die geschikt is voor blauwgrasland. Er is wel een risico op interne eutrofiëring en alkalinisering door redoxprocessen in de bodem. Door verschillen in bodemsamenstelling van percelen lijken deze risico's niet gelijk verspreid over het gebied.

Als synthese werden scores toegekend aan elk van de 19 onderzochte percelen met betrekking tot 12 omschreven randvoorwaarden voor blauwgrasland. De toegepaste methode hiervoor is de Harris scale. Het resultaat is een classificatiematrix waarin een totaalscore tot stand komt voor elk perceel. Het perceel met de hoogste score is het meest geschikt om af te graven. Dit perceel (37) bleek het verst verwijderd te liggen van het huidige blauwgrasland in Polder Achthoven. De 5 meest geschikte percelen liggen in Polder Achthoven-Noord. Het eerste weidevogelperceel (perceel 6) bleek op de 6^e plaats te komen. Het meest gevoelige perceel voor grutto's (perceel 7) op de 7^e plaats.

De volgende adviezen zijn geformuleerd:

- Verder onderzoek doen naar gehalten van nitraat, fosfaat, sulfaat en ijzer in oppervlaktewater, bodem-/grondwater en/of bodem. Dan kan een meer gefundeerde beslissing genomen worden over toepassing van inundatie en de wenselijkheid van de huidige hydrologische isolatie van de blauwgraslandpercelen.
- De meest gunstige percelen om af te graven zijn respectievelijk: 37, 32, 35 en 34, 24, 6, 7.
- Overleg met het waterschap is gewenst over handhaving van het winterpeil in PA-zuid (zonder waterinlaat) en over het dempen of verondiepen van de watergang tussen de boezemdijk en het huidige blauwgrasland.
- Om vorming van regenwaterlenzen zoveel mogelijk tegen te gaan is het belangrijk dat het regenwater van de percelen kan afstromen naar greppels en sloten. Daarom is het aanbevolen dat slootmateriaal niet achterblijft op oevers in blauwgraslandpercelen en afgegraven percelen.

1 INLEIDING

In het natuurgebied Polder Achthoven, onderdeel van het Natura2000-gebied Zouweboezem, komen nog blauwgraslanden voor. Landelijk gezien zijn blauwgraslanden zeldzaam en verkeren ze in een ongunstige staat van instandhouding. Als gevolg van ontwatering en bemesting is het areaal enorm gekrompen in de afgelopen eeuw (Schaminée et al, 1996; Westhoff et al, 1971). Omdat Nederland het centrum vormt van het verspreidingsgebied voor dit habitatype in Europa is er vanuit Europa in het kader van Natura 2000 aandacht voor deze graslanden. De aanwezigheid van blauwgrasland in Polder Achthoven was één van de redenen dat dit gebied is aangewezen als N2000-gebied (Ministerie van EZ, 2013). Andere redenen waren het voorkomen van veel soorten moerasvogels, waaronder de purperreiger en zwarte stern, vissen en amfibieën. Volgens dit besluit is voor de blauwgraslanden in deze polder recent herstel opgetreden en zijn er goede potenties voor verdere uitbreiding. Daarbij is de huidige kwaliteit van deze blauwgraslanden als goed omschreven. Het gebied kan door ontwikkeling van nieuw blauwgrasland een bijdrage gaan leveren aan de landelijke doelstelling. Alle uitbreidings- en instandhoudingsdoelstellingen zijn in bijlage 1 opgenomen.

1.1 Onderzoekskader

Natuurgebied Polder Achthoven is eigendom van en in beheer bij Stichting Het Zuid-Hollands Landschap (ZHL). Met het Zuid-Hollands Landschap is in het kader van N2000 een zgn. PAS-overeenkomst (bijlage 2) afgesloten door het bevoegd gezag voor dit gebied, de provincie Zuid-Holland. Deze PAS-overeenkomst is mede op basis van een onderzoek van Stichting Zuid-Hollands Landschap tot stand gekomen (Kerkhof, 2010). In de overeenkomst is onder meer vastgelegd dat onderzoek dient te worden uitgevoerd naar het behoud van de kwaliteit van het huidige blauwgrasland en dat onderzoek moet plaatsvinden en inrichtingsmaatregelen worden uitgevoerd voor de ontwikkeling van tenminste 3,2 ha blauwgrasland. Daarbij is de wens van ZHL dat de aanwezige populatie weidevogels in het gebied behouden blijft.

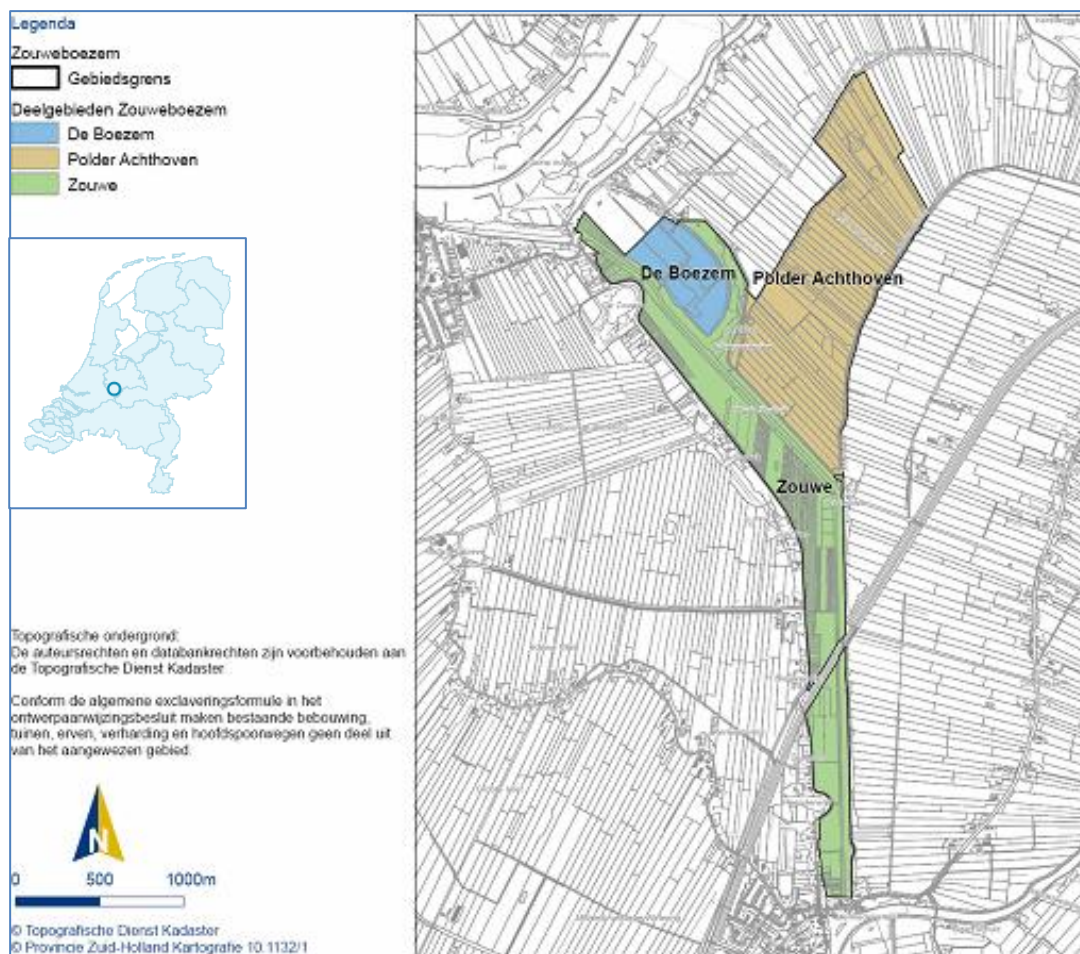
Ook moet in de polder vanuit de Natura2000-gebiedsopgave een bijdrage geleverd worden aan de instandhoudingsdoelen van ten minste vier Habitatsoorten in het gebied: Bittervoorn, Grote modderkruiper, Kleine modderkruiper en Kamsalamander. Nadruk hierbij ligt op de leefgebiedbenadering voor Leefgebied zwak gebufferde sloot. Instandhouding van dit leefgebied levert een bijdrage aan deze instandhoudingsdoelstellingen.

Dit rapport is een verslag van uitgevoerd onderzoek in Polder Achthoven. Er wordt aangegeven welke percelen in Polder Achthoven de grootste potenties hebben voor de uitbreiding van Blauwgrasland. Er is daarbij gelet op de gevolgen van uitbreiding voor de populatie weidevogels. Dit rapport vormt als afstudeeropdracht tevens het afsluitend onderdeel van de deeltijdopleiding Bos- en natuurbeheer van Hogeschool van Hall Larenstein (VHL) te Velp.

1.2 Projectgebied

Het Natura2000-gebied Zouweboezem ligt in de Vijfheerenlanden, een streek ten oosten van de Alblasserwaard en ten noordwesten van de Tielerwaard. Het ligt ten zuiden van de rivier de Lek tussen Ameide en Lexmond. Het bestaat uit twee deelgebieden (Figuur 1):

- De Zouweboezem: met boezemlanden en een moerasgebied langs de Oude Zederik.
- Polder Achthoven: met graslanden en bos.



Figuur 1: Natura 2000 gebied Zouweboezem (Bron: Provincie Zuid-Holland, 2014)

In overleg met het ZHL is het onderzoeksgebied vastgesteld bestaande uit de graslandpercelen 3 t/m 37. Hierbinnen vallen enkele graslandpercelen af omdat zij deel uitmaken van een jaarrond begraasd gebied met wandelroute. In bijlage 4 is de onderzoekskaart weergegeven, waarop tevens het weidevogelgebied is aangegeven.

1.3 Afbakening

Het huidige blauwgrasland in Polder Achthoven bevindt zich volgens het concept N2000-beheerplan in goede conditie, maar is wel kwetsbaar vanwege de geringe oppervlakte (Provincie Zuid-Holland, 2014). In het concept N2000-beheerplan is tevens aangegeven dat voor ontwikkeling en behoud van blauwgrasland mogelijk sprake is van een knelpunt wat stikstof betreft. In 2010 was er een overschrijding van de kritische depostiewaarde (KDW) voor blauwgrasland. Deze blijft ondanks een afname ook in 2030 boven de KDW-norm voor blauwgrasland van 1071 mol N/ha/jaar (Provincie Zuid-Holland, 2014). Het probleem van deze vermessing vormt echter geen onderdeel van dit onderzoek, maar kan uiteraard wel een belemmering vormen voor de ontwikkeling en het behoud van blauwgrasland.

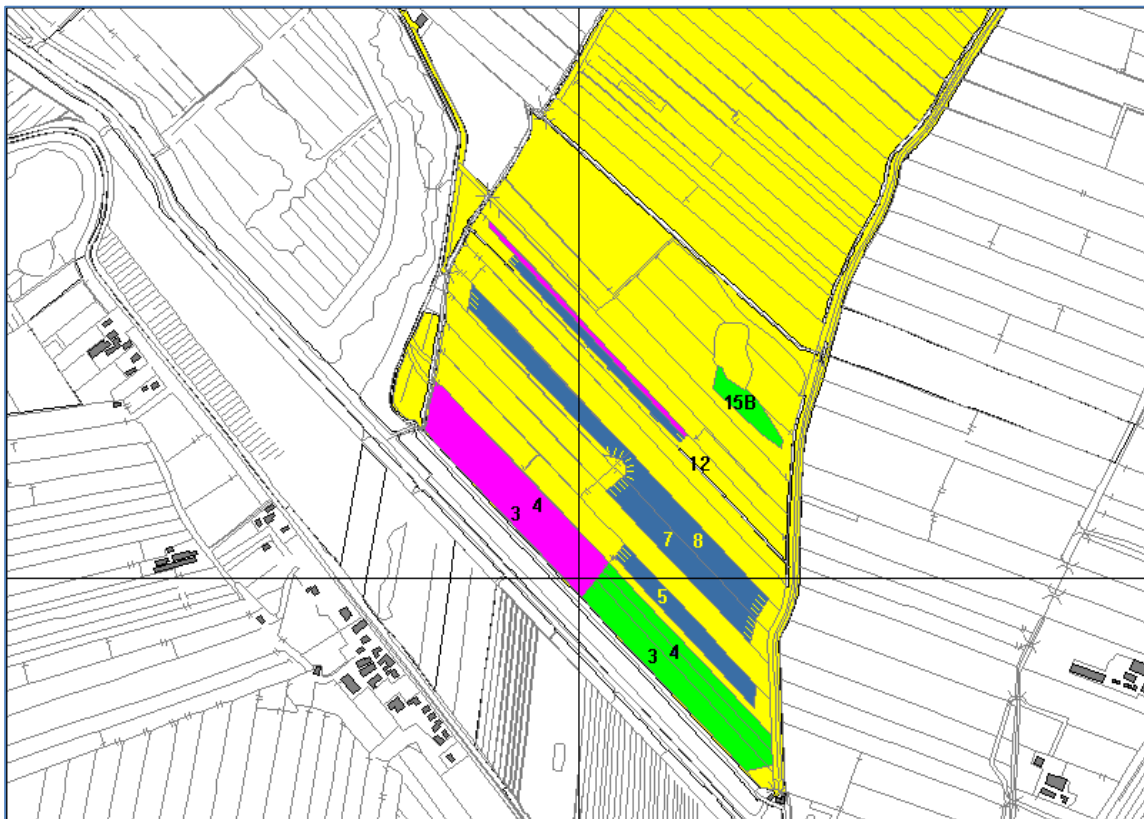
Onderzoek naar het behoud van de kwaliteit van het al aanwezige blauwgrasland valt buiten de kaders van dit onderzoek. De aanwezige habitatsoorten zijn geen onderwerp van dit onderzoek geweest, vanwege een beperkte hoeveelheid beschikbare tijd. In overleg met de opdrachtgever is besloten de percelen 39 en 40 niet nader te onderzoeken.

1.4 Probleemanalyse

ZHL heeft geconcludeerd, op basis van evaluatie van twee plagexperimenten, dat het afgraven van percelen een belangrijke maatregel is om schraalgraslanden te ontwikkelen in Polder Achthoven. (Kerkhof, 2006, 2010; Grootjans et al, 2007).

In het concept Natura-2000 beheerplan (Provincie Zuid-Holland, 2014) worden percelen genoemd om af te graven (blauw in figuur 2) die zijn overgenomen uit het eerder genoemde onderzoek van ZHL (Kerkhof, 2010). In dat onderzoek zijn potentiële percelen aangewezen gebaseerd op het voorkomen van blauwgrasland (Figuur 2: perceel 3 en 4(paars)) en de ontwikkelingen van de afgegraven strook van perceel 12. Dit perceel heeft zich na afgraven in 2003 inmiddels tot dotterbloemhooiland ontwikkeld (Kerkhof, 2010). In eerste instantie lijken de meest voor de hand liggende locaties zich dus te bevinden in dit deel van Polder Achthoven. De weidevogelpopulatie bevindt zich juist ook in het midden van dit gebied (percelen 5 t/m 9: zie bijlage 4). Instandhouding van de weidevogelpopulatie is geen Natura 2000 doelstelling in dit gebied en heeft om die reden een lagere prioriteit, maar voor ZHL is dit een van de weinige weidevogelgebieden in de Vijfheerenlanden met een stabiele weidevogelpopulatie. ZHL wil deze graag behouden.

Er werd verwacht dat deze verschillende doelstellingen problemen zouden geven bij het aanwijzen van geschikte locaties voor blauwgrasland. De vraag is dan ook of er nog meer geschikte percelen voor blauwgraslandontwikkeling zijn naast de genoemde percelen in de N2000-opgave.



Figuur 2: Overzicht beheer- en herstelmaatregelen in de Zouweboezem (Provincie Zuid-Holland, 2014)

Legenda: ■ ongewijzigd beheer, ■ verschrallen, ■ afgraven.

1.5 Onderzoeksvragen

Bovenstaande heeft tot de volgend hoofdvraag geleid:

- Is ontwikkeling van blauwgrasland verenigbaar met behoud van de weidevogelpopulatie?

De hoofdvraag is uitgesplitst naar twee onderzoeksvragen:

- A. Waar in Polder Achthoven bevinden zich de meest geschikte percelen om de oppervlakte blauwgrasland uit te breiden door middel van plaggen of afgraven?
- B. Kan weidevogelbeheer en uitbreiding van het areaal blauwgrasland in Polder Achthoven samengaan?

1.6 Werkwijze op hoofdlijnen

- Stap 1: Het onderzoek is gestart met een bureaustudie van het gebied om inzicht te krijgen in de abiotiek en biotiek van het gebied en te bepalen welk onderzoek nodig is. In overleg met de opdrachtgever zijn vervolgens de te onderzoeken percelen bepaald: input hiervoor was voorkeur van de opdrachtgever en huidige vegetatie (bijv. bospercelen kunnen uitgesloten worden). Uiteindelijk kwam het erop neer dat alle percelen met graslandvegetatie (op enkele uitzonderingen na) onderzocht zijn (zie onderzoekskaart in bijlage 4). Gekozen is om via verschillende benaderingen informatie te krijgen over de gebiedsopbouw en standplaatsfactoren: LESA middels bureaustudie, grondwater- en oppervlaktewateronderzoek, kleidekdiktemetingen, pH-profielen en indicatiewaarden van oever- en waterplanten middels veldwerk.
- Stap 2: Met het veldwerk zijn monsters genomen en in het veld bepalingen verricht met veldtestkits, omdat dit op snelle, goedkope en praktische manier inzicht in geeft in belangrijke factoren: waterkwaliteitsparameters, typering grond- en oppervlaktewater, kwel of inzijging (PH-profiel). Oever- en waterplanten zijn in enkele sloten geïnventariseerd om via indicatiewaarden ook informatie over oppervlaktewaterkwaliteit te krijgen, onder andere over trofiegraad, omdat dit met de veldtestkits niet gemeten wordt.
- Stap 3: Na uitvoering van het veldonderzoek zijn de gegevens verwerkt, geanalyseerd en geïnterpreteerd. Op basis hiervan zijn conclusies getrokken over geschikte percelen voor blauwgrasland. Deze conclusies zijn tevens verwerkt in een matrix en kaart op basis waarvan snel inzicht verkregen wordt over welke percelen de grootste potentie hebben voor ontwikkeling van blauwgrasland.
- Stap 4: Dit heeft geleid tot een advies voor af te graven percelen en nader onderzoek.

1.7 Opbouw rapport

In hoofdstuk 2 wordt het uitgevoerde onderzoek toegelicht en de methoden en werkwijzen beschreven. Er is sprake van bodemonderzoek, oppervlakte- en grondwateronderzoek en vegetatieonderzoek. De LESA in hoofdstuk 3 is één van de toegepaste methoden en hiermee wordt onder meer de opbouw van het gebied beschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft de standplaatsfactoren van blauwgrasland voor veenweidegebied/ klei-op-veengebied, waarna in hoofdstuk 5 de weidevogelpopulatie wordt beschreven en wat de eventuele conflicten kunnen zijn met de ontwikkeling van blauwgrasland. In hoofdstuk 6 tot en met 8 worden de resultaten en conclusies van resp. het bodem-, oppervlakte- en grondwateronderzoek besproken. Het uiteindelijke advies is in hoofdstuk 9 Synthese opgenomen. Hoofdstuk 10 bevat eindconclusies en adviezen. De bijlagen van dit onderzoek zijn opgenomen in een apart bijlagendocument.

2 METHODES EN WERKWIJZEN

Om de onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden vindt bureaustudie en veldonderzoek plaats. Veldonderzoek vindt plaats om op gebieds- en perceelniveau informatie te verzamelen omtrent standplaatsen van blauwgrasland. Het uitgevoerde onderzoek naar standplaatsen wordt uitgesplitst in bodem-, oppervlaktewater-, en grondwateronderzoek.

De toegepaste methodes in het onderzoek zijn hieronder samengevat. Het doel van de methodes, de werkwijzen en uitvoering worden omschreven voor elk onderdeel van het onderzoek.

2.1 Landschapsecologische Systemanalyse (LESA)

De LESA-methode wordt uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in het functioneren van het systeem en de processen die in dit gebied een rol spelen en bepalend zijn voor de standplaatscondities in het gebied. Hiertoe worden gegevens op het gebied van geologie, bodem, geomorfologie en hydrologie en actuele natuurwaarden verzameld en met elkaar in verband gebracht. De op deze manier verkregen inzichten worden gebruikt om de resultaten van het uitgevoerde (veld)onderzoek te interpreteren. Informatie wordt verkregen via kaartmateriaal, informatiesystemen (Dinoloket), onderzoeksrapporten, gegevens van het waterschap, mondelinge informatie van deskundigen.

2.2 Literatuurstudie m.b.t. standplaatsfactoren voor blauwgrasland

Om te kunnen beoordelen welke percelen (het meest) geschikt zijn om blauwgrasland te ontwikkelen is inzicht nodig in de standplaatsen van blauwgrasland. Er zijn twee informatiesystemen geraadpleegd om inzicht te krijgen in de ecologische vereisten: het programma Waternood-versie-3 en database Ecologische vereisten¹.

Het programma Waternood, ontwikkeld door Alterra en KWR, is een expertsysteem waarin kennis uit verschillende onderzoeken is samengebracht over de hydrologische randvoorwaarden voor verschillende vegetatietypen in Nederland.

Het programma biedt kwantitatieve informatie over deze hydrologische randvoorwaarden. De aard van de bodem, de kwelafhankelijkheid en de gemiddelde neerslag wordt handmatig ingevoerd om een zo goed mogelijke indicatie te krijgen. Daarnaast is in het programma ruimte gemaakt voor een oordeel van experts die kunnen zorgen voor aanvullende informatie voor specifieke omstandigheden of gebieden.

Voor Natura-2000 gebieden is een database Ecologische vereisten beschikbaar met een toelichtend rapport (Runhaar et al, 2009). De gegevens van Waternood zijn hierin verwerkt. Voor vijf ecologische aspecten is bepaald wat het optimale en suboptimale bereik is bij habitatype H6410, uitgesplitst naar vegetatietype op basis van de Vegetatie van Nederland (Schaminée et al, 1996).

Alle randvoorwaarden in hoofdstuk 4 wordt gebruikt om te bepalen of de standplaats na afgraven geschikt is om blauwgrasland te ontwikkelen. Vervolgens worden de randvoorwaarden gebruikt om aan alle percelen een score toe te kennen (zie paragraaf 2.3) naar de mate waarin het perceel voldoet aan de eisen en dus in aanmerking komt om afgegraven te worden.

¹

<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=9&id=n2k105&topic=ecologischevereisten&orig=overzicht>

2.3 Literatuurstudie m.b.t. habitateisen van weidevogels in Polder Achthoven

Literatuurstudie moet inzicht geven of (de ontwikkeling van) blauwgrasland en weidevogels samen kunnen gaan. Bestaande inventarisatierapporten maken duidelijk welke percelen in gebruik zijn als territoria van weidevogels en literatuur geeft informatie over de biotoopeisen van weidevogels. Als duidelijk is welke percelen het meest kansrijk zijn voor ontwikkeling van blauwgrasland kan beoordeeld worden of er eventueel sprake is van conflicterende belangen.

2.4 Bodemonderzoek

Er vinden twee vormen van bodemonderzoek plaats met verschillende doelen.

- Ten eerste, onderzoek naar de bodemsamenstelling: het doel is om inzicht verkrijgen in de bodemopbouw, en variaties daarin. Dit is belangrijk voor het beoordelen van geschiktheid van percelen om blauwgrasland te ontwikkelen. De dikte van de kleideklaag na afgraven is namelijk een belangrijke bepalende factor voor de ontwikkeling van blauwgrasland (mondelinge mededeling van de heer D. Kerkhof). De samenstelling van de bodem onder het kleidek biedt gegevens om risico's en kansen bij de ontwikkeling van blauwgrasland te kunnen beoordelen.
- Ten tweede, pH-verloop van de bodem: Blauwgrasland is een grondwatergebonden vegetatietype (Schaminée, Stortelder, Weeda, 1996). Het is dus belangrijk om inzicht te krijgen in de vraag of grondwater met de juiste zuurbuffercapaciteit de wortelzone zal bereiken na afgraven van percelen. Het meten van de bodem-pH op verschillende locaties biedt inzicht in de geschiktheid van standplaatsen voor ontwikkeling en duurzame handhaving van blauwgrasland.

2.4.1 Vaststellen van de bodemsamenstelling

Door middel van grondboringen wordt de dikte van het kleidek gemeten en wordt de samenstelling van de bodem onder het kleidek geregistreerd. Door de dikte van het kleidek te vergelijken met de maaiveldhoogtes en de ingestelde en gemeten waterpeilen kan, bij benadering, de (maximale) afgraafdiepte berekend worden om een optimale wintergrondwaterstand te bereiken voor blauwgrasland. Daarbij wordt de bodemsamenstelling onderzocht tot ten minste 75 cm diep en de samenstelling van het bodemonmonster wordt beschreven als kleidek/ venige klei/ kleilig veen of veen.



Perceel 26, opname 63, kleidek = 40 cm



Perceel 37, opname 52, kleidek = 45 cm

In het kader van het Herstelplan Blauwgrasland (Kerkhof, 2010) zijn in 2008 een aantal grondboringen uitgevoerd. In dit onderzoek zijn die gegevens aangevuld.

Keuze van locaties

De keuze voor boorlocaties is gebaseerd op de volgende randvoorwaarden en overwegingen:

- Er zijn 2 à 3 metingen per perceel gedaan om de eventuele variatie te kunnen opmerken.

- Grondboringen zijn uitgevoerd op plaatsen die op ongeveer drie meter uit de slootkant liggen. Dit is de maximale afstand waarbinnen blauwgrasland onder invloed kan staan van zijdelings indringend basenhoudend en gebufferd oppervlaktewater en daarmee een geschikte standplaats voor blauwgrasland (Aggenbach en Jalink, 2005).

Werkwijze

In dit onderzoek zijn in april, mei en juni 2014 in totaal 57 grondboringen uitgevoerd. De boringen zijn uitgevoerd met een grondboor en guts. Boren in het kleidek was alleen mogelijk met de grondboor. Bij de overgang van klei naar veen werd de guts gebruikt. Het boorprofiel is beschreven zoals hierboven aangegeven. De boorlocaties zijn in het veld met gps bepaald en m.b.v. GIS in kaart gebracht (zie bijlage 17).

2.4.2 Het maken van pH-profielen

Op basis van het pH-verloop in de diepte wordt een uitspraak gedaan over het profieltype (Van Delft et al, 2007, 2008). PH-profielen worden getypeerd op basis van referentiewaarden. Het ontwikkelen en langdurig handhaven van blauwgrasland vereist zuurbufferende mechanismes in de bodem. De interpretatie van de pH-profielen biedt inzicht in het hydrologisch systeem op die locaties (op het moment van opname) in de vorm van een typering van het hydrologisch profiel.

Om te kunnen beoordelen of er sprake is van kwelinvloed in de wortelzone, moeten de pH-profielen getypeerd worden. Als referentie voor dit onderzoek is de typeringssleutel toegepast uit het onderzoek van Van Delft et al (2008) in Wielrevelt. De onderzoeksgebieden liggen in een sterk vergelijkbaar landschap. Bij beide locaties is sprake van invloed van rivierkwel en klei-op-veenbodems. Bij het onderzoek van Wielrevelt wordt de typering van het pH-profieltype gebaseerd op de pH-range en de diepte waarop pH-grenzen overschreden worden in de range zuur, zwak zuur, basisch. De eerste ingang is het aandeel lithotroof water in het bovenste grondwater. Indien dit >10% is kan er sprake zijn van kwelinvloed. In Tabel 1 zijn de criteria weergegeven om de gemeten pH-profielen te kunnen typeren.

Tabel 1: Sleutel voor hydrotypen uit Van Delft et al (2008)

<i>Tabel 7 Sleutel voor hydrotypen op basis van aandeel lithotroof water en veldmeting van de pH.</i>					
Hydrotype		pH profiel (bodem)			Omschrijving
Code	% lithotroof	pH max	pH 0 - 20	pH 20 - GLG	
Kw	≥ 10%	≥ 5,5	≥ 5,0	≥ 5,5	Kwelinvloed in wortelzone
Ro	≥ 10%	≥ 5,5	< 5,0	≥ 5,5	Kwelinvloed aanwezig, ondiepe regenwaterlens
Rd	≥ 10%	≥ 5,5	< 5,0	< 5,5	Kwelinvloed aanwezig, diepe regenwaterlens
Me	< 10%	≥ 5,5	≥ 5,0	< 5,5	Mengwater
In	< 10%	< 5,5	< 5,0	< 5,5	Infiltratieprofiel

Keuze locaties:

De boorlocaties zijn ook weergegeven in bijlage 27a. PH-profielen zijn gemaakt in de gedeeltelijk afgegraven percelen 12 en 35, in zowel de plagstrook als in het niet-afgegraven deel van die percelen. Op deze manier wordt inzicht verkregen in het effect van plaggen op de beschikbaarheid van gebufferd grondwater voor de vegetatie. Tevens is een raai uitgezet loodrecht op het

Zederikkanaal (het boezemkanaal) om te onderzoeken hoever de invloed van de boezemkwel reikt in Polder Achthoven.

Werkwijze

Het meten van de bodem-pH's vond plaats op 16 mei 2014. De week ervoor was er veel regen gevallen, maar tijdens het meten was het droog en vaak zonnig. De bodem is bemonsterd op dieptes van 5, 10, 15, 25, 35, 55 en 75cm. In natte schraallanden kan er soms een sterke gradiënt zijn in bovenste 5-35 cm (Van Delft et al, 2007). Door tot 75 cm diep te meten is het bereik van de wortelzone gemeten in geval er ongeveer 30 cm wordt afgegraven (dit was ongeveer de kleidekdikte die is afgegraven in perceel 12 en 35). Door met pH-papier de bodem-pH te meten wordt een pH-waarde gevonden die overeenkomt met de pH-KCl. In enkele boorgaten zijn tevens grondwatermonsters genomen t.b.v. het grondwateronderzoek. Op de foto 's hieronder is de werkwijze zichtbaar.



2.5 Oppervlaktewateronderzoek

Oppervlaktewater beïnvloedt op twee manieren de kwaliteit van (het te ontwikkelen) blauwgrasland. Enerzijds door zijdelings binnendringen in de zomer van het water vanuit sloten in het perceel (Aggenbach, Jalink, 2005). Anderzijds doordat het gebruikt zou kunnen worden in het kader van herstelbeheer als inundatiewater op blauwgrasland om verzuring tegen te gaan (Kemmers et al, 2004).

Om aan de eisen van blauwgrasland te voldoen moet het oppervlaktewater schoon zijn, mesotroof, de juiste pH hebben en in de juiste mate basenhoudend en gebufferd zijn.

Door de kwaliteit van het oppervlaktewater te meten en typeren ontstaat de mogelijkheid om ruimtelijke spreiding in verschillende watertypen te interpreteren. Hieronder worden drie, in dit onderzoek toegepaste, methodes beschreven. De toegepaste referentiewaarden (voor zowel oppervlakte- als grondwater) opgenomen in bijlage 11.

2.5.1 Het meten van waterkwaliteitsparameters

Door het meten van deze parameters kan inzicht gekregen worden in de waterkwaliteit. In dit onderzoek is gekozen voor het meten van de pH, het elektrisch geleidingsvermogen (EGV), het calciumgehalte, het chloridegehalte en de alkaliniteit. Deze parameters zijn relevant voor de kwaliteit van blauwgrasland en kunnen gebruikt worden voor oppervlaktewatertypering (zie methode hieronder). Er is gekozen voor het gebruik van veldtesten. Zo is het mogelijk binnen een beperkte tijd toch redelijk betrouwbare metingen te verkrijgen.

De metingen vormen een momentopname omdat de samenstelling van het oppervlaktewater varieert door het jaar. De maand mei is gekozen voor onderzoek van oppervlaktewaterkwaliteit, omdat in die periode de extra hoeveelheid regenwater uit de winterperiode is verminderd door infiltratie en er nog geen oppervlaktewater is ingelaten in ondiepe sloten in tijden met een verdampingsoverschot. Er is dus sprake van een soort gemiddelde situatie (Jansen, 2001).

Onderstaande waterkwaliteitsparameters zijn gemeten:

- De pH van water dat grenst aan blauwgrasland moet overeenkomen met de ecologische eisen hiervan. Inundatiewater moet een voldoende hoge pH hebben, of te wel gebufferd zijn, om verzuring van de vegetatie tegen te gaan.
- Het EGV is een maat voor het totaal gehalte aan opgeloste ionen in het water. De verhoudingen tussen de diverse ionen kunnen verschillen binnen een gebied naar gelang de afgelegde weg van het oppervlaktewater door het gebied. De meetwaarden worden toegepast in het IR-EGV-diagram (zie de volgende methode hieronder).
- Het calciumgehalte in een watermonster is een maat voor de basenrijkdom van het water. Dit is ook één van de relevante parameters voor blauwgrasland. Het wordt gebruikt bij de bepaling van de ionenratio (IR, zie de methode hieronder).
- Het chloridegehalte wordt over het algemeen beschouwd als een indicator voor de mate van vervuiling van het water. Samen met de meetwaarde van het calciumgehalte in een watermonster vormt het de ionenratio.
- De alkaliniteit (ook wel buffercapaciteit of tijdelijke hardheid genoemd) wordt in de meeste wateren bijna volledig bepaald door de concentratie bicarbonaat (HCO_3^-) (Pot, Schippers, 2000). Ook deze speelt een rol bij de standplaatseisen van blauwgrasland.

Afgeleide parameter

De ionenratio (IR): deze wordt berekend met behulp van de gemeten calcium- en chloridegehalten uit de oppervlaktewatermonsters. De IR is een uitdrukking van het relatieve calciumgehalte, waarbij rekening is gehouden met de invloed van chloride die door menselijke beïnvloeding/inlaat van gebiedsvreemd water in sommige gebieden hoge waarden kan hebben.

Meetlocaties

Veel sloten zijn afgedamd in Polder Achthoven. Andere sloten staan in open verbinding met het inlaatwater, rechtstreeks uit het Zederikkanaal of op wat grotere afstand via de Molenwetering (zie bijlage 9: stromingskaart). Hierdoor zijn gradiënten te verwachten in de kwaliteit van het oppervlaktewater. De meetlocaties zijn zo gekozen dat de verwachte variatie in kwaliteit gemeten kan worden. Dit betekent minimaal twee meetpunten per sloot aan begin (NW) en eind (ZO).

De meetlocaties zijn weergegeven in bijlage 21.

De uitvoering

Op 2 en 3 mei hebben metingen plaatsgevonden voor bepaling van de oppervlaktewaterkwaliteit. Uit het oppervlaktewater zijn monsters genomen en deze zijn ter plekke geanalyseerd.

De meetpunten zijn in het veld met gps bepaald en m.b.v. GIS in kaart gebracht (zie bijlage 21).

Het heeft niet geregend op 2 en 3 mei.

Gebruikte meetapparatuur:

De zuurgraad (pH) is bepaald samen met het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) met één multimeter (Eijkelkamp WPPC650 Rev 4.000). Na calibratie met een $1413\mu\text{S}/\text{cm}$ -oplossing en oplossingen met pH4 en pH7 werden waarden gemeten die automatisch gecorrigeerd zijn voor een standaard watertemperatuur van 25°C .

De alkaliniteit, het calciumgehalte en het chloridegehalte zijn ter plekke bepaald met veldtests van het merk Aquamerck (Titrimetrische calcium-, chloride- en alkaliniteitstest).

Typering met behulp van IR-EGV-diagrammen

Met de gemeten en afgeleide parameters kan het oppervlaktewater getypeerd worden door de ionenratio samen met het elektrisch geleidingsvermogen van het water uit te zetten in een IR-EGV-diagram volgens de zogenoemde Driehoek van Van Wirdum, (Van Wirdum, 1991).

Typering met behulp van IR-EGV-diagrammen heeft het voordeel dat een eenduidige interpretatie van de kwaliteit mogelijk is met een beperkt aantal bepalingen, die bovendien in het veld kunnen worden uitgevoerd.

De ligging van de monsterpunten in het IR-EGV- diagram levert een watertyping waarbij de relatieve invloed van de watertypes ((hard)grondwater, regenwater en Rijnwater (inlaatwater)) in de samenstelling van het oppervlaktewater tot uitdrukking komt. Het geeft de theoretische mengverhouding weer van drie verschillende waterkwaliteitstypen. Ruimtelijke spreiding in watertypes betekent dat sommige locaties meer geschikt zijn wat oppervlaktewater betreft dan andere om blauwgrasland te ontwikkelen.

Blauwgraslanden bevinden zich in de Driehoek van Van Wirdum op de gradiënt hard grondwater - regenwater (lithotroof (LiAn)—atmotroof (At)) met een aandeel atmotroof water van 75% tot ongeveer 95% (Bongers, Spoelstra, 1999). Het aandeel type Rijnwater wordt opgevat als indicatie voor vervuiling of in elk geval als beïnvloeding door menselijk handelen.

2.5.2 Indicatiewaarden van water- en oeverplanten.

Met deze methode komen met behulp van vegetatieopnames geschatte meetwaarden beschikbaar van een aantal waterkwaliteitsparameters en de concentraties van stoffen in het slootbodewater (Lyon en Roelofs, deel 1 en 2, 1986). De indicatiemethode is toegepast om aanvullende informatie te verzamelen t.a.v. oppervlaktewaterkwaliteit. Door verschillende opnames van sloot- en oevervegetaties in Polder Achthoven met elkaar te vergelijken wordt inzicht verkregen in verschillen in oppervlaktewaterkwaliteit. Ook om ervaring op te doen met deze methode en de vaardigheid te vergroten in het maken van vegetatieopnames is voor deze methode gekozen.

Indicatiewaarden die in dit onderzoek worden gebruikt zijn: saliniteit van het water (komt overeen met ongeveer 0,2 maal de EGV-waarde (Pot en Schippers, 2000), alkaliniteit, zuurgraad, chloridegehalte, calciumgehalte, sulfaatgehalte, ortho-fosfaatgehalte van de waterlaag en ijzergehalte van het bodewater. De geïndiceerde waarden worden vergeleken met de gemeten waarden via veldtests. Als deze in dezelfde range liggen is het mogelijk om de overige indicatiewaarden, die niet bij het oppervlaktewateronderzoek zijn gemeten, te gebruiken voor het beoordelen van de oppervlaktewaterkwaliteit. Het betreft het ortho-fosfaatgehalte en sulfaatgehalte van de waterlaag en het ijzergehalte van de slootbodem.

Het ortho-fosfaatgehalte is belangrijk omdat het direct voor planten opneembaar fosfaat betreft. Blauwgrasland wordt gekenmerkt door een beperkte beschikbaarheid van fosfaat. Het sulfaatgehalte is een belangrijke voorspeller voor risico's van interne eutrofiëring of verzuring i.v.m. oxidatie van pyriet (Smolders et al, 2006) en de vorming van voor planten giftige sulfiden.

Werkwijze en meetlocaties

In juni, juli en september 2013 is in proefvlakken van 3 tot 6 meter lengte de aanwezigheid en bedekking genoteerd van planten met een indicatiewaarde volgens Lyon en Roelofs (1986). In het veld zijn plantensoorten gedetermineerd met veldgidsen (Schaminée et al, 2010; Hoogers en Van Oeveren, 1983; van der Meijden, 2005; Pot, 2007). Bij twijfel is materiaal meegenomen en gedetermineerd met een binoculair (alle fonteinkruiden) of bestudeerd met behulp van de Flora van Nederland (Weeda et al, 2003). Aan de heer D. Kerkhof zijn de determinatieresultaten voorgelegd. In het algemeen beoordeelde hij de resultaten als “goed mogelijk”. Hij vond het aantal gevonden locaties van Spits fonteinkruid vrij hoog. Bij een veldexcursie is dit niet systematisch gecontroleerd, maar in één sloot is de determinatie van Spits fonteinkruid door hem bevestigd. In sommige sloten is op twee locaties geobserveerd om de eventuele variatie in de 700 meter lange sloten mee te nemen. Het totaal aantal plantensoorten is genoteerd per sloot. Er zijn 15 opnames gemaakt in 9 sloten, 4 in PA-noord en 5 in PA-zuid. De opnamelocaties zijn aangegeven in bijlage 22. In de zomer van 2013 was nog niet bekend dat ook de percelen 24, 25, 26, 28 en 29 deel zouden gaan uitmaken van het onderzoeksgebied.

2.5.3 Kwelverschijnselen

Tijdens het veldwerk zijn locaties genoteerd waar een ijzerfilm op het water en indicatorsoorten aangetroffen werden. Deze zijn in tabelvorm weergegeven in bijlage 23. Er is niet systematisch gezocht naar deze verschijnselen, dus het ontbreken in de tabel wil niet zeggen dat er geen kwelverschijnselen aanwezig zijn.

2.6 Grondwateronderzoek

De metingen aan het grondwater hebben als doel na te gaan of de kwaliteit van het grondwater geschikt is om blauwgrasland te kunnen ontwikkelen en behouden. Dit betekent dat onderzocht is of kwel optreedt in het gebied, waarbij het begrip kwel ruim wordt opgevat: ook capillaire opstijging van gebufferd en basenhoudend grondwater tot in de wortelzone na afgraven (Aggenbach en Jalink, 2005). Ruimtelijke spreiding in grondwaterkwaliteit is in verband gebracht met geschiktheid van percelen voor blauwgraslandontwikkeling. De gebruikte methodes zijn dezelfde als bij het oppervlaktewateronderzoek, hiervoor beschreven.

2.6.1 Het meten van waterkwaliteitsparameters met de boorgatmethode

Voor de gemeten parameters zie de methodeomschrijving van het oppervlaktewateronderzoek.

Meetlocaties

De locatie komt overeen met die van de kleidiktebepalingen en pH-profielen, op drie meter afstand van de slootkant, zie bijlage 17 en 27a. Vanwege de beperkingen in beschikbare tijd konden niet in alle percelen grondwatermetingen verricht worden. Op basis van de kleidiktemetingen en de uitgevoerde berekeningen van resterend kleidek na optimale afgraafdiepte is een selectie gemaakt van (tenminste enigszins) kansrijke percelen. Hierbij is ook rekening gehouden met een evenwichtige spreiding van de ligging in Polder Achthoven. In die percelen zijn de grondwatermetingen uitgevoerd. De locaties zijn weergegeven in bijlage 26. Binnen elk perceel is steeds gemeten op drie meter uit de slootkant overeenkomstig de werkwijze bij de kleidiktebepalingen en pH-profielen.

Werkwijze

In 15 van de 21 percelen zijn grondwatermetingen uitgevoerd op tenminste twee locaties: het begin (NW) en eind (ZO) van de percelen. Hiermee wordt het mogelijk om de metingen in verband te brengen met de stroomrichting van oppervlaktewater door het gebied en met de kleidiktemetingen. Uiteindelijk is op twee geplande locaties de meting mislukt omdat alleen dikke modder in het boorgat verscheen. De veldmetingen t.b.v. grondwateronderzoek zijn uitgevoerd op 15 mei tot en met 20 mei. De week ervoor was er veel regen gevallen, maar tijdens die dagen was het steeds droog en vaak zonnig en relatief warm.

Het nemen van de watermonsters vond plaats met een zelfgemaakt hulpmiddel: een polyethyleen rond bakje, diameter iets kleiner dan het boorgat, met tape bevestigd aan een bamboestokje (zie foto hieronder). Het verzamelen van de grondwatermonsters was een moeizaam en tijdrovend proces omdat niet overal snel grondwater verscheen in het boorgat en als het verscheen was het soms modderig van aard, waardoor het soms enkele uren moest bezinken. In een aantal gevallen bleef het boorgat een nacht afgedekt staan om de volgende ochtend het grondwater te kunnen aftappen. Ook toen was er soms maar net genoeg water om de metingen te kunnen uitvoeren.



Een afgedekt boorgat met markeerstok en het gereedschap waarmee het grondwater uit het boorgat geschept werd.

De diepte van de grondwaterspiegel is niet vastgelegd vanwege het feit dat het boorgat onderin vaak dicht zakte en blubberig werd. Ook was er sprake van een grote spreiding in snelheid waarmee in een boorgat water verscheen, waardoor niet duidelijk is wat men zou meten: de bodemdoorlaatbaarheid of het grondwaterniveau. De gemiddelde grondwaterspiegel tijdens aftappen lag ongeveer tussen 40 en 70 cm.

Typering met behulp van IR-EGV-diagrammen.

Op exact dezelfde wijze als bij het oppervlaktewater is het grondwater getypeerd om ruimtelijke spreiding in verschillende grondwatertypen te kunnen interpreteren. De typering geeft inzicht in de aard en herkomst van het grondwater zodat een uitspraak gedaan kan worden over hydrologische geschiktheid van de diverse standplaatsen voor ontwikkeling van blauwgrasland.

2.7 De synthese van alle deelresultaten

Om blauwgrasland te kunnen ontwikkelen vraagt ZHL advies over de meest geschikte locaties om afgraven op perceelniveau. Door bureaustudie en veldonderzoek zijn factoren in beeld gebracht die een rol spelen bij de ontwikkeling van blauwgrasland in Polder Achthoven. Er zijn verschillen aangetroffen tussen percelen en gebiedsdelen. Door de uitkomsten van alle deelonderzoeken bij elkaar te brengen wordt het mogelijk om percelen te herkennen die op veel fronten beter scoren dan andere. Op die manier kan een advies gegeven worden.

2.7.1 Classificeren met de Harris scale.

De methode waarmee de synthese wordt uitgevoerd is de zogenoemde Harris scale.

Deze methode is oorspronkelijk voor psychologisch onderzoek ontworpen, maar wordt ook toegepast in de technische bedrijfskunde. Deze methode is geschikt om op een objectieve en transparante manier keuzes te kunnen maken omtrent de geschiktheid van verschillende items voor het bereiken van een doel. Er zijn vaak veel aspecten waarop een item beoordeeld moet worden en aan elke keuzes zijn voor- en nadelen verbonden en ook verschillende risico's.

Met deze methode wordt ook helder omschreven welke voordelen of risico's het zwaarst wegen.

In dit onderzoek zijn alle percelen in Polder Achthoven onderzocht op geschiktheid voor het ontwikkelen van blauwgrasland. Gebruikmaking van de Harris scale levert een classificatiematrix op. Hierin zijn alle ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland op een rij te gezet. Vervolgens wordt voor elk deelaspect van die randvoorwaarden een score gegeven aan elk perceel.

De kracht van de Harris scale zit hierin dat de score óf positief óf negatief is. Men wordt daardoor gedwongen tot een keuze voor "wel doen" of "niet doen". Een score kan ontbreken omdat er niet gemeten is. In dit onderzoek kon binnen het beschikbare tijdsbestek niet elk perceel op alle aspecten onderzocht worden, maar de totale classificatiematrix (bijlage 28) bevat weinig gaten.

De mogelijke scores in deze toepassing zijn: 2, 1, -1, -2.

- 2: Het perceel voldoet aan de eis/randvoorwaarde. Afgraven van dit perceel leidt (zeer waarschijnlijk) tot het doel.
- 1: Afgraven van dit perceel verbetert de huidige situatie, maar leidt niet tot de best haalbare omstandigheden in dit gebied.
- -1: Afgraven leidt mogelijk niet tot het doel en brengt risico's met zich mee.
- -2: Afgraven leidt (waarschijnlijk) niet tot het doel en/of brengt serieuze risico's met zich mee.

Sommige eisen kunnen zwaarder wegen bij het nemen van een beslissing dan andere. In de Harris scale wordt dit verwerkt door elk deelaspect een eigen gewicht te geven. Op deze manier worden de keuzes objectief en bespreekbaar: de scores binnen elke randvoorwaarde en de gewichten die worden toegekend aan de eisen en risico's.

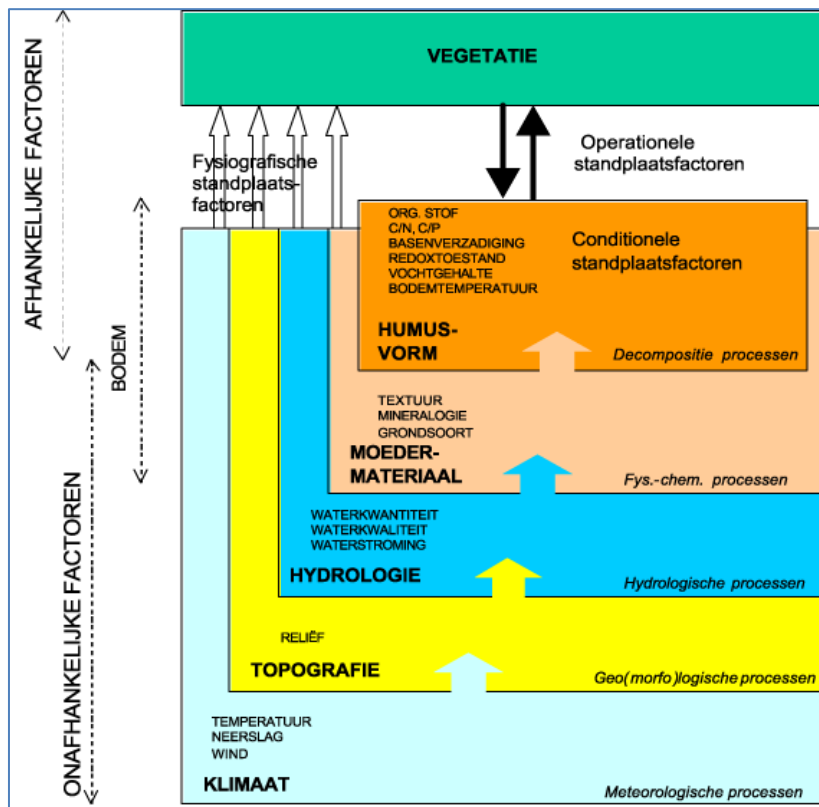
Elk perceel haalt op deze manier een score, zodat duidelijk is welke keuze optimaal is op basis van het uitgevoerde onderzoek.

Op basis van de ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland zijn deelaspecten onderscheiden waarop de onderzochte percelen een score hebben op basis van het uitgevoerde onderzoek. Deze aspecten en de betekenis van de scores op deze aspecten worden toegelicht in hoofdstuk 9 Synthese.

Er zijn ook andere aspecten te beschouwen die een rol (kunnen) spelen in het totale ontwikkelproces. Deze zijn niet meegewogen in de classificatiematrix (gewicht is 0), omdat zij geen bijdrage leveren aan de fysieke mogelijkheid om blauwgrasland te ontwikkelen of geen onderdeel vormen van de onderzoeksopdracht. Deze overige aspecten worden ook toegelicht in hoofdstuk 9.

3 LANDSCHAPSECOLOGISCHE GEBIEDSANALYSE

Om te kunnen beoordelen of blauwgrasland ontwikkeld kan worden is inzicht nodig in de omstandigheden op gebieds- en standplaatsniveau van planten. Vragen over standplaatscondities voor planten zijn terug te voeren tot vragen over hoe grote systemen functioneren. In Figuur 3 hieronder is dit hiërarchisch systeem weergegeven. In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd hoe dit systeem rond Polder Achthoven functioneert.



Figuur 3: Hiërarchisch systeem (Kemmers et al, 2011)

3.1 Algemene beschrijving projectgebied

Polder Achthoven is een klei-op-veengebied van circa 124 ha, dat een overgang vormt tussen het riviergebied van midden Nederland en het Zuid-Hollands veenweidegebied. Het is een vrijwel geheel aaneengesloten gebied bestaande uit vooral vochtige, soortenrijke graslanden (waaronder blauwgrasland) en ruige graslanden, gescheiden door sloten (Stichting Zuid-Hollands Landschap, 2007).

De polder vormt een belangrijk foerageergebied voor water- en moerasvogels o.a. uit De Zouweboezem. In het zuidelijk deel van de polder bevindt zich de kleine maar stabiele weidevogelpopulatie. Het huidige blauwgrasland bevindt zich ook in het zuidelijke deel van de polder (Figuur 2). In bijlage 3 staan de terreintypen op kaart aangegeven. (Beheerplan ZHL, 2007).

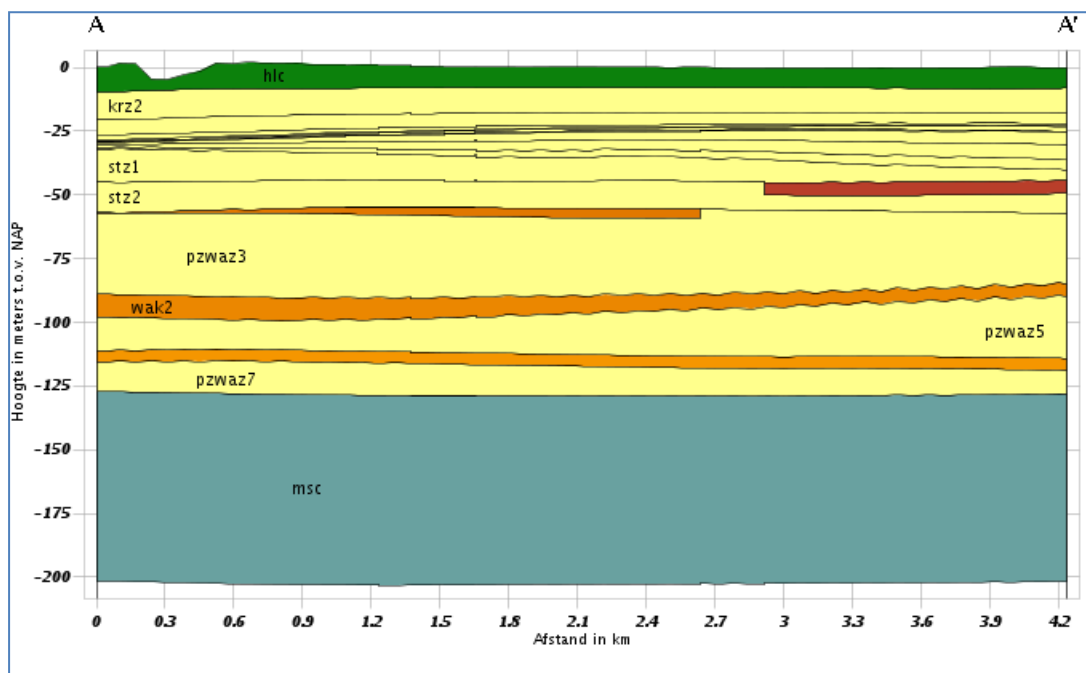
Beheer van de percelen is vroeger voor veel percelen regulier geweest, waarbij bemest en beweeid werd. Maar er zijn ook de nodige percelen die extensief beheerd zijn geweest (zie bijlage 4a voor een toelichting op de percelen). Tegenwoordig worden veel percelen verpacht en moet de pachter zich houden aan de eisen en het beheer die horen bij het natuurbeheertype; maaien en afvoeren

en/of beweiden en alleen ruige mest toedienen indien dit doelmatig is voor het natuurdoel. Het beheer van het blauwgrasland wordt door ZHL zelf uitgevoerd. De twee plagstroken worden gemaaid door pachters.

3.2 Geologische opbouw

De Vijfheerenlanden maken zowel deel uit van het westelijk veengebied als van het rivierengebied (Berendsen, 2008). Er is dus sprake van een overgangsgebied. Door De Boer en Pons (1960) is het middengebied van de Vijfheerenlanden getypeerd als rivierklei-veen-inversiegebied, waartoe ook de Polder Achthoven behoort. Door ontwatering is veen gaan inklinken en ontstonden daar grote hoogteverschillen. De eerder laag gelegen delen (verlande veenstromen en rivierarmen) liggen nu het hoogst in het landschap, omdat daar geen of minder inklinking plaatsvond. De hooggelegen delen (veengronden) liggen nu het laagst en zijn vaak ook de natste delen. Geologisch wordt het tevens gerekend tot het permariene gebied, wat inhoudt dat de sedimentatie wel onder de invloed van zeespiegelstijging heeft plaatsgevonden, maar dat er geen mariene afzettingen voorkomen.

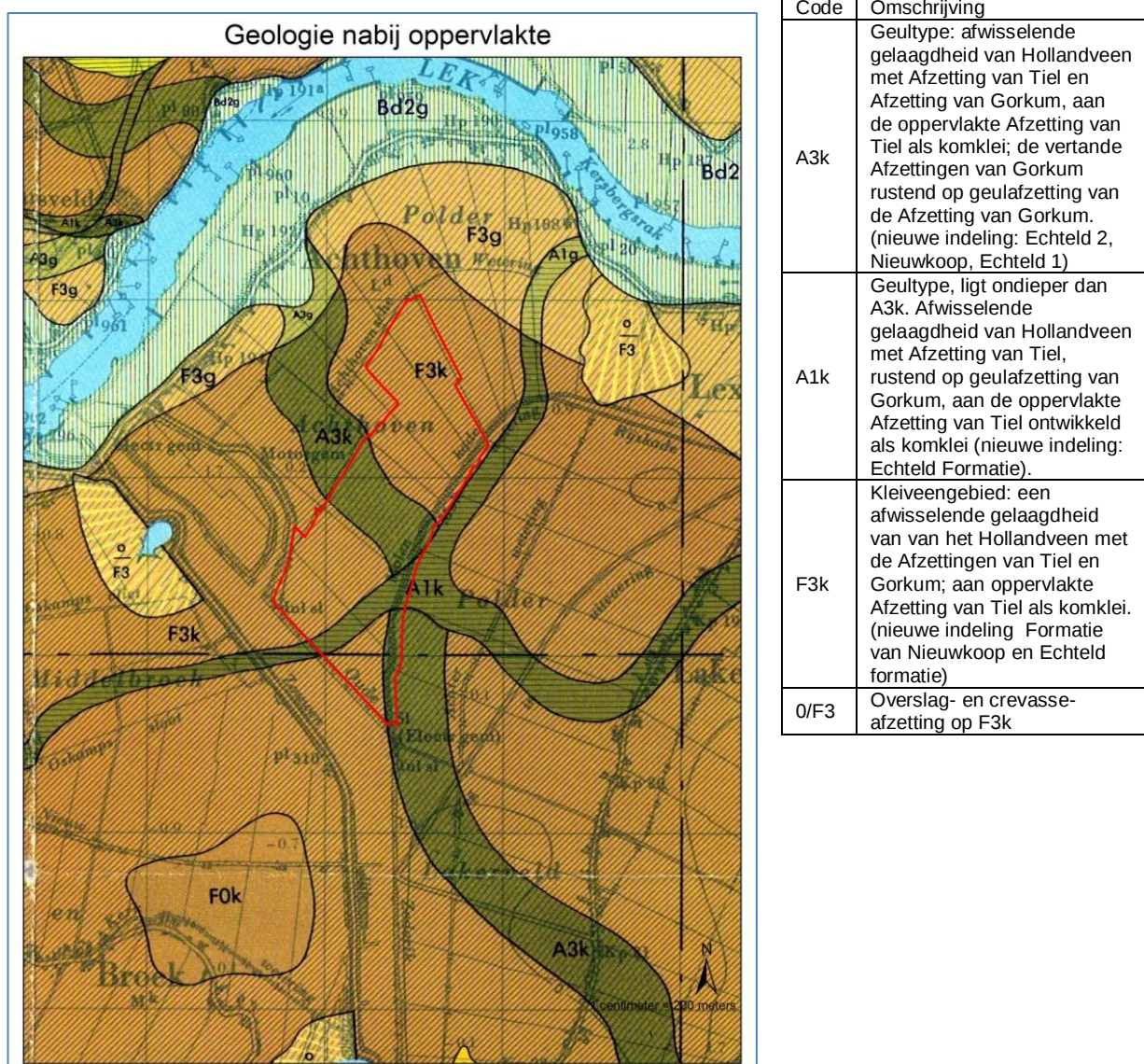
De geohydrologische doorsnede van het gebied is opgenomen in Figuur 4. De basis van het grondwatersysteem ligt op een diepte > 130 m –NAP en wordt gevormd door de Formatie van Maassluis, bestaande uit een enkele honderden meters dik pakket ondoorlatende kleiafzettingen.



Figuur 4: Geohydrologische doorsnede (Dinoloket, 2014)

De afzettingen die hier aan en nabij de oppervlakte voorkomen zijn gevormd in het Pleistoceen (Krz) en het Holoceen (Hlc). In het Weichselien, (<10.000 BC, Pleistoceen) stroomden in dit gebied vlechtende rivieren (Rijn en Maas) die hun minerale sediment (grind, zand en klei) afzetten. Deze fluviatiele afzettingen worden tot de Formatie van Kreftenheye gerekend. De overgang van Pleistoceen naar Holoceen (9.000 BC), wordt gekenmerkt door onder andere het veranderende klimaat; het wordt warmer en de zeespiegel stijgt. De vegetatie neemt toe en in de nattere en lagere gebieden ontstonden berken- en elzenbroekbos en kon zich laagveen vormen (Berendsen, 2004, Boshoven, 2009).

Door de stijging van de regionale grondwaterspiegel begon in het Atlanticum, vanaf 4500 BC, de veenvorming op gang te komen, wat zich heeft afgezet op de ondergrond van de pleistocene rivier- en windafzettingen. De onderkant van deze holocene afzettingen ligt 8 tot 10 m onder het huidige maaiveld. De rivieren traden toen nog regelmatig buiten hun oevers, mede door de zeespiegelrijzing, waarbij ze grote gebieden inundeerden. Langs de rivier werden vooral dikke pakketten klei afgezet (Echteld Formatie). Verder van de rivier, door de toevoer van het voedselrijke water, werd de plantengroei bevorderd en ontstond perimariene veenvorming (Nieuwkoop Formatie (in oude indeling Hollandveen laagpakket)). Dit zorgde voor dikke pakketten veen van ca. 10m dik die werden doorsneden door kleine rivierlopen die vanuit het oosten het gebied binnen stroomden en zich hier vertakten. Het veenpakket is daardoor vertand geraakt met kleiplaten en zandbanen (de zandige afzetting van de oude stroomgeulen).



Figuur 5: Geologie nabij oppervlakte en legenda. (Bron: Geologische kaart van Nederland.)

Deze rivieren namen tijdens het midden van het Atlanticum in activiteit toe waardoor op veel plaatsen een einde kwam aan de veenvorming. Het gebied laat in de ondergrond dan ook een ingewikkeld patroon van kleiige en zandige afzettingen zien.

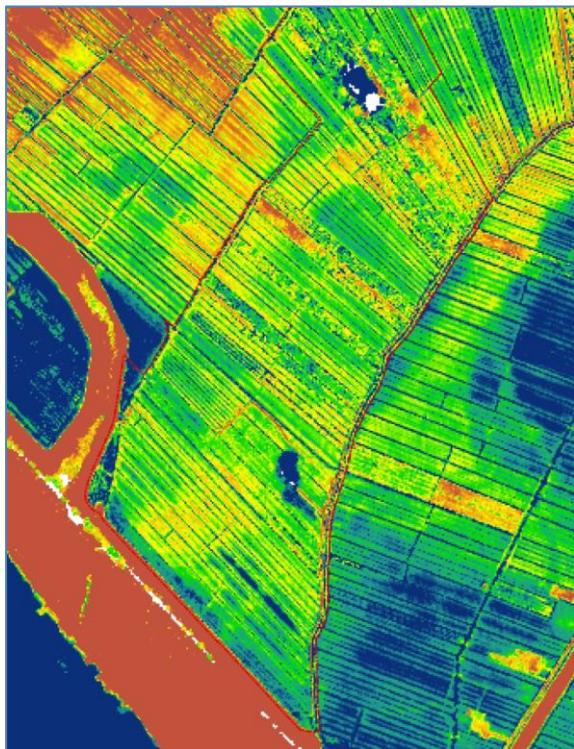
Op figuur 5 is een weergave te zien van het geulenpatroon (A1K en A3K: resp. Akerveld en Achthoven) dat zich nabij het maaiveld bevindt. De afzetting van deze rivieren, kleiig of zandig, wordt de Echteld Formatie/afzetting van Gorkum genoemd. De komklei is aangegeven als F3K (Echteld Formatie/ Afzetting van Tiel). De beddingafzetting Akerveld is zichtbaar in het veld en op de AHN-kaart (zie figuur 6). De bovenzijde ligt op ca. 2-2,4 m –NAP, met maaiveld rond NAP. De Achthoven ligt op ca. 3,9 – 4,9 m –NAP (Kerkhof, 2010).

Uit boorpuntgegevens van het Dinoloket (perceel 3 nabij oude stroomgeul) blijkt dat er zandige afzettingen voorkomen in PA die liggen op een diepte van ca. 3-5 m -NAP (bijlage 5b), dit duidt op een oude stroomrug. De laag erboven tot aan maaiveld is veenafzetting. Boorpuntgegevens in perceel 32 (bijlage 5a) laten zien dat er kalkrijke klei en zand (CA3) op 7,85 – 8,85 m diepte ligt. Kalkhoudende klei kan duiden op sedimenten van het Rijnsysteem, vaak kalkrijk afgezet. Op stroomruggen ontkalkte de klei minder dan de klei in kommen. De herhaalde stroomverleggingen van de rivieren hebben waarschijnlijk gezorgd voor hersedimentatie van meer of minder ontkalkt sediment. Hierdoor komen ondiep en diep ontkalkte gronden naast kalkrijkere gronden voor. Dit kan betekenen dat er lokale verschillen aanwezig kunnen zijn in kalkrijkdom van de bodem. Op de bodemkaart zijn deze gronden als kalkloze rivierklei aangegeven, maar bodemprofielen gaan maar tot 1,20 m -mv. Er is in de geraadpleegde literatuur verder geen aanwijzingen gevonden voor fossiel zout. Dit lijkt ook niet voor de hand te liggen gezien de perimariene invloed.

Door de bedijking is de sedimentatie gestopt. Alleen bij dijkdoorbraken kwam nog sedimentatie voor. Daarbij ontstond een doorbraakwiel of waai, waarbij buitendijks een puinwaaier met gewoeld materiaal werd afgezet, de zgn. overslagafzetting. Ten oosten en westen van PA komen deze afzettingen voor (O/F3 in figuur5).

3.3 Geomorfologie en hoogteligging

Geomorfologisch komen de bovenstaande geologische ontwikkeling en antropogene invloeden tot uiting (zie paragraaf 3.6) in Polder Achthoven als een ontgonnen veenvlakte, al dan niet bedekt met



zand en/of klei (1M46) en rivierkomvlakte (1M23), zie bijlage 6 voor de Geomorfologische kaart. Het is een relatief vlak gebied, wat ook uit de AHN-kaart blijkt (zie figuur 6 en bijlage 7), maar met lokaal in en tussen de percelen wel reliëf, met name ontstaan door inklinkverschillen (inversie) en oude stroomruggen. Ook zijn de hoger liggende stroomgeulen op de AHN te zien, deze zijn op de geomorfologische kaart niet onderscheiden. Verder komen in de omgeving van PA rivieroeverwallen (3K25) en oeverwallen in uiterwaarden (3K24) voor.

De maaiveldhoogtes variëren gemiddeld tussen de 20 cm +NAP en 20 cm - NAP, waarbij de laagste delen in het zuiden liggen. De hoogteligging neemt af van noordwest naar zuidoost (zie bijlage 7). Duidelijk is ook dat de rivier en boezem hoger in het landschap liggen dan de polders en dat de polder ten oosten en zuiden van PA lager liggen dan PA. Er bestaat daarnaast vooral een groot maaiveldverschil tussen Polder Achthoven

Figuur 6: AHN- detailkaart met zichtbare stroomruggen. Bron: AHN.nl

en de Alblasserwaard (bijlage 7), doordat in de Alblasserwaard de veenbodem jarenlang dieper ontwaterd geweest is wat resulteerde in een grote maaiveld daling. Dit uit zich ook in een groot maaiveldverschil links en rechts van het boezemkanaal (de Zederik) ter hoogte van Polder Achthoven.

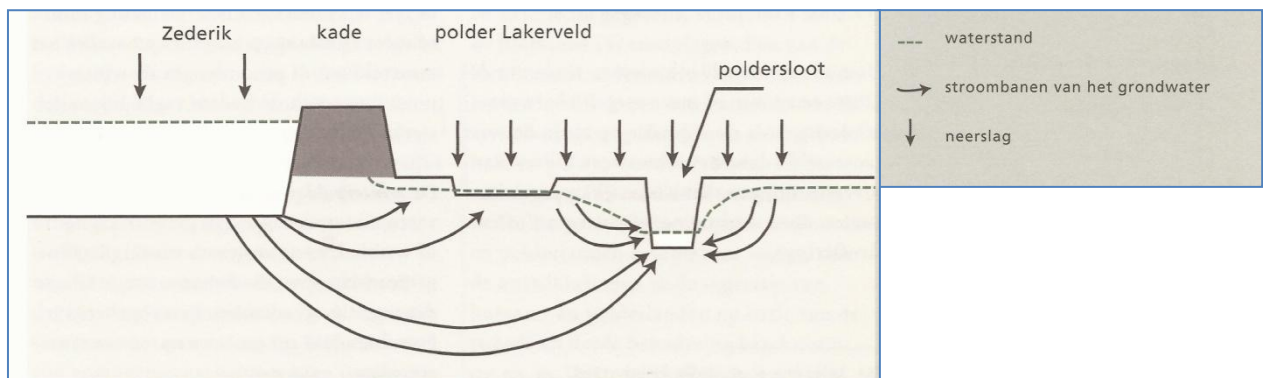
3.4 Hydrologie

3.4.1 Oppervlaktewater en peilbeheer

Polder Achthoven en de Zouweboezem maken deel uit van deelstroomgebied Vijfheerenlanden. Waterschap Rivierenland is verantwoordelijk voor het waterbeheer. Vanuit de Oude Zederik wordt Polder Achthoven van inlaatwater voorzien. De Oude Zederik is een doodlopende tak van het boezemsysteem en staat niet in verbinding met de Lek. Via een sluis bij Meerkerk staat het in open verbinding met het Merwedekanaal. Sporadisch wordt via molen De Hoop ook water vanuit Polder Lakerveld op de Oude Zederik gemalen. Het peil in de Oude Zederik komt grotendeels overeen met het streefpeil voor het Merwedekanaal (NAP +0,80m) (Provincie Zuid-Holland, 2014; Witteveen+Bos, 2013).

Polder Achthoven (PA) kan als een winterpolder getypeerd worden waarbij het peil zowel in de zomer als winter beheerst wordt en onder maaiveld blijft (Aggenbach en Jalink, 2005). Voor PA zijn twee peilgebieden ingesteld door het Waterschap Rivierenland: Kikkert Zuid en Kikkert Noord. 's Zomers wordt in Polder Achthoven één peil ingesteld: -0,4 m NAP. 's Winters worden verschillende peilen ingesteld: -0,2 m NAP voor Kikkert Zuid en -0,15m NAP voor Kikkert Noord. Deze peilen liggen hoger ten opzichte van de peilen van de omringende polders (zie bijlage 8, vigerend peilbesluit), die voornamelijk in agrarisch gebruik zijn. De omschakeling van zomer- naar winterpeil vindt plaats vanaf 15 oktober tot 1 november en omschakeling van winter- naar zomerpeil vanaf 15 maart tot 1 april.

Er zijn veel (ondiepe) sloten die de polder van west naar oost doorsnijden, meer dan 40 sloten op een gebied van 124 hectare. Ze variëren in lengte van 500 – 800 meter. Dit zorgt voor vele, smalle percelen. Aan de noord en westkant ligt de polder op ca. 1 - 1,5 km van de Lek, die onder invloed van eb en vloed staat. Door de hogere boezem en nabijheid van de Lek kan in de zomer grondwater toestromen en doordringen in sloten en percelen (zie Figuur 7). Het gaat daarbij meestal om rivier- en boezemkwel met relatief voedselrijk/ basenrijk water (Aggenbach en Jalink, 2005).

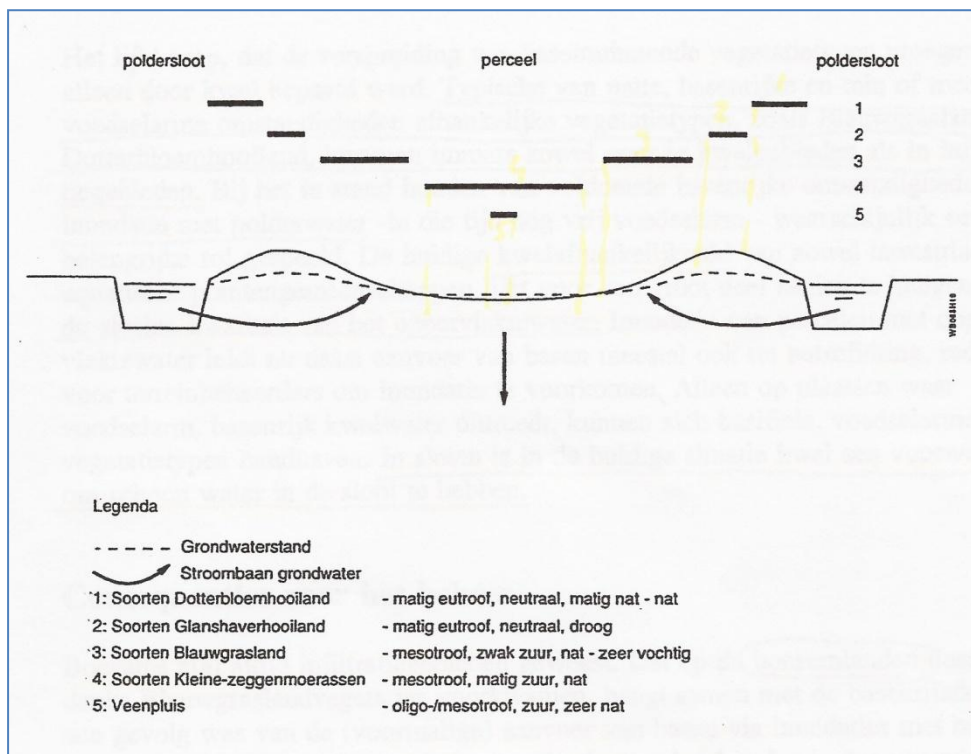


Figuur 7: Doorsnede van de winterpolder Polder Lakerveld, grenzend aan polder Achthoven (Aggenbach en Jalink, 2005)

In vlakke gebieden op grotere afstand van boezem en rivier treedt vaak infiltratie op met kans op regenlenzen. De mate van infiltratie hangt mede af het peilbeheer in de omliggende polders en het

gebied zelf. Infiltratie vindt plaats als het peil in de polder hoger ligt dan de omliggende polders. Dat is in Polder Achthoven ook het geval (zie vigerende peilen), waardoor in PA met name sprake is van wegzijging. Dit wordt ook veroorzaakt door het peilverschil met de lager gelegen Alblasserwaard ten zuidwesten van Polder Achthoven, waardoor daar een kwelsituatie heerst (Jalink et al, 1996; Brouwers et al, 2010).

Door reliëf op perceelniveau kan ook zeer lokaal sprake zijn van kwel of inzijging van water. In het centrum van percelen in infiltratiegebieden treedt alleen maar wegzijging van neerslagwater op. Bij neerslagtekorten (vooral zomers) is de grondwaterspiegel hol, waardoor er laterale toestroming van oppervlaktewater plaatsvindt uit de sloten (Figuur 8), die in een zone langs de sloot zorgt voor aanvulling van grondwater (Aggenbach en Jalink, 2005; Jalink et al, 1996).



Figuur 8: Doorsnede hol perceel in infiltratiegebied: reservaat de Kikker, Vijfheerenlanden (Jalink et al, 1996).

Deze laterale toestroming vindt maar in een beperkt zone van ca. 3m plaats, vooral als de bodem ook nog uit slecht doordringbare klei (-op-veen) en veengronden bestaat, zoals in PA het geval is. Deze zone ligt daardoor meestal hoger dan het centrale deel en is natter en basenrijker met eutrofe omstandigheden. Lateraal toestromend oppervlaktewater kan in verzuurde systemen daardoor tevens voor buffering zorgen (Aggenbach en Jalink, 2005) die voor blauwgraslanden van belang is.

Om de peilen te handhaven en verdroging (en verzuring) te voorkomen wordt, met uitzondering van de wintermaanden, boezemwater ingelaten vanuit het Zederikkanaal, wat dus de kwaliteit van het slootwater mede bepaalt. Doordat infiltratie vanuit de sloten naar percelen plaatsvindt moet het inlaatwater van goede kwaliteit zijn om eutrofiering te voorkomen. Daarom wordt dit water via een verlengde aanvoerweg het gebied verder in geleid en verdeeld over PA-Noord en PA-Zuid. In bijlage 9 is op kaart aangegeven hoe het inlaatwater door het gebied wordt geleid. In bijlage 9a is dit systeem nader toegelicht.

Interne peilgebieden

ZHL heeft de mogelijkheid om in PA gedeeltelijk een eigen peilbeheer uit te voeren. De polder is intern ingedeeld in drie 'peilgebieden' (bijlage 9): twee regengebieden en een hydrologisch geïsoleerd gebied. In de winter worden de zogenoemde regengebieden ingesteld ("plankje erbij") om een hoger waterpeil te bereiken. Alle sloten in die deelgebieden zijn afgedamd, waardoor het water niet in de Molenwetering kan wegstromen. Hierdoor regenen deze gebieden vol tot ongeveer 10 cm onder maaiveld (mond. mededeling van de terreinbeheerder, de heer R. Garskamp). Greppels in het midden van de percelen voeren het regenwater af naar de Molenwetering. De regengebieden worden uiterlijk rond 1 december ingesteld, als er geen vee meer aanwezig is.

Het hydrologisch geïsoleerde gebied bevat de percelen 3 en 4 met blauwgraslanden (Lage Kikker, Hoge Kikker en Ruige Kikker). Het wordt alleen gevoed door regenwater en grondwater. De sloten kunnen alleen onder vrij verval afwateren op de inlaatsloot. Het peilverschil met deze sloot (hoger peil) is vaak te groot waardoor overtollig water niet afgevoerd kan worden. Om de graslanden toch te kunnen maaien is een "nooduitgang" voor het water gemaakt, handmatig bediend in de zuidoosthoek van het gebied, bij perceel 3b. Het water wordt hier 'overgeheveld' naar de Molenwetering.

Grondwaterstanden

Op de kaarten in bijlage 10a t/m 10d zijn de grondwaterstanden (GHG, GLG, GVG, GT) weergegeven voor Polder Achthoven (Witteveen+Bos, 2014). De kaarten zijn het resultaat van een computermodel van het grondwater, gebaseerd op langjarige metingen van de grondwaterstanden in peilbuizen. Onderstaande grondwaterstanden worden gemiddeld in Polder Achthoven gevonden:

GHG: < 0,2 m -mv

GLG: 0,6 – 0,8 m -mv

GVG: 0,2 – 0,6 m -mv

Gt: II

De gemiddelde hoogste grondwaterstand wordt in de winter bereikt en ligt voor bijna het gehele gebied op < 0,2 m -mv. Dit kan in de lagere delen in het gebied voor plas/dras situaties zorgen. De gemiddeld laagste grondwaterstand wordt in de zomer bereikt en vertoont wat meer variatie dan de GHG: tussen 0,2 en 0,8 m -mv, waarbij met name in de Lage Kikker 0,2 m -mv bereikt wordt. De gemiddelde voorjaarswaterstand (GVG) varieert van < 0,2 m -mv (o.a. percelen 3 en 4) tot overwegend 0,2 m -mv tot 0,4 m -mv in de rest van het gebied.

Waterkwaliteit.

De waterkwaliteit van de Oude Zederik (het boezemkanaal) is belangrijk, omdat dit als inlaatwater gebruikt wordt in PA. Er zijn 2 meetpunten voor met Zederik aangevoerd water. De gegevens zijn opgenomen in bijlage 11. Het via de Oude Zederik aangevoerde water (meetpunt BENL0357) is fosfaat- en sulfaatrijk. Er was tot en met 2007 sprake van een (sterke) overschrijding van de MTR normen² voor fosfaat. Daarna zette de daling in, waarna in 2011 het water aan de MTR-norm voldeed. De overschrijding van de fosfaatsnorm kan zowel met aanvoer van gebiedsvreemd water te maken hebben als met interne processen in het lokale watersysteem. De sulfaatwaarden in het oppervlaktewater van de Zouwe en Polder Achthoven (BENL 0477) zijn te hoog voor natuurdoeleinden zoals blauwgraslanden, vanwege het risico op interne eutrofiëring, ondanks dat de waarden wel binnen de MTR-norm liggen (Provincie Zuid-Holland, 2014).

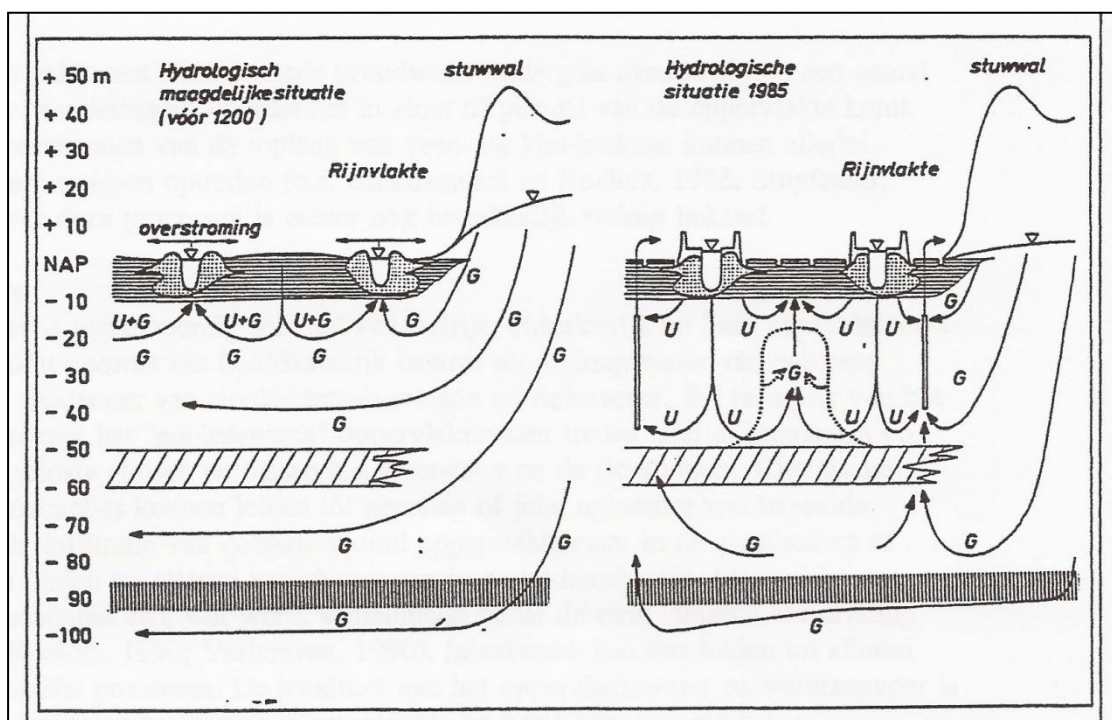
² MTR: maximaal toelaatbare risiconiveau; norm voor waterbeheer

3.4.2 Grondwatersysteem

De basis van het grondwatersysteem ligt op een diepte van ca. 125 m diepte. Het eerste watervoerend pakket (WVP) bevindt zich onder de Holocene deklaag van ca. 8 m dikte tot een diepte van ca. 60 m –NAP (Figuur 4). Het freatisch grondwater bevindt zich in dit slechtdoorlatende holocene pakket, bestaande uit klei, veen en beter doorlatende stroomruggen (zie paragraaf 3.1).

Laaggelegen veenweidegebieden worden tegenwoordig grotendeels gevoed door toestromend grondwater, dat voor een belangrijk deel bestaat uit geïnfiltreerd rivierwater en water uit aangrenzende polders, indien het peil daar hoger ligt. Het gebied ligt laag ten opzichte van het rivierpeil en/of beneden NAP en wordt vaak diep ontwaterd. Dit zorgt voor permanente onderdruk. Op een aantal plaatsen in het westelijk veenweidegebied komt nog dieper grondwater uit grote systemen omhoog (van Delft en Kemmers, 2013), met name vanaf de Utrechtse Heuvelrug en in de overgangen van vlakke holocene gebieden aan de hogere pleistocene gebieden of in zeer diep ontwaterde polders, zie ook Figuur 9 (Jalink et al, 1996).

In het lage, vlakke centrum van waarden is diepe kweldruk meestal laag. Dikke klei en veenpakketten zorgen hier voor grote weerstand, waarbij zeer dichte klei een lagere K-waarde heeft dan ongerijpt veen (zie H3.5 Bodem). Door de slechtdoorlatende bodem is beweging van grondwater vaak beperkt, wat maakt dat deze polders vaak hydrologisch neutraal kunnen zijn. Er kan wel een afwisseling van kwel/ capillaire opstijging en inzijging zijn, maar daarbij wordt maar weinig water verplaatst (kwel is meestal minder dan 0,1 – 0,5 mm/dag). Opgeloste stoffen worden daarom langzaam vervoerd en eventuele uitspoeling van mineralen met optredende verzuring vindt dan ook slechts geleidelijk plaats (Aggenbach en Jalink, 2005).



Figuur 9: Verandering regionale hydrologie van veenweidegebied (Jalink, 1996): U = oevergrondwater; G= grondwater)

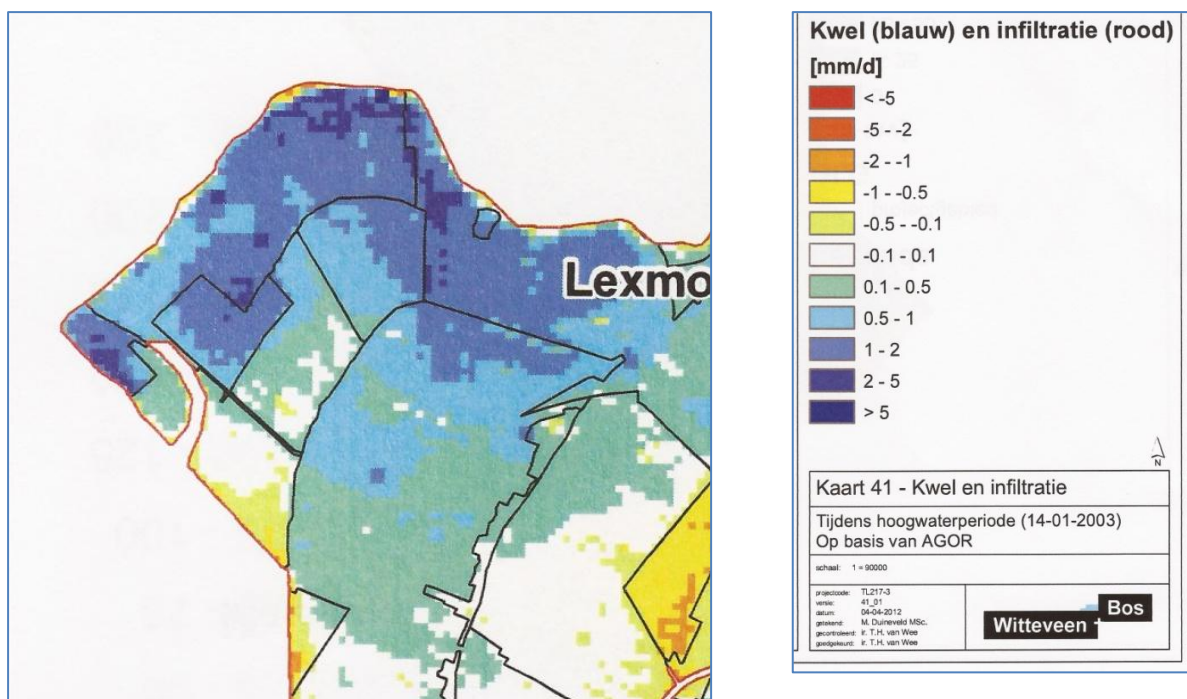
Kwelintensiteit kan wel hoger zijn als er zandopduikingen of stroomruggen zijn waar klei of veenpakket ontbreken of erg dun zijn (Aggenbach en Jalink, 2005). In PA is op de geologische kaart en AHN-kaart wel de ligging van oude stroomgeulen in het Holocene pakket te zien. Hier is een verbinding mogelijk tussen het eerste WVP en de oppervlakte waarbij dan meer kwel kan uitstromen

(Provincie Zuid-Holland, 2014). Door de hogere ligging van deze stroomruggen kunnen ook lokale systemen ontstaan. Boven op de ruggen infiltreert regenwater. Door de hoge weerstand van de kleiige afzetting kan het water via korte stroombanen weer aan de voet van de ruggen uittreden. Deze lokale systemen kunnen ook ontstaan in de zones tussen de peilgebieden (Aggenbach en Jalink, 1992).

Voor de Vijfheerenlanden is in het kader van het peilbesluit (2013) de kwelflux berekend. De berekende diepe kwel vanuit het watervoerend pakket (diepte > 8m –MV) naar het freatisch pakket is op kaart in Figuur 10 weergegeven. De kwel is berekend voor een hoogwaterperiode in januari 2003 (Witteveen+Bos, 2013) Tijdens deze hoogwaterperiode treedt er kwel op van circa 0,1 tot 0,5 mm/dag. Achter de dijk, waar de invloed van de hoge rivierstanden van de Lek groot is, treedt de hoogste kwelflux op: circa 2 tot 5 mm/dag. In de Polder Achthoven treedt in de hoogwaterperiode op sommige plaatsen echter infiltratie op, omdat een hoog oppervlaktewaterpeil wordt gehandhaafd, waardoor er sprake blijft van inzijging. In het noorden van Polder Achthoven treedt dan wel in zeer geringe mate kwel op (Witteveen+Bos, 2013).

Kwelinvloed in de Vijfheerenlanden is ook aangetoond door onderzoek van Alterra in 1974 naar de aard en omvang van rivierkwel uit de Lek in de uiterwaarden bij Hagesteijn, ongeveer 20 km ten oosten van PA (Steenvoorden en Oosterom, 1975). Daarin werd geconcludeerd dat er ongeveer 4 mm/etmaal kwel optreedt op dat meetpunt en 0,2 mm/etmaal langs de Oude Zederik. Volgens dit artikel reikt de invloed van die kwel tot zeker het midden van de Vijfheerenlanden. Zij constateren dat kwelwater vanuit de Lek herkenbaar is aan wat hogere chloridegehalten en een hoger EGV.

Op de peilkaart van het waterschap (bijlage 8) is te zien dat er 's winters in het zuidelijk deel van PA grenzend aan het Zederikkanaal (met een peil van 0,8m +NAP) een hoogteverschil van minimaal 1 meter heerst met het peil in polder Achthoven, wat voor lokale kwel vanuit de boezem kan zorgen.



Figuur 10: uitsnede van de kaart: Kwel en infiltratie uit bijlage 12. Bron: Witteveen+Bos,2013.

Door permanente kweldruk vanuit de boezem en Lek zijn de zones langs polderkades vaak nat gebleven, waardoor gronden relatief extensief gebruikt werden. Op deze plekken komen vaak

natuurgebieden voor, omdat de kwel een sturende factor kan zijn voor vegetaties door toestroming van basenrijk, min of meer voedselarm water. Dat geldt bijvoorbeeld voor de Kikker in Polder Achthoven (Jalink, 1996).

3.5 Bodem

De bodem in de Vijfheerenlanden bestaat uit klei, klei-op-veen en veenbodems. Bij de veenvorming is plaatselijk een (dunne) kleilaag afgezet vanuit de stroomgordels. Hierdoor komen in komgebieden over het algemeen waardveengronden, koopveengronden en weideveengronden voor (Boshoven et al, 2009). Op de bodemkaart (1:50.000) zijn voor PA twee bodemtypen gekarteerd: waardveengrond (kVc) en drechtvaaggrond (Rv1C), beide met een GT II, waarbij de waardveengronden de overhand hebben (Harbers, 1981): zie bijlage 13. De waardveengronden in PA zijn deels afgegraven, met name in de Lage en Ruige Kikker, waar het klei is gebruikt voor de aanleg van de boezemkade. Dergelijke percelen werden uitstekken genoemd (Kerkhof, 2010).

Een waardveengrond is een veengrond met zavel of kleidek, dunner dan 40 cm, zonder veraarde bovengrond. In PA is alleen sprake van een kleidek, met een scherpe overgang naar de ondergrond (veen, kleilig veen of venige klei (eigen onderzoek kleidiktemeting; Kerkhof, 2010). Deze gronden komen voor waar een kleiafzetting over veen uitwigt, bijvoorbeeld door sedimentatie na overstromingen. De klei is meestal zwaar en kalkloos. Bij een dun kleidek zal de sloot een venige bodem hebben.

Drechtvaaggronden bestaan voor een groot deel van het profiel uit gerijpte kleigrond en vertonen hydromorfe kenmerken (roest). Ze hebben een kleidek van 40 – 80 cm op veen en komen voor op overgangen van klei (van de oeverwal) naar veen. Het gaat in PA om kalkloze klei. Volgens de toelichting bodemkaart (Harbers, 1981), komt in PA plaatselijk de variant met broekveen voor, dat beter doorlatend is dan zeggeveen. In PA liggen deze gronden in de noordwesthoek het dichtst bij de Lek. De doorlatendheid van de kleilaag boven op het veen is meestal gering; K-waarde³ van zeer dichte klei is 0,0005 m/dag. Klei in de bodem zorgt voor de aanwezigheid van bufferend vermogen vanwege de kationuitwisselingscapaciteit (CEC).

Het veen in PA bestaat volgens de bodemkaart uit zeggeveen, rietzeggeveen en mesotroof broekveen (toevoeging c in de bodemcode), waarbij zeggeveen vaak ontstaan is onder invloed van kwel. Broekveen bevat vaak nog duidelijke stukjes hout. De rulle samenstelling van broekveen zorgt dat dit wat beter doorlatend is. Het kleilig veen en/of venige klei zijn beide matig doorlaatbaar. Zeggeveen is juist slecht doorlatend. De K-waarde van ongerijpt veen is 0,01 m/dag (www.bodemrichtlijn.nl).

3.6 Cultuurhistorie

Voor 1100 n. Chr. was er nog geen sprake van bedijking en gereguleerde peilen. Het rivierengebied had een natuurlijke drainage en overstroomde regelmatig en er lag nog steeds een uitgestrekt veenmoeras. De mensen woonden op de hogere delen: donken, stroomruggen en oeverwallen. Vanaf ca. 1100 na Chr. worden de rivieren bedijkt om het moerasgebied te ontginnen, dit gebeurde met name tussen 1100 en 1400 n. Chr. In deze periode (13^{de} eeuw) wordt ook de Diefdijk aangelegd, de waterkerende dijk tussen Linge en de Lek (Boshoven, 2009).

³ K-waarde is vloeistofdoorlatendheid uitgedrukt in m/dag

Afwatering kon eerst nog natuurlijk via bijvoorbeeld de Zederik. De drainage die het gevolg was zorgde voor verdroging en daardoor voor sterke inklinking. Dit zorgde voor een relatieve waterspiegelstijging waardoor bemaling nodig werd. (Aggenbach en Jalink, 1992).

Om het overtollige water uit de omliggende polders op te vangen is in de 14^e eeuw de Zouweboezem ingericht. Eerst stroomde het water nog vrij af via de Oude Zederik naar de Lek (Provincie Zuid-Holland, 2014). De klink heeft er echter toe geleid dat de rivierstand ca. 1 m hoger kwam te liggen dan het gemiddelde polderpeil. Molens werden nodig om het water te kunnen afvoeren. De Lek veranderde van een drainerend systeem in een infiltrerende rivier (Jalink, 1996). Het boezemwater wordt nu gebruikt voor wateraanvoer vanuit de Merwede, via het Merwedekanaal (Provincie Zuid-Holland, 2014). Naast de gevolgen van peilverlagingen wordt bij Lexmond een, door de jaren heen groeiende, hoeveelheid diep grondwater onttrokken voor drinkwater. Ook dit zorgt voor een relatief lage grondwaterstand in de omgeving van Polder Achthoven (Aggenbach en Jalink, 1992).

De polders zijn ingepolderde laagveengebieden, ontgonnen middels de cope-ontginning: langgerekte, smalle percelen vanaf de ontginningsbasis (Groningen, 1989). Het oorspronkelijke laagveenmoeras (zeggenmoerassen en broekbossen) is door deze ontginningen ontwikkeld tot grasland, met een groot aandeel schrale hooilanden, gedomineerd door Pijpenstrootje, Blauwe zegge, Kruidig struisgras en Spaanse ruiter. Het waren blauwgraslanden die niet werden bemest en een keer per jaar (augustus of september) gemaaid. Ze zijn afhankelijk van een mesotrofe, neutraal tot zwakzure standplaats. In de winter stonden grote delen nog plas-dras of overstromden met oppervlaktewater. Hierdoor werd het neerslagoverschot oppervlakkig afgevoerd en de vorming van regenwaterlenzen voorkomen. Als er neerslagtekort was kon door capillaire opstijging of toestroming van grondwater het basencomplex aangerijkt worden. In holle percelen kon het regenwater niet goed afgevoerd worden en waren de omstandigheden zuurder, waardoor vegetaties als Kleine zeggengemeenschappen zich ontwikkelden met Gewone zegge, Moerasviooltje en Veenpluis (Jalink et al, 1996).

Met het verdwijnen van overstromingen en de komst van intensievere ontwatering(stechnieken), bemesting (kunstmest) en daarop volgende intensivering van de landbouw in de eerste helft van de 20^e eeuw, zijn schraalgraslanden uiteindelijk vrijwel geheel verdwenen. Met de komst van chemische onkruidbestrijding verdwenen nog meer schraalgraslandsoorten (Provincie Zuid-Holland, 2014).

Deze ontginningen en het landbouwkundig gebruik zorgde voor de huidige VER-problematiek en veranderingen in de sturende hydrologische processen. Dit leidde tot verandering in standplaatsfactoren en daarmee tot veranderingen in vegetaties (Jalink et al, 1996). Door verdroging zijn de winterwaterstanden van het oppervlaktewater zo laag geworden dat tijdelijke inundatie of plas/dras situaties niet meer optreden en het basenverzadigingscomplex niet meer aangerijkt wordt. Tevens zakt het grondwater in de zomer te diep weg door inzijging, omdat de relatieve ligging en waterpeil t.o.v. de omringende landbouwgronden hoog is. Bij ontwatering van veengrond treedt verder ook nog mineralisatie op waarbij nitraat vrijkomt en door sulfaatgerealteerd problematiek kan sprake zijn van interne eutrofiëring en verzuring. De bodem wordt hierdoor te voedselrijk voor blauwgrasland. 's Winters is de bodem vaak te droog, waardoor het vele regenwater in die periode diep de bodem intrekt in plaats van afstroomt, wat snelle verzuring te weeg kan brengen.

In Polder Achthoven wordt deze problematiek zo goed mogelijk ondervangen door de aangepaste interne waterpeilen en hooilandbeheer.

Historische ecologie

In de Vijfheerenlanden zijn op diverse verspreid liggende plekken nog relictten van blauwgrasland te vinden (Kerkhof, 2010). Deze relictten zijn beperkt tot het gebied waar waardveengronden liggen (mond. Mededeling van de heer D. Kerkhof), dus met een kleidek dat minder dan 40 cm dik is. Het is

niet bekend hoe de situatie in de Vijfheerenlanden was vóór 1940. Mogelijk kon zich een blauwgraslandachtig dotterbloemhooiland ontwikkelen op een kleidek van 15-40 cm dik, doordat de vegetatie consequent verschaald werd en er voldoende aanvoer van diasporen was vanuit nabijgelegen geschiktere, meer venige plekken (mond. Mededeling van de heer D. Kerkhof).

3.7 Actuele vegetatie

3.7.1 Inleiding

Voor het beschrijven van de actuele vegetaties zijn door ZHL opnamegegevens beschikbaar gesteld. Voor dit doel zijn opnames van 2006 tot en met 2012 gebruikt van graslanden, natte (vochtige) schraalgraslanden, sloten en afgegraven gronden. De begroeiing van de percelen is vrij homogeen. Verschillen zijn vooral zichtbaar bij greppels en oevers.

In 2010 is door D. Kerkhof een overzicht van de bestaande vegetatietypes gemaakt (Kerkhof, 2010). Deze gegevens zijn gebruikt voor de beschrijving van de actuele vegetatie.

3.7.2 Vegetatie

Witbolgraslanden en vossenstaartgraslanden

De meeste percelen in polder Achthoven bestaan uit witbolgraslanden en vossenstaartgraslanden. Dit betreft alle graslandpercelen behalve de percelen 3 en 4 (blauwgrasland), de afgegraven stroken van perceel 12 en 35 en de dotterbloemhooilanden 32, 33 en 34 (Kerkhof, 2010, Stichting ZHL, 2007). De meeste voedselrijkere graslanden zijn al tenminste 15 jaar in verschrallingsbeheer. Zij worden éénmaal per jaar gemaaid en nabeweïd. Enkele weides zijn standweides die niet bemest worden en er zijn weides die licht bemest worden in het weidevogelgebied.

Natte kamgrasweides

In Polder Achthoven komt een natte bloemrijke subassociatie voor van kamgrasweides: Subassociatie met moerasrolklaver (16Bc1B) die in dit overgangsgebied tussen rivierkleigrond naar veengrond meer gelijkenis toont met dotterbloemhooiland en blauwgrasland dan met de drogere kamgrasweides (16Bc). Deze natte subassociatie is een contactgemeenschap van Blauwgrasland (Schaminée et al, 1996).

Bij voortgezet verschrallingsbeheer zullen vossenstaartgraslanden zich kunnen ontwikkelen tot dotterbloemhooilanden en natte kamgrasweides (Kerkhof, 2010).

De kamgrasweiden komen voor op de percelen 4, 5, 24, 25 en 34. Niet alle percelen zijn echter geïnventariseerd na 2006.

Dotterbloemhooiland

In PA is het meest voorkomende type dotterbloemhooiland de associatie 16Ab4: de associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid. Hiervan komt de subassociatie met Zomprus (16Ab4A) voor in bodems met een vrij hoog lutumgehalte, dus de meest kleiige bodems. De subassociatie met Blauwe zegge (A6Ab4B) komt voor in veniger bodems en vertoont in dit gebied in perceel 3 en 4 een grote overeenkomst met Blauwgrasland (16Aa1) wat de aanwezigheid van kensoorten. In Polder Achthoven kan zich blauwgrasland ontwikkelen via deze subassociatie en er zijn ook lokale vegetatietypes onderscheiden die een tussenvorm zijn 16Ab4B en 16Aa1.

De dotterbloemhooilanden komen voor op de percelen 3, 4, 5, 25, 34, 37 en 39 en 40 (niet alle percelen zijn geïnventariseerd na 2006). In de drogere percelen komen de associaties voor in de oevers. Daarnaast komt zij voor op de afgegraven strook van perceel 12.

Blauwgrasland.

Een groot deel van de vegetatie van perceel 3a en perceel 4a bestaat uit blauwgrasland (Kerkhof, 2010, Provincie Zuid-Holland, 2014, Natura-2000 habitattypenkaart). Het is een vorm van blauwgrasland die overeenkomsten vertoont met dotterbloemhooiland en kleine zeggenmoerassen. De verwantschap van het in PA voorkomende blauwgrasland met dotterbloemhooiland van het type 16Ab4B is groot. Dit laatste is de associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid, subassociatie met Blauwe zegge. In Polder Achthoven komt Waterkruiskruid niet veel voor, maar wel komen in aanzienlijke bedekking voor de kensoorten van blauwgrasland: Spaanse ruiter en Blauwe zegge.

Habitattype blauwgrasland (H6410)

Het habitattype blauwgrasland wordt in het profielfdocument H6410 omschreven (profielfdocument Habitattype 'blauwgraslanden', 2008). De associaties die tot het habitattype gerekend worden zijn volgens de indeling van de VvN (Schaminee et al, 1996): de Associatie van Blauwgrasland (16Aa1, alle subassociaties) en de Veldrusassociatie (16Ab1), de meest voedselarme variant van dotterbloemhooilanden.

Kerkhof (2010) geeft aan dat de overeenkomst met 16Ab4B voortkomt uit de aanwezigheid van het mineraalrijke kleilaagje van 5-15 cm dat op de meeste plaatsen hier aan de oppervlakte ligt. Door de klei in de bodem is dit lokale type blauwgrasland minder gevoelig voor verzuring dan blauwgraslanden op pure veengronden. De meest voorkomende typering van de associatie van Blauwgrasland (16Aa1) in de Lage en Hoge Kikker is de typische subassociatie 16Aa1B. Blauwgrasland komt in verschillende landschapstypen voor, zoals duinen, beekdalen, veengebieden en klei-op-veengebieden. De typische subassociatie is de "meest gemiddelde" vorm van alle voorkomende subassociaties in Nederland. De associatie 16Ab1

(Veldrusassociatie) komt in Polder Achthoven niet voor. De kensoort Veldrus en de differentiërende soort Gevlekte orchis ontbreken (mondelinge mededeling van de heer D. Kerkhof).

Over de kwaliteit van het huidige blauwgrasland is in het concept beheerplan N2000 (Provincie Zuid-Holland, 2014) aangegeven dat in de periode 2005-2009 er een toename van de voedselrijkdom zichtbaar is op basis van de vegetatieontwikkeling. De Lage Kikker (perceel 3a) is sinds 2002 iets voedselrijker geworden en in de Hoge Kikker (perceel 4a) wijzen vegetatie-opnamen na 2000 juist op afname van de voedselrijkdom. Samengevat is gesteld dat de ontwikkeling van de vegetatie in het blauwgrasland van de Zouweboezem min of meer stabiel is gebleven sinds de jaren negentig, maar dat in de Lage Kikker er sprake is van een lichte verslechtering, terwijl in de Hoge Kikker de situatie iets lijkt te verbeteren (Provincie Zuid-Holland, 2014).

Sloten en oevers

In het onderzoeksgebied worden vooral gemeenschappen uit de Fonteinkruidenklasse aangetroffen. Ze komen voor in gebufferd water, niet te zout en niet te diep. In de geïsoleerde sloot tussen perceel 3 en 4 werd tussen 2006 en 2011 aangetroffen de associaties: 5Ba3, 5Bc5, 5Ca1. De associatie van Witte waterlelie en Gele plomp (5Ba3) komt in een brede range van waterkwaliteit voor. De Associatie van Waterviolier en Kransvederkruid (5Bc5) is vrijwel beperkt tot kwelplekken. Ze komt voor in matig voedselrijk en matig hard helder water. Waterviolier en Spits fonteinkruid zijn kensoorten op associatieniveau. De Associatie van Waterviolier en Sterrenkroos (5Ca1) komt voor op kwelplekken in sloten. En indiceert zoet en matig voedselrijk water en een matig fosfaatrijke bodem. Als het water voedselrijker wordt gaan Smalle waterpest, Haarfonteinkruid en Tenger fonteinkruid overheersen. De Rompgemeenschap van Tenger fonteinkruid (5Rg5) en Smalle waterpest (5Bc) is bij inventarisaties tussen 2006 en 2011 aangetroffen in de sloten tussen perceel 7 en 8 en tussen 24 en 25. Dit kan duiden op eutrofiërende effecten van ingelaten boezemwater.

Tijdens de inventarisaties uit 2013 voor dit onderzoek is de kwelindicator Waterviolier aangetroffen in de sloten 3/4, 4/5, 26/27 en 27/28. Dit zijn allemaal sloten die in meer of mindere mate geïsoleerd

zijn van het inlaatwater in PA. Zo werd bijvoorbeeld aan de ene kant van de dam wel waterviolier aangetroffen in 27/28 en aan de Molenweteringkant van de sloot niet.



Sloot 26/27: bloeiende Waterviolier op 3 april 2014.



Links van de dam: Molenwetering, rechts ervan: sloot 27/28.

4 RANDVOORWAARDEN VOOR BLAUWGRASLAND IN POLDER ACHTHOVEN

In hoofdstuk 3 is de ecohydrologie besproken van schraalgrasland in het overgangsgebied tussen het veenweide- en het rivierengebied. Samengevat zijn in Polder Achthoven de volgende sturende processen en randvoorwaarden van belang voor het ontwikkelen van blauwgrasland. Deze gegevens zijn gebaseerd op het Natura 2000-document Laagveenlandschap (Min. EZ, 2008).

- **Beschikbaarheid van nutriënten:** voedselarme of matig voedselrijke condities.: NO_3 (mg/l) tussen 1-2 en PO_4 (mg P/l) tussen 0.04 en 0.07 (Runhaar et al, 2009).
- **Goede waterkwaliteit:** ijzerrijk, zoet en sulfaatarm water. Aanvoer van basenrijk water en invloed van oppervlaktewater, regenwater en grondwater (kwel).
- **Peilregime:** permanent hoge waterstanden, met natuurlijke fluctuatie waarbij incidenteel sprake kan zijn van inundatie met (al dan niet opgestuwd) grondwater in combinatie met opstaand neerslagwater of schoon boezemwater. Dit zorgt voor aanvulling van het basencomplex. Voorwaarde is dat het water van voldoende kwaliteit is en dat het polderpeil zodanig is dat in het grootste deel van het jaar slechts lichte ontwatering optreedt. In de zomer moeten de grondwaterstanden wel op een natuurlijke manier kunnen uitzakken.
- **Beheer:** blauwgraslanden zijn halfnatuurlijke vegetaties die uitsluitend in stand gehouden worden door jaarlijks maaien en afvoeren en worden niet bemest.
- **Dispersie:** Vroeger werd maaisel en vee van perceel naar perceel verplaatst, waardoor diasporen werden verplaatst. Tegenwoordig zijn kleine restanten blauwgrasland geïsoleerd geraakt, zodat spontane vestiging van plantensoorten van blauwgrasland moeilijk is.

4.1 Ecologische randvoorwaarden voor ontwikkeling van blauwgrasland.

De standplaats is bepalend voor het vegetatietype dat zich ter plekke kan ontwikkelen. Door na te gaan welke ecologische randvoorwaarden gelden voor blauwgrasland, komen referenties beschikbaar voor omstandigheden die aanwezig moeten zijn op een standplaats om blauwgrasland te kunnen ontwikkelen.

Om te kunnen beoordelen of het habitatype H6410 (blauwgrasland) ontwikkeld kan worden dient vastgesteld te worden welke vegetatietypen volgens de Vegetatie van Nederland (VvN) (Schaminée et al, 1996) tot het habitatype gerekend worden. Het betreft 16Aa1: Blauwgrasland en 16Ab1: Veldrusassociatie. Van blauwgrasland zijn vier subassociaties omschreven, die elk net weer andere eisen stellen aan de standplaats.

Analyses in Turboveg van vegetatieopnames van de blauwgraslanden werden beschikbaar gesteld door ZHL, de heer D. Kerkhof. Uit deze analyses bleek dat de “typische” subassociatie (16Aa1B) het enige subtype is dat voorkomt sinds 2006. Bij analyses in Turboveg komt ook de Veldrusassociatie voor. De heer D. Kerkhof heeft als ecooloog 20 jaar de vegetatie-ontwikkelingen in Polder Achthoven gevolgd. Hij geeft aan dat het blauwgrasland dat voorkomt in Polder Achthoven een type is dat de overgangsligging van het gebied tussen het rivierengebied en het laagveengebied karakteriseert: een locale variant van blauwgrasland met een relatief hoog aantal soorten van dotterbloemhooiland en kleine zeggenmoerassen in de opnames. Met voortdurend verschrallingsbeheer kan uit de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid, subassociatie met Blauwe zegge (16Ab04B, een variant van dotterbloemhooiland) blauwgrasland ontwikkeld worden. De ecologische vereisten voor 16Ab4B zijn opgenomen in bijlage 15. Omdat dit geen habitatype is zijn de gegevens afkomstig uit Waternood-versie 3.

Met het programma Waternood en de database Ecologische Vereisten (waar gegevens van Waternood in worden gebruikt), zijn de ecologische randvoorwaarden vastgesteld voor ontwikkeling

van blauwgrasland (zie hoofdstuk 2: Methodes en werkwijzen). De randvoorwaarden zijn opgenomen in Tabel 2.

Tabel 2: Randvoorwaarden voor de associatie Blauwgrasland, typische subassociatie. (16Aa1B)

16Aa1B	Kernbereik (optimum)	Kernbereik in woorden	Aanvullend bereik	Aanvullend bereik in woorden
Zuurgraad (pH-H ₂ O)	5.0 – 6.5	Matig zuur tot zwak zuur	4.5 – 5.0	Matig zuur
Zuurgraad (pH-KCl)	4.1 – 6.1	Matig zuur tot zwak zuur	3.5 – 4.1	Matig zuur
Vochttoestand (GVG)	5-22 cm -mv	Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand 5 tot 22 cm onder maaiveld	-5 tot 5cm -mv 22 tot 30cm -mv	GVG van 5 cm boven maaiveld tot 30 cm onder maaiveld buiten het optimum
GLG			>50cm -mv	
zoutgehalte	<150mg Cl/l	Zeer zoet		
voedselrijkdom		Matig voedselarm tot licht voedselrijk		
Overstromings-tolerantie	nooit		incidenteel	
Voorwaarden voor goede kwaliteit		Zie toelichting hieronder		

Toelichting op tabel 2:

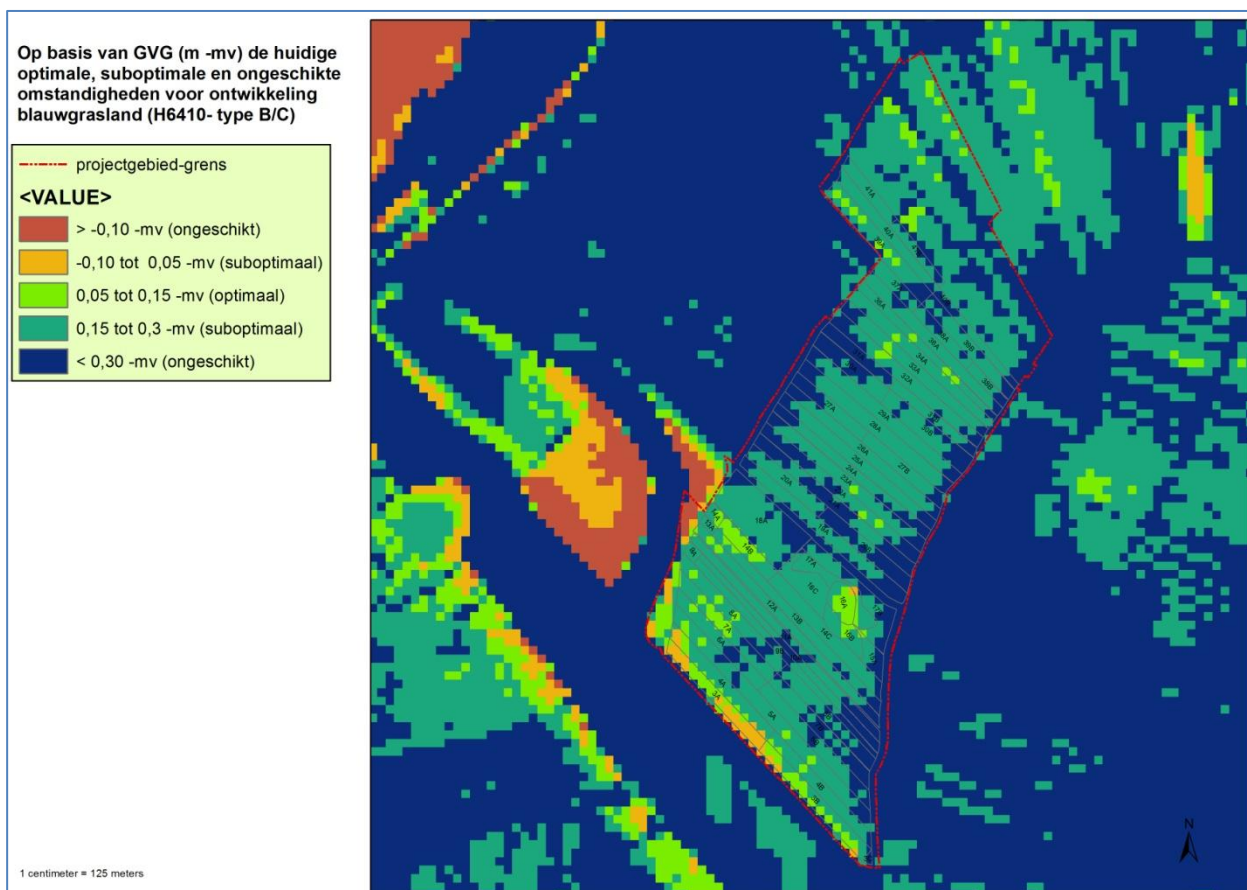
Voorwaarden voor goede kwaliteit is de aanwezigheid/toevoer van basenrijk water in de wortelzone als zuurbuffering. Dit kan door aanwezigheid van kwel of basenrijk grondwater, zuurbuffering door de klei-/veenbodem via kationuitwisseling of door inundatie met schoon basenrijk oppervlaktewater. Daarnaast is toepassing van verschalingsbeheer noodzakelijk.

Ten aanzien van de GLG noemt Waternood dat er voor H6410 geen optimale GLG omschreven is. De ondergrens wordt volgens expertoordeel voor veengronden geplaatst op een zomergrondwaterstand niet dieper dan 50 cm onder maaiveld i.v.m. mineralisatie van de veenbodem bij sterke ontwatering.

In polder Achthoven komt de Veldrusassociatie niet voor, dus de randvoorwaarden voor het habitatype “blauwgrasland” vallen in PA samen met die voor de associatie 16Aa1B: Blauwgrasland, typische subassociatie (zie tabel 2 hierboven). Van het Habitatype H6410 is de oppervlakte 16Aa1B dus kwalificerend. In Polder Achthoven vertoont het bestaande blauwgrasland overeenkomsten met de associatie 16Ab4B. Blauwgrasland kan ook ontstaan via een tussenfase van 16Ab4B. In bijlage 15 is de tabel met ecologische randvoorwaarden weergegeven voor de Associatie van Boterbloemen en Waterkruiskruid subassociatie met Blauwe zegge (16Ab04B). Uit de randvoorwaarden voor 16Ab4B (bijlage 15) blijkt dat het blauwgrasland dat in PA via 16Ab4B ontstaat, mogelijk aan de voedselrijke en natte zijde van het spectrum zit.

4.2 Huidige GVG is suboptimaal voor ontwikkeling van blauwgrasland.

Op basis van de huidige GVG is het grootste deel van polder Achthoven momenteel suboptimaal om blauwgrasland te ontwikkelen (zie Figuur 11).



Figuur 11: Indicatie van de huidige geschiktheid voor blauwgrasland in relatie tot GVG.

5 HABITATEISEN VAN WEIDEVOGELS IN POLDER ACHTHOVEN

Het weidevogelgebied in PA bevindt zich in de percelen 5 tot en met 9. Op de terreintypenkaart (bijlage 3) is dit gebied opgenomen als Weidevogelgrasland. Op de natuurbeheerkaart 2014 van de provincie Zuid-Holland zijn ze begrensd als Vochtig weidevogelgrasland (N13.01). In het N2000-beheerplan is het gebied aangegeven als belangrijk foerageergebied voor Purperreiger, Zwarte stern en Kraakeend (Provincie Zuid-Holland, 2014)

5.1 De weidevogelpopulatie van Polder Achthoven

Primaire weidevogels zijn vogels die voor hun voortplanting afhankelijk zijn van graslanden. (Van der Geld et al, 2013). Er komen zes soorten primaire weidevogels voor in Polder Achthoven: Grutto, Kievit, Tureluur en Scholekster (steltlopers), Slobeend en Kuifeend (eenden). Ook de Wilde eend is een primaire weidevogel, maar is niet geïnteriseerd in Polder Achthoven. ZHL richt zich met het beheer in Polder Achthoven op de steltlopers, omdat de eenden vooral broeden in het aangrenzende moeras- en boezemgebied de Zouweboezem.

Door SOVON is in 2002, 2007 en 2012 een inventarisatie uitgevoerd (Van Kleunen & De Nobel 2002; De Boer 2007,2012). In bijlagen 16a en 16b zijn de waargenomen territoria van deze weidevogels weergegeven. In bijlage 16 zijn de percelen aangegeven waar de weidevogels hun territoria hadden in 2007 en 2012. Bij de laatste inventarisatie uit 2012 zijn alleen territoria aangetroffen in het gebied van perceel 3 tot en met perceel 9. Deze percelen worden in dit rapport verder omschreven als het weidevogelgebied.

5.2 Actueel beheer van het weidevogelgebied

Het beheer en inrichting in Polder Achthoven is ook gericht op instandhouding van de weidevogelpopulatie. (Stichting Zuid-Hollands Landschap,2007; Provincie Zuid-Holland, 2014). Voor dit doel is perceel 7 gedeeltelijk afgegraven in het midden om in het voorjaar een natte en modderige bodem te creëren als fourageerplek voor kuikens. Perceel 7 is ook het perceel met de meeste weidevogelterritoria (zie bijlage 16).

Andere maatregelen zijn het kappen van een bomenrij op perceel 7 en een grote schietwilg op de Zederdijk om zoveel mogelijk openheid te creëren om predatie van roofvogels te voorkomen. In 2012 waren er 2 territoria van Buizerds in het midden en noorden van Polder Achthoven. Op 3 mei werd tijdens het veldonderzoek waargenomen dat een (bruine) Kiekendief Grutto's bedreigde. Vanaf perceel 7 vlogen ganzen op en verjoegen de roofvogel. Onderdeel van het beheer is de jaarlijkse (geringe) bemesting met ruige mest van perceel 7b en 8b.

De weidevogelpercelen maken deel uit van het zuidelijke "regengebied" in peilgebied Kikkert-Zuid (zie bijlage 4). Hier wordt het waterpeil door ZHL extra hoog gehouden in de winter zodat de weilanden nat tot vochtig zijn in het voorjaar. Dit dient dus zowel een flora- als faunadoel. De bodem is zo zacht genoeg voor weidevogels met een lange snavel, zoals Grutto en Tureluur om voedsel in de bodem te vinden. De kuikens zoeken in eerste instantie kleine insecten en spinnen in het gras en kunnen dan later ook evt. in de natte en/of zachte bodem zoeken naar bodemfauna. De maaitijden zijn laat en afgestemd op mozaïekbeheer met de omringende percelen. Beweiding is extensief.

5.3 Habitatieisen van de aanwezige weidevogels

In het recent verschenen boek “Weidevogels in een veranderend landschap” worden de habitatieisen van weidevogels nauwkeurig omschreven (Van der Geld et al, 2013). De gegevens uit deze paragraaf zijn gebaseerd op dit boek. De weidevogels worden in dit boek ingedeeld naar hun voorkeursbiotoop. De aanwezige weidevogels hebben voorkeursbiotopen die in grote lijnen aanwezig zijn in Polder Achthoven, zie Tabel 3.

Tabel 3: Voorkeursbiotopen primaire weidevogels in polder Achthoven

Voorkeursbiotoop van weidevogels	Kievit	Scholekster	Grutto	Tureluur
Laagblijvende natte/vochtige graslanden met zeer ijle open vegetatie en open plekken, zoals: -Blauwgrasland -Natte kruidenrijke en bloemrijke graslanden, zoals dotterbloemhooiland en kamgrasweide -Extensief beweide laagblijvend fioringrasland	x	x		
Vochtige kruidenrijke en bloemrijke hooilanden met een gemiddelde vegetatiehoogte van 10 tot 20 cm met een zachte bodem en een structuurrijke open vegetatie.	x	x	x	x
Natte reliëfrijske weilanden en hooilanden met een weke bodem, zoals: -Extensief beweide kamgrasweiland -Nat kruidenhooiland -Natte schraallanden	x			x

De Kievit en Scholekster worden vanwege hun biotoopvoorkeur ingedeeld in één groep. De Kievit heeft in de broed- en kuikenfase behoefte aan open terreinen met lage of ontbrekende vegetatie. Oorspronkelijk broedde de kievit in Nederland in het op grote schaal voorkomende blauwgrasland. Als de jongen konden vliegen werd er pas op weilanden gefoerageerd. De Scholekster is pas vanaf de jaren 30 in Nederland een weidevogel geworden. Daarvoor broedde de vogel aan de kust in kwelders. De nesten van Kievit en Scholekster liggen in lage vegetatie of op open plekken. De nesten van Grutto en Tureluur worden verborgen in dichte graspollen, vandaar dat structuurrijkdom van de vegetatie belangrijk is voor deze vogels.

Grutto en Tureluur worden ook ingedeeld in een weidevogelgroep. De grutto kwam in de jaren 50 zeer veel voor in het veenweidegebied. De grutto kiest voor wat drogere en iets voedselrijkere percelen. Door de lange poten kunnen Grutto en Tureluur makkelijker door wat hoger gras lopen. Het ideale grutto- en tureluurweiland is kleurrijk. De kuikens van Tureluur en Grutto's fourageren vooral in vochtige slootkanten en poelen waar de bodem zacht is.

5.4 Huidige kwaliteit van de weidevogelbiotopen

De biotopen in Polder Achthoven zijn in de huidige vorm zeker geschikt voor de vier weidevogels. Het zwaartepunt van de weidevogelpopulatie ligt in perceel 7. De gemiddelde grashoogte in dit perceel was halverwege mei, in een vroeg en warm voorjaar, ongeveer 35 cm. Dit is een vrij lange en dichte grasmat. De hoogte en dichtheid fluctueert echter per jaar en 2014 is een jaar met veel grasproductie. Mogelijk biedt wat hoger gras enige bescherming tegen roofvogels die drie meter boven het land vliegen op zoek naar kuikens.

In 2014 is de poel/verbrede sloot tussen perceel 7 en 8 hoofdzakelijk in gebruik door Grauwe ganzen. Er zijn daar zo'n 15 jonge Grauwe ganzen gezien. Alarmroepen zijn gehoord van één paar grutto's en tureluurs in het weidevogelgebied. In mei 2014 is predatie van gruttojongen waargenomen. Hoewel de huidige biotopen vrij optimaal zijn voor weidevogels zal een volgend vogelonderzoek duidelijk moeten maken of de populatie zich handhaaft naast de groeiende ganzenpopulatie in het gebied, die het gebied kaal kunnen grazen waardoor er minder dekking is voor de pullen.

5.5 Weidevogels en de ontwikkeling van nieuw blauwgrasland

Uit de gegevens van paragraaf 5.3 kan geconcludeerd worden dat in principe de aanwezigheid van blauwgrasland te midden van wat drogere en wat voedselrijkere percelen een zeer geschikte omgeving vormt voor weidevogels. Ontwikkeling van nieuw schraalgrasland door afgraven is wel een ingrijpende verandering in een, naar verhouding, klein weidevogelgebied. Afgegraven percelen hebben over het algemeen een aantal jaren nodig om weer een gesloten vegetatiedek te krijgen. Voor Kieviten en Scholeksters zal dit waarschijnlijk geen probleem te zijn, omdat zij de voorkeur geven aan percelen met open plekken. Van grutto's is bekend dat een groot deel ieder jaar terugkeert naar hetzelfde perceel. Dus zal een geplagd perceel betekenen dat zij moeten uitwijken naar andere percelen. De kans bestaat dat zij dan uit Polder Achthoven verdwijnen. Een ander risico van plagen is dat mogelijk overzomerende en broedende ganzen dit perceel intensief in gebruik gaan nemen, zoals zij dit momenteel ook doen op de plagoevers van de verbrede sloot tussen perceel 7 en 8. Hierdoor zouden de weidevogels territoria kunnen verliezen aan een groeiende ganzenpopulatie.

Samengevat is afgraven in het weidevogelgebied niet risicoloos. De grutto en de tureluur die afhankelijk zijn van wat hoger structuurrijk gras kunnen gaan verdwijnen uit het gebied in de eerste jaren na de afgravingswerkzaamheden.

Het lijkt daarom beter om, bij gelijke mogelijkheden voor afgraven elders, dit niet te doen in de percelen 4 tot en met 8 omdat daar de gruttoterritoria voorkomen. Als de geschikte percelen voor ontwikkeling van blauwgrasland zich bevinden in het weidevogelgebied dan zou perceel 7 het beste intact gelaten kunnen worden omdat dat perceel de hoogste dichtheid aan gruttoterritoria heeft.

6 RESULTATEN EN CONCLUSIES VAN HET BODEMONDERZOEK

Er zijn twee vormen van bodemonderzoek toegepast:

- de dikte van het kleidek is gemeten en de samenstelling van de bodem onder het kleidek beschreven als kleidek/venige klei/ kleiig veen/ veen.
- de bodem-pH is op verschillende dieptes tot 75 cm –mv gemeten.

De methodes zijn beschreven in hoofdstuk 2 Methodes en werkwijzen.

6.1 Resultaten van de grondboringen

De volledige resultaten van de grondboringen zijn weergegeven in bijlage 18. De boorgegevens uit 2008 zijn hierin ook opgenomen en afkomstig uit het Herstelplan Blauwgrasland Achthoven. (Kerkhof, 2010). De tabel is op kaart weergegeven in bijlage 17 met daarop de meetpunten en kleidekdiktes. De metingen uit 2008 en 2014 zijn hierin beide verwerkt.

6.1.1 Resultaten ten aanzien van de bodemsamenstelling

In 2003 en 2006 is waarschijnlijk ongeveer 40 cm afgegraven in de plagstroken van perceel 12 en 35. Bij perceel 12 is het volledige kleidek afgegraven. Bij perceel 35 is nog ongeveer 15 cm kleidek achtergebleven. Er wordt overal in het onderzoeksgebied een kleidek aangetroffen (afgezien van de twee plagstroken). De overgang van kleidek naar ondergrond was overal duidelijk zichtbaar door een plotselinge en sterke kleurwijziging. De beoordeling of het profiel onder het kleidek bestond uit venige klei, kleiig veen of veen was moeilijker vast te stellen net als het punt van overgang tussen de verschillende bodemlagen.

De dikte van het kleidek varieert. In het zuidelijk deel van PA is de dikte van het gemeten kleidek gemiddeld 36 cm (m.u.v. de afgegraven percelen) en in het noordelijk deel gemiddelde 46 cm. Dit past in het beeld dat de bodemkaart weergeeft. In het zuiden kVc (kleidek < 40 cm) en in het noorden gedeeltelijk Rv01C (kleidek tussen 40 en 80 cm dik) met veen in de ondergrond. Ook de samenstelling van de lagen onder het kleidek vertoont verschillen voor het noordelijk en zuidelijk deel van PA. Het zuidelijk deel is gemiddeld gezien wat weniger dan het noordelijk deel. Dit betekent dat in PA-zuid na afgraven gemiddeld een weniger bodem achterblijft.

6.1.2 Het bepalen van de optimale afgraafdiepte

In paragraaf 4 zijn de ecologische randvoorwaarden weergegeven voor blauwgrasland. De optimale GVG ligt tussen 5 en 22 cm –mv. Doordat de grondwaterstanden in de winter over het algemeen het hoogst zijn, zal het grondwater rond het maaiveld staan in de winter bij bovenstaande optimale GVG. Het is niet wenselijk dat 's winters de percelen blank staan. Uit onderzoek naar de effecten van inundatie met beïnvloed oppervlaktewater op venige bodems blijkt dat aangevoerde sulfaat kan zorgen voor problemen in de vorm van (interne) eutrofiëring en verzuring (Kemmers et al, 2004; Bobbink et al, 2012). Bij incidentele overschrijdingen (gemiddeld eens per ongeveer 10 jaar) van het maximumpeil zal inundatie optreden. Dit is in overeenstemming met een van de hydrologische vereisten van blauwgrasland in laagveengebieden: buffering door incidentele (kortdurende) inundaties met basenrijk oppervlaktewater (Kerkhof, 2010).

Door gebruik te maken van de winterpeilen om de afgraafdiepte te bepalen, kan voorkomen worden dat ongewenste inundatie zal optreden maar kan wel een zo hoog mogelijk grondwaterpeil bereikt

worden. Na de winter zakt in de regengebieden het extra hoge grondwaterpeil (vanwege het vastgehouden regenwater) langzaam terug tot (iets) lager dan de ingestelde waterpeilen van het waterschap. In de zomer zijn er daarom geen peilverschillen tussen de peilgebieden van het waterschap en die van ZHL (zie bijlage 8, peilgebieden van het waterschap, en bijlage 9, waarin de regengebieden van ZHL zijn weergegeven).

Er zijn behalve de winterpeilen nog twee factoren van belang voor de mogelijkheden om af te graven, namelijk de dikte van het huidige kleidek en de huidige maaiveldhoogte. Hieronder worden de drie factoren besproken.

De dikte van het kleidek

Randvoorwaarde voor de afgraafdiepte wordt gevormd door de eis van ZHL dat niet meer dan een dikte van 40 cm grond wordt afgegraven i.v.m. de kosten. De heer D. Kerkhof liet weten dat een gewenste blauwgraslandontwikkeling binnen ongeveer 15 jaar in dit gebied betekent dat de kleideklaag niet dikker dient te zijn dan rond 15 cm. Volgens de ervaring van de heer Kerkhof zit onder het huidige blauwgrasland nooit een kleilaag die dikker is dan 15 cm. Een afgraving van een jaar of tien geleden in Polder Autena onder Vianen bevestigt dit. Als in het resterend bodemprofiel meer dan 15 cm klei over is, bestaat het hooiland in zulke tichelterreinen altijd uit 16Ab4B. Bij dikkere kleideklagen is het niet zeker dat zich blauwgrasland zal ontwikkelen, maar er bestaan wel blauwgraslandrelicten in de Vijfheerenlanden op waardveengronden (zie paragraaf 3.6). Om binnen een termijn van 10-15 jaar nieuw blauwgrasland te hebben is het dus noodzakelijk dat na afgraven van maximaal 40 cm grond niet meer kleidek achterblijft dan 15 cm (Kerkhof, 2010).

Het winterpeil van het waterschap.

Afgraving zal plaats vinden om een hoger grondwaterpeil te bereiken t.o.v. het maaiveld (dus vernatting) en om basenrijker water in de wortelzone te krijgen. Om optimale grondwaterstanden te krijgen in de winter zonder ongecontroleerde inundatie, zal de afgraving uitgevoerd moeten worden tot net boven de hoogste grondwaterstand, dwz het winterpeil, mits het ingestelde peil in de praktijk gerealiseerd wordt. In PA worden waterschapspeilen gehanteerd, maar in de regengebieden bereikt ZHL in de winter hogere peilen door het regenwater vast te houden.

Uitgaande van afgraving van stroken langs open sloten is het winterpeil van het waterschap een geschikte afgraafdiepte, mits deze winterpeilen in de praktijk ook aanwezig zijn. In het noordelijk deel van PA is het winterpeil -0,15 m NAP. Voor het zuidelijk deel is dit -0,20 m NAP. Tijdens een gebiedsverkenning op 7 maart werd op de peilschalen in het gebied een peil afgelezen van -0,18 m NAP in het noordelijk deel, maar -0,32 m! NAP in het zuidelijk deel. Het zou te maken kunnen hebben met het feit dat 's winters geen water wordt ingelaten en de stroming in Polder Achthoven NW-ZO is, waarbij het water in de Molenwetering halverwege wordt tegengehouden door schotten. Bij hoog water verdwijnt het water dat over de schotten stroomt in de A-watgang die dwars door PA (maar hydrologisch gescheiden) loopt tussen perceel 18 en 19 (zie bijlage 9 stromingskaart). Mogelijk is ook de wegzijging in het zuidelijk deel sterker vanwege het grote peilverschil tussen de Alblasserwaard (ten westen van de Zouweboezem) en het zuidwesten van PA (zie Figuur 9 (kwelkaart) en bijlage 12 en bijlage 7 (AHN-kaart). Het lijkt daardoor mogelijk in het zuidelijk deel af te kunnen graven tot een diepte van zeker -0,25 m NAP zonder dat inundatie optreedt in de winter. In dit rapport wordt deze afgraafdiepte gehanteerd.



Peilschaal in de Molenwetering geeft -0,32 m NAP aan in PA-zuid op 7 maart 2014. Onder de houten brug stroomt de A-watergang, hydrologisch gescheiden van de Molenwetering.

Het winterpeil van ZHL in de regengebieden.

In bijlage 9 zijn de regengebieden aangegeven waarin ZHL 's winters het extra regenwater vasthoudt. De beheerder van PA, de heer R. Garskamp gaf aan dat het waterpeil in de regengebieden 's winters ongeveer 10 cm hoger staat dan het waterschapspeil. Dit betekent dat in de regengebieden 10 cm minder diep afgegraven kan worden dan in de percelen die in het waterschapsgebied liggen, er van uitgaande dat de regengebieden gehandhaafd blijven in de toekomst.

De maaiveldhoogtes in de percelen.

Hoe lager het maaiveld t.o.v. NAP hoe minder grond afgegraven kan worden. Het maaiveld varieert tussen percelen, maar ook binnen percelen. Door inzijing van slootwater in de randen van percelen drogen deze stroken in de zomer minder uit dan het midden van de percelen. Veenoxidatie treedt daardoor 's zomers vooral op in het midden van de percelen, die daardoor een holle vorm aannemen. Verschillen in de bodemsamenstelling tussen en binnen percelen vormen ook een oorzaak van verschillen in maaiveldhoogte, doordat het ene bodemtype meer inklinkt dan het andere. De maaiveldhoogte van een perceel is bepaald door op de locaties waar grondboringen zijn uitgevoerd (vastgelegd met GPS) een lokaal gemiddelde te bepalen met behulp van de digitale AHN-kaart. De lokale gemiddelden zijn daarna gebruikt om een gemiddelde per perceel te berekenen. Dit gemiddelde is voor alle percelen bepaald voor locaties die ongeveer 3 meter uit de slootrand liggen.

Rekening houdend met bovenstaande voorwaarden t.a.v waterpeilen, kleidekdikte en maaiveldhoogtes, is de optimale afgraafdiepte voor elk perceel berekend. In bijlage 18a zijn deze weergegeven voor PA-zuid en in bijlage 18b zijn deze weergegeven voor PA-noord.

6.1.3 Verschillen in geschiktheid van percelen

In de tabellen in bijlages 18a en 18b is de dikte van de resterende kleideklaag weergegeven na afgraving. Als deze dikker is dan 20 cm dan is dit aangegeven met oranje: blauwgrasland ontwikkelen is op korte termijn waarschijnlijk niet mogelijk en op langere termijn misschien wel mogelijk, maar niet zeker (zie paragraaf 3.6 onderdeel historische ecologie). Dunner dan 15 cm is groen in de tabel: wat bodemsamenstelling betreft lijkt blauwgraslandontwikkeling mogelijk binnen 15 jaar. Dit is overeenkomstig de ervaring met recente afgraafprojecten in de Vijfheerenlanden langs de Diefdijk en

Polder Autena (mondelinge mededeling D. Kerkhof). Een resterend kleidek tussen 15 en 20 cm is lichtgroen aangegeven, vanwege variatie in kleidekdiktes, maaiveldhoogtes en enige meetonnauwkeurigheid.

6.1.4 Conclusies en discussie n.a.v. de uitgevoerde grondboringen

Conclusies

Uit de tabellen in bijlage 18a en 18b blijkt dat er meer percelen in PA-zuid geschikt zijn om af te graven dan in PA-noord omdat een kleidikte grens van 15 cm is aangehouden en het kleidek in het zuidelijk deel gemiddeld 10 cm dunner is. De meest geschikte percelen zijn groen aangegeven in bijlage 18a 18b. De percelen in PA-zuid hebben gemiddeld een veniger bodem onder het kleidek dan de percelen in PA-noord.

Discussie

Op basis van de dikte van het kleidek zijn percelen in Polder Achthoven- zuid meer geschikt om af te graven dan percelen in PA-noord als op korte termijn blauwgrasland ontwikkeld dient te worden. Het is echter ook belangrijk om rekening te houden met de ondergrond onder het kleidek. Een kleiige bodem heeft enkele voordelen ten opzichte van een veenbodem.

Ten eerste is een kleiige bodem in de zomer minder gevoelig voor mineralisatie van organische stof, waardoor het risico op, of het effect van, eutrofiëring mogelijk minder groot is.

Ten tweede werd in Polder Achthoven ijzer aangetroffen bij de grondboringen. Minerale bodems en kleiige veenbodems zijn meestal rijk aan ijzerhydroxiden, waardoor de reductie van ijzerhydroxide in dit type bodems een grotere zuurbuftercapaciteit heeft dan in klei- of leemarme veenbodems. In die bodems is het gehalte ijzerhydroxide meestal lager, afhankelijk van de kwaliteit van het grondwater (www.natuurkennis.nl).

Het was niet zichtbaar of ijzer ook dieper in het profiel voorkwam. Volgens een bewoner van de polder smaakt het opgepompte grondwater sterk naar ijzer. Aangenomen wordt dat dit betekent dat de klei dieper in het profiel ook ijzer bevat. Bij aanwezigheid van ijzer is het risico op vrijkomen van fosfaten ook kleiner. Het alsnog rechtstreeks laten meten van fosfaatgehalte en ijzergehalte is dus belangrijk.

Ten derde hebben kleiige bodems meestal ook een grote kationuitwisselingscapaciteit (CEC) (Aggenbach en Jalink, 2005). Dit betekent dat die vorm van zuurbuftering sterk is bij kleibodems. Uiteraard is deze bron van zuurbuftering eindig en is het voorkomen van kwel, of het doordringen van de bodem met basenrijk water belangrijk. Aan deze situatie wordt voldaan bij voldoende hoge wintergrondwaterstanden waarbij basenhoudend/basenrijk (grond)water aanwezig is om het kationbuffersysteem regelmatig op te laden (Locher en de Bakker (red), 1990).

Door de hierboven genoemde eigenschappen van kleibodems kan het kansen bieden om ook af te graven in percelen met een kleidek dikker dan 15 cm. Door tot de maximale diepte (m.b.t. het polderpeil) af te graven is aan de voorwaarde van grondwaterkwantiteit wel voldaan. Het onderzoek naar grondwaterkwaliteit wordt beschreven in hoofdstuk 8.

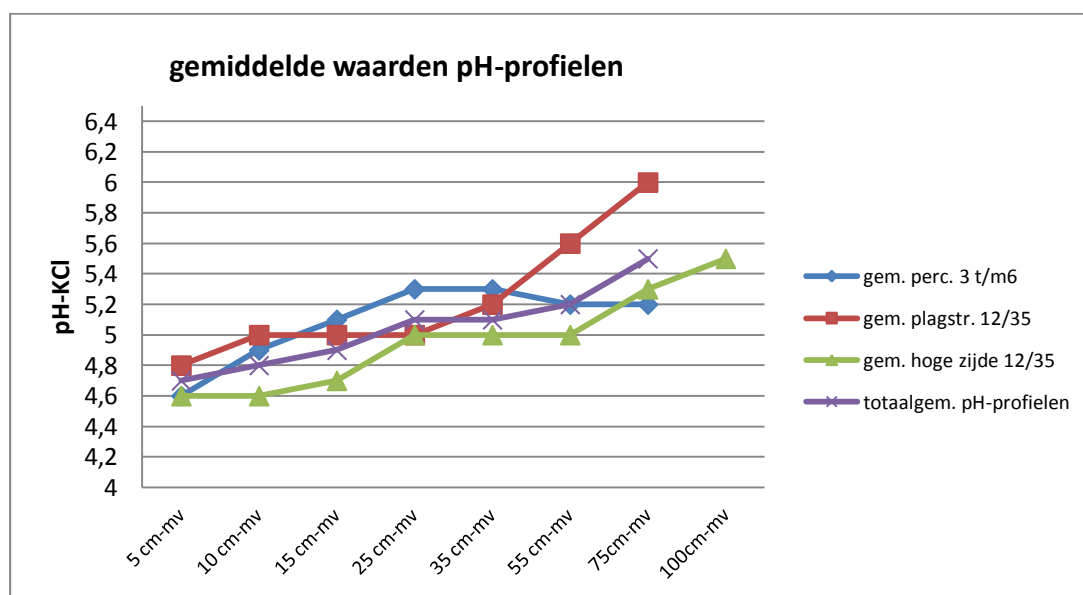
Weeda(2011) constateerde dat sloten met kleibodems voedselarmer water bevatten dan sloten met veenbodems. In Polder Achthoven zijn waarschijnlijk ook sloten aanwezig met kleiiger of veniger bodems, omdat er grote verschillen in kleigehalte werden aangetroffen onder het kleidek.

Voedselrijker water in sloten met veenbodems kan te maken hebben met interne eutrofiëring van veenbodems (Smolders et al, 2006). Voedselarmer water in sloten met een kleiige bodem kan te maken hebben met de aanwezigheid van ijzer in kleibodems. IJzer kan namelijk fosfaten in het water

binden (Smolders et al, 2006). Het verwijderen van ijzerhoudende grond bij plaggen kan een risico vormen voor interne eutrofiëring (Kemmers et al, 2000) als geen nieuwe kleihoudende lagen dagzomen na afgraven en/of nieuwe aanvoer van ijzer ontbreekt bij onvoldoende kwel van ijzerhoudend grondwater. In hoofdstuk 7.2 Indicatie door waterplanten wordt hierop teruggekomen. De percelen die relatief veel venige klei bevatten zijn misschien juist geschikt voor die langdurige ontwikkeloptie omdat kleibodems meer zuurbuffering bieden. Langdurig en systematisch verschrallingsbeheer is dan wel een vereiste. Voor deze langdurige optie komen vooral percelen in PA-noord in aanmerking. Hierop wordt teruggekomen in hoofdstuk 9: Synthese.

6.2 Resultaten PH-profielen

De gemeten bodem-pH's zijn weergegeven in bijlage 27. Van de gemeten bodem-pH's zijn een aantal uitkomsten gemiddeld en afgebeeld in grafieken om inzicht te geven in de waargenomen verschillen. In Figuur 12 hieronder zijn gemiddelde waarden weergegeven van de pH-profielen.



Figuur 12: Gemiddelde waarden van verschillende pH-profielen

Blauwgrasland komt optimaal voor bij een bodem-pH (pH-KCl) tussen 4,1 en 6,1 (zie H4). Het gemiddelde pH-profiel van alle gemeten profielen (de paarse lijn, gem. perc. 3 t/m 6) vormt een stijgende lijn. Dat wil zeggen dat de invloed van gebufferd grondwater lijkt groter te worden naarmate dieper in de bodem gemeten wordt.

De gemeten waarden vertonen een vergelijkbaar beeld met metingen voor pH-profielen bij andere onderzoeken in o.a. de Allemanskamp (Van Delft et al, 2007), het Wielrevelt (Van Delft et al, 2008) en de Oldematen (Kemmers et al, 2008).

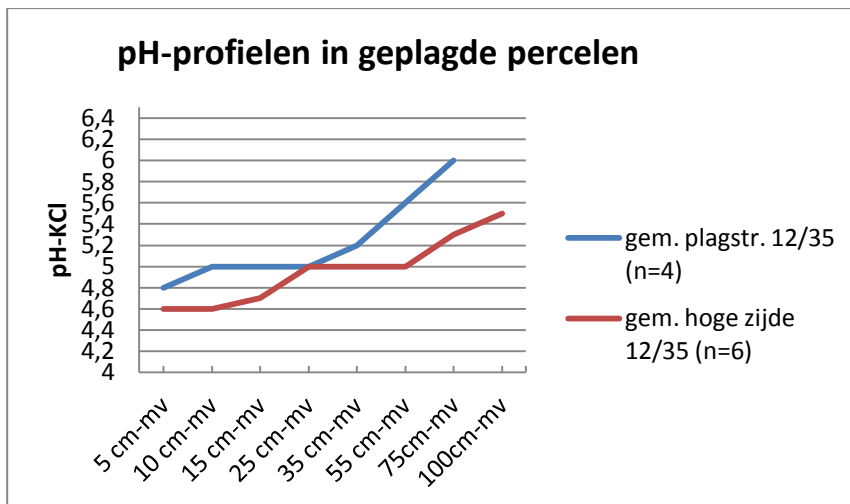
De locaties van de pH-profielen in PA waren zo gekozen dat de maximale variatie in het gebied zichtbaar zou worden. De gemiddelde standaarddeviatie van alle metingen (bijlage 27), is het kleinst in de eerste 10 cm bij alle metingen. Daar is duidelijk regenwaterinvloed. Vanaf 35 cm –mv beginnen de verschillen in bodem-pH's groter te worden op de verschillende locaties, ook al stijgen de gemiddelde waarden maar weinig.

Voor alle meetlocaties van de pH-profielen was het %Li bij de grondwatermetingen >10% (voor alle monsters geldt: Li >38%, zie bijlage 24). Op basis van de sleutel kan dat geïnterpreteerd worden als enige kwelinvloed in alle percelen. De typering van de pH-profielen op basis van de meetwaarden

van de bodem-pH's lijkt in Polder Achthoven een gevoeliger meetmethode om verschillen tussen percelen aan te geven. Daarom wordt de typering van de pH-profielen gebaseerd op de in het veld gemeten bodem-pH's.

6.2.1 De typering van pH-profielen van de geplagde percelen

De resultaten van de metingen in de percelen met plagstroken maken aannemelijk dat de stijging van de bodem-pH nog doorzet na 75 cm –mv. In Figuur 13 hieronder zijn de pH-profielen vergeleken van metingen in plagstroken t.o.v. een locatie daar vlak naast in het niet afgegraven deel van het perceel.



Figuur 13: pH-profielen in plagstroken

In deze figuur is het effect van afgraven te zien: hogere bodem-pH's komen hoger in het profiel voor. B.v. een bodem-pH van 5.4 komt in de plagoever voor bij ongeveer 45 cm –mv en in het niet-afgeplagde deel bij ongeveer 90 cm –mv.

Deze meetresultaten wijzen in de richting van een effect van kwel/gebufferd grondwater op de bodem-pH. In hoofdstuk 2 Methoden en werkwijzen is aangegeven dat het betekenisvol is om de profielen te typeren in de vorm van hydrotypen. Er zijn daar criteria voor weergegeven. Volgens deze sleutel voldoen beide gemiddelde pH-profielen aan de criteria voor kwel-/grondwaterinvloed, waarvan de pH-profielen van de plagstroken het duidelijkst. Volgens de criteria zouden de plagstroken geen regenwaterlens bevatten en de niet afgegraven delen wel. Dit betekent dat de pH-profielen in de plagstroken, gemiddeld gezien beschouwd kunnen worden als kwelprofielen. Volgens de meetgegevens in bijlage 27 geldt dit ook voor de plagstroken in perceel 12 en 35 als ze apart beschouwd worden.

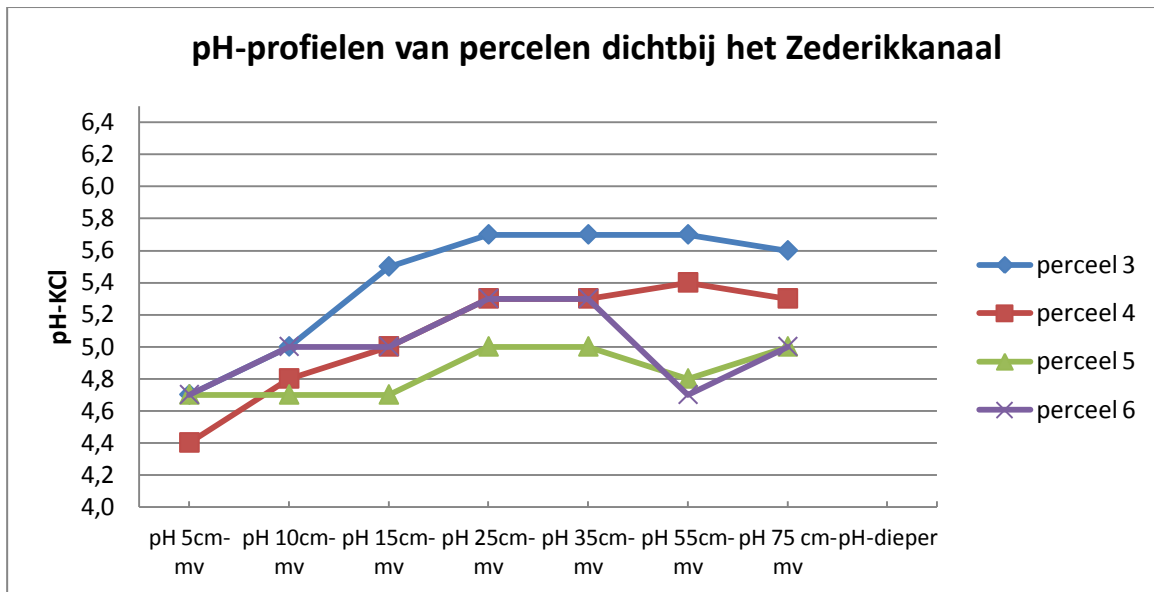
Is er sprake van kwelinvloed in de wortelzone of een mengwatertype in de plagstroken?

Om het onderscheid tussen een kwelprofiel en een mengwaterprofiel te kunnen vaststellen is de GLG nodig: als boven de laagste grondwaterspiegel kwelwaterinvloed meetbaar is, dan is sprake van een kwelwaterprofiel. In Polder Achthoven zijn de GLG's modelmatig berekend vanuit één meetpunt, en is niet duidelijk of de situatie na het afgraven van de percelen in 2003 en 2006 doorberekend is. De pH van 5,5 wordt gepasseerd op 50 cm diepte in de plagstroken. Volgens Aggenbach en Jalink (2005) is er bij bodems van klei en veen in diverse samenstellingen een capillaire opstijging naar de wortelzone over een diepte van 40cm. Bij een wortelzone van 30 cm onder maaiveld betekent dit invloed in de wortelzone van basenrijk grondwater op plagoevers bij een maximale diepte van het

grondwater van globaal 70 cm onder maaiveld. De plagoevers vallen gemiddeld daar ruim onder. Op de plagstroken is dus sprake van een pH-profiel dat aangeeft dat er kwelinvloed in de wortelzone is. De pH-profielen van de niet afgeplagde percelen tonen kwelinvloed, maar er is sprake van een diepe regenwaterlens.

De invloed van het Zederikkanaal.

In een raai vanaf het Zederikkanaal zijn de pH-profielen gemeten in perceel 3a tot en met 6a. In bijlage 27a zijn de locaties weergegeven. In Figuur 14 hieronder staan de meetwaarden in de verschillende percelen weergegeven.



Figuur 14: pH-profielen raai Zederikkanaal

Perceel 3 is het huidige blauwgrasland de Lage Kikker. Perceel 4 is het huidige blauwgrasland de Hoge Kikker. De maaiveldhoogtes zijn de volgende: perceel 3a: -15cm NAP, perceel 4a: 3 cm NAP, perceel 5a: 3 cm NAP en perceel 6a: 15 cm NAP.

Volgens de toegepaste sleutel is alleen in het pH-profiel van de Lage Kikker sprake van kwelwaterinvloed. De pH-profielen van de percelen 4,5 en 6 zijn infiltratieprofielen omdat de maximale pH-KCl niet hoger komt dan 5,5. De plagstrook van perceel 12 ligt op hetzelfde maaiveldniveau als perceel 3, de Lage Kikker. In perceel 12 loopt de bodem pH op tot gemiddeld 6,0. In de Lage Kikker (3) en de Hoge kikker (4) echter is de waarde van de diepste meting 5,6. De Lage en Hoge Kikker zijn de laatste jaren 's zomers soms te nat omdat de afvoer van slootwater en regenwater niet goed mogelijk is onder vrij verval (Kerkhof, 2010). Deze situatie zorgt ervoor dat de GLG relatief hoog in het profiel ligt. Door die slechte waterafvoer kan het infiltrerende regenwater meer gemengd raken met kwelwater. Het pH-profiel in perceel 3, moet momenteel getypeerd worden als een mengwaterprofiel.

Als de oppervlakkige waterafvoer 's zomers verbeterd wordt zou de verdunning van het grondwater in perceel 4 zoveel minder kunnen worden dat nog sprake is van een mengwaterprofiel ipv een infiltratieprofiel. De sloten vanaf perceel 4 zijn niet geïsoleerd zodat perceel 5 en 6 wel voldoende ontwaterd worden in de zomer, zodat de kwalificatie van infiltratieprofiel voor perceel 5 en 6 waarschijnlijk zal blijven na aanpassing van de regenwaterafvoer. Het lijkt er dus op dat de invloed van het Zederikkanaal niet verder reikt dan perceel 3. De waarden van de bodem-pH bevinden zich wel allemaal nog binnen de range van blauwgrasland.

6.2.2 Conclusies en discussie n.a.v. de getypeerde pH-profielen

Conclusie

Alle gemeten bodem-pH-waarden liggen binnen de range van blauwgrasland. In perceel 3, het huidige blauwgrasland grenzend aan de boezemkade van het Zederikkanaal, is sprake van een mengwaterprofiel. Kwelprofielen worden alleen aangetroffen in de afgegraven delen van percelen in PA. Het afgraven van percelen lijkt dus een goed middel om kwelinvloed in de wortelzone te krijgen. Dit is één van de voorwaarden voor ontwikkelen van Blauwgrasland. De invloed van kanaalkwel lijkt niet ver te reiken, dus het is niet essentieel dat blauwgraslandontwikkeling plaatsvindt zo dicht mogelijk bij het Zederikkanaal.

Discussie

Als de waterafvoer 's zomers verbeterd wordt in de huidige blauwgraslandpercelen zou de invloed van regenwater zoveel minder kunnen worden in perceel 4 dat nog sprake is van een mengwaterprofiel ipv een infiltratieprofiel. De sloten vanaf perceel 4 zijn niet geïsoleerd zodat perceel 5 en 6 wel ontwaterd worden in de zomer. De kwalificatie van infiltratieprofiel voor perceel 5 en 6 zal waarschijnlijk niet veranderen na aanpassing van de regenwaterafvoer in de percelen 3 en 4. Er zijn plannen van het waterschap om in de nabije toekomst de peilen aan te passen in de Zouweboezem en het Zederikkanaal. Het zomerpeil blijft ongewijzigd, maar het late winter- en voorjaarspeil gaat omhoog (mondelinge mededeling van de heer W. Reinink). De kweldruk aan de voet van de dijk wordt daardoor groter dan nu. Voor het huidige blauwgrasland kan dat een positief effect hebben in combinatie met een verbeterde waterafvoer in de zomer. Het zal waarschijnlijk een gunstig effect hebben om de verzuring van de percelen tegen te gaan. Of de situatie in de percelen 5 en 6 erdoor verbeterd wordt is nog een vraag.

Op basis van de huidige informatie en meetgegevens in het bodemonderzoek lijkt een verlaagd maaiveld en een dun of verwijderd kleidek het beste uitgangspunt voor ontwikkeling van blauwgrasland. Ligging in de nabijheid van het Zederikkanaal lijkt geen belangrijke rol te spelen. De samenstelling van de bodem onder het kleidek kan een rol spelen in het succes van afgraven in percelen. Een venige bodem kan gunstig zijn voor een snelle ontwikkeling van blauwgrasland, maar vormt ook een risico voor sulfaatgerelateerde problematiek. In het hoofdstuk synthese wordt hierop teruggekomen.

7 RESULTATEN EN CONCLUSIES OPPERVLAKTEWATERONDERZOEK

Over het algemeen bestaat oppervlaktewater uit water van verschillende herkomst: regenwater, grondwater, water dat dichtbij in de bodem is geïnfiltreerd, maar nog niet tot het grondwater is doorgedrongen en water dat van elders afkomstig is, bijvoorbeeld inlaatwater (Verdonschot en Loeb, 2008). De oppervlaktewaterkwaliteit is middels drie methoden bepaald: waterkwaliteitsparameter, IR-EGV diagram en indicatiewaarden van water- en oeverplanten. Verder zijn ook kwelverschijnselen in het veld vastgelegd. Dit is echter niet systematisch gedaan, dus indien er geen kwelverschijnselen vermeld worden wil dit niet zeggen dat ze er niet zijn. De methoden zijn beschreven in Hoofdstuk 2. In dit hoofdstuk worden resultaten, analyse en conclusie beschreven.

7.1 Oppervlaktewaterringen

7.1.1 Resultaten

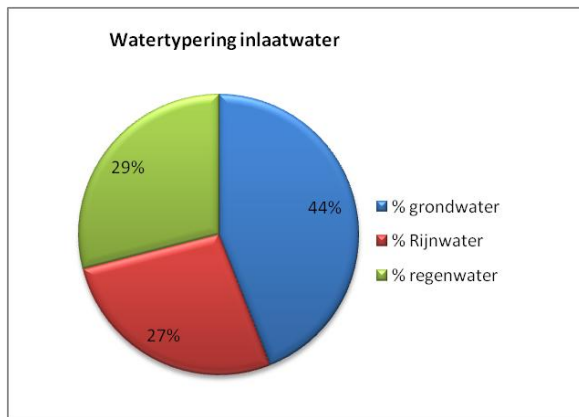
De resultaten van de oppervlaktewaterringen zijn opgenomen in bijlage 19. Hierin zijn ook de afgeleide bepalingen IR en de verwantschap met referentiewatertypen (Van Wirdum, 1991) opgenomen. Een ruimtelijke voorstelling van de resultaten staat vermeld in bijlages 21, 21a en 21b. Voor deze oppervlaktewaterringen zijn in het IR/EGV-diagram van van Wirdum de punten weergegeven in bijlage 20. De waterkwaliteit is op basis van waterkwaliteitsparameters, afgeleide bepalingen IR/EGV en watertypering volgens van Wirdum bepaald. De gebruikte referentiewaarden voor waterkwaliteit zijn opgenomen in bijlage 14.

7.1.2 Oppervlaktewatertypering

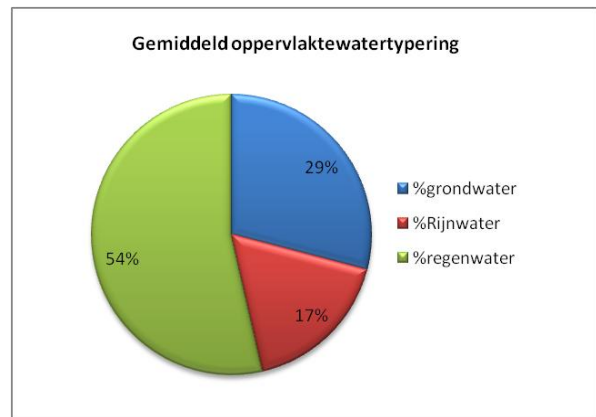
In Tabel 4 is de gemiddelde watertypering weergegeven van alle gemeten sloten in Polder Achthoven en van het inlaatwater in het voorjaar op basis van de metingen.

Tabel 4: Gemiddelde oppervlaktewatertypering

							Watertypering			
	pH	EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl^- (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	HCO_3^- (mmol/l = meq/l)	IR %	% grond- water	% Rijn- water	% regen- water	Classi- ficatie (bijlage 14)
Gemiddelde samenstelling oppervlaktewater (sloten) in PA op 2/3 mei 2014	7.1	391	39	54	2.1	72	29	17	54	C2
Samenstelling boezemwater/ inlaatwater op 2/3 mei	6.8	572	55	76	3.1	71	44	27	29	C3



Figuur 15: Inlaatwatertypering



Figuur 16: gemiddelde oppervlaktewatertypering

Gemiddelde oppervlaktewatertypering

De metingen zijn eenmalig, begin mei uitgevoerd. De metingen op 2/3 mei vormen een momentopname, maar kunnen als een indicatie voor een gemiddelde van de jaarrondsituatie beschouwd worden (zie H2 methoden).

Uit Tabel 4 en Figuur 16 blijkt dat begin mei het gemiddelde oppervlaktewater getypeerd kan worden als atmotroof water met lithotrofe invloeden. Het aandeel Rhl is lager, maar dit typeert het water wel als licht beïnvloed. De gemiddelde classificatie is licht beïnvloed basenhoudend water (C2). Als alleen het chloride-gehalte beschouwd wordt dan wijst dit voor oppervlaktewater op nauwelijks beïnvloed water, maar neigt het wel naar licht beïnvloed.

Het EGV is gemiddeld 392 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en ligt tussen LiAn en LiDu (zie Bijlage 19) in en geeft ook aanwijzingen voor grondwaterinvloed en beïnvloed water.

Het bicarbonaatgehalte is 2,1 mmol/l. Dit indiceert volgens Stuyfzand een middelmatig bufferend vermogen.

Met een pH van 7,1 is het oppervlaktewater als neutraal te typeren.

Het oppervlaktewater kan op basis van de gegevens ook 's winters getypeerd worden als atmotroof, omdat in mei het aandeel %regenwater nog >50% is en de invloed van regenwater in de winter waarschijnlijk groter is als gevolg van het neerslagoverschot in de winter en de instelling van de regengebieden. Vanaf het moment van de metingen wordt het warmer en zal water gaan verdampen en vindt er ook weer waterinlaat plaats.

Boezemwater-/inlaatwatertypering

Het inlaatwater heeft een grotere verwantschap met %grondwater en %Rijnwater (beïnvloed water) dan het gemiddelde slootwater in het gebied in mei (Figuur 15). Het is te typeren als matig beïnvloed basenhoudend water (C3), maar ligt nabij de grens met licht beïnvloed basenhoudend water. Als alleen naar chloride gekeken wordt, wijst dit ook op licht beïnvloed.

Het EGV van het inlaatwater is 573 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en ligt rond de waarde voor LiAn. Het is nutriëntrijker dan het gemiddelde oppervlaktewater.

Het bicarbonaatgehalte van 3,1 mmol/l indiceert volgens Stuyfzand ook een middelmatig bufferend vermogen. Dit valt in dezelfde range als het gemiddelde oppervlaktewater in PA.

De pH is 6,9 wat inhoudt dat het inlaatwater neutraal is.

Het inlaatwater is op basis van deze gegevens meer beïnvloed en daarmee waarschijnlijk nutriëntrijker dan het gemiddelde oppervlaktewater.

7.1.3 Het effect van verlengde aanvoerroute op oppervlaktewaterkwaliteit.

Een verlengde aanvoerroute is een met succes toegepaste methode om mesotroof oppervlaktewater te krijgen in een gebied, omdat tijdens de route voedingsstoffen uit het water worden opgenomen door water- en oeverplanten (Beltman en Barendregt, 2007). Op die manier kan de versturende invloed van te voedselrijk inlaatwater enigszins verzacht worden. Het EGV is een indirecte maat voor de voedingstoestand van het water, dus hoe lager het EGV is hoe minder voedselrijk. Ook in polder Achthoven wordt deze methode toegepast door het inlaatwater uit de Zederik eerst naar de Molenwetering te leiden en vandaar uit pas in alle sloten in te laten (zie kaart in bijlage 6).

De meetgegevens uit bijlage 19 worden zo weergegeven dat ze de afgelegde route van het ingelaten oppervlaktewater weerspiegelen in het noordelijk gebied (Tabel 5 en Figuur 17: perceel 24-37) en het zuidelijk gebied (Tabel 6 en Figuur 18: perceel 3-12).

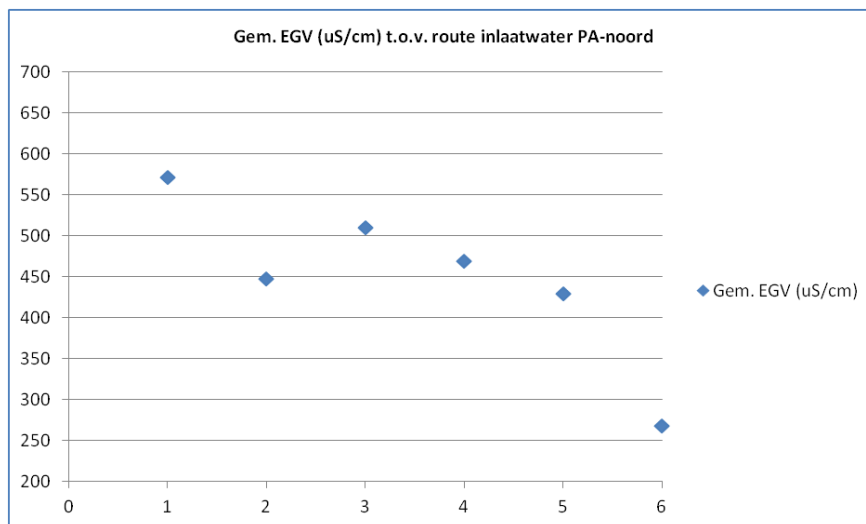
PA Noord

Het EGV van het inlaatwater bij het inlaatpunt is de hoogst gemeten EGV van het oppervlaktewater: 572 $\mu\text{S}/\text{cm}$. In het noordelijk deel van Achthoven wordt water ingelaten via sloot 25/26 en vervolgens wordt via de kopsloot aan de noordwestzijde van het gebied alle sloten voorzien van water. Deze sloten zijn allemaal afgedamd aan de zijde van de Molenwetering (behalve de dam in sloot 34/35 die op dit moment lek is).

Tabel 5: meetwaarden, afgeleide waarden en classificatie van oppervlaktewater in Polder Achthoven-noord

								Typering			Classificatie (bijlage 14)
	Aantal meetpunten	Gem. pH	Gem. EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Gem. Cl^- (mg/l)	Gem. Ca^{2+} (mg/l)	Gem. HCO_3^- (mmol/l)	IR (%)	% grondwater	% Rijnwater	% regenwater	
1: Hoofdinlaatwater	1	6.8	572	55	76	3.1	71	44	27	29	C3
2: Molenwetering	1	7.0	448	52	64	2.5	68	31	23	46	C3
3: Inlaatsloot 25/26	2	8.1	511	53	70	2.8	70	39	24	38	C2
4: Kopsloot	1	6.8	470	54	58	2.1	63	29	26	45	C3
5: NW-uiteinde afgedamde sloten	4	7.4	430	55	55	2.2	64	24	24	52	B2
<u>Stand.dev.</u>		<u>0.5</u>	<u>38</u>	<u>4.6</u>	<u>6.2</u>	<u>0.3</u>	<u>2</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	
6: ZO-uiteinde (damkant) afgedamde sloten	4	6.9	268	27	38	1.3	75	18	11	71	B2
<u>Stand.dev.</u>		<u>0.2</u>	<u>127</u>	<u>22</u>	<u>12</u>	<u>0.3</u>	<u>14</u>	<u>9</u>	<u>11</u>	<u>15</u>	

De resultaten wijzen in de richting hoger aandeel %regenwater aan het eind van de stromingsroute in PA-Noord, met name zichtbaar aan in selectie 6 ZO-uiteinde (damkant:: minder invloed van inlaatwater en meer invloed van regenwater. Uit de tabel blijkt ook een afnemende ionenrijkdom (en daarmee trofiegraad (EGV; Figuur 17), basenrijkdom en alkaliniteit van het oppervlaktewater naarmate het water verder in het gebied doordringt en daarbij ook meer gemengd wordt met regenwater. Kanttekening is de hoge standaarddeviatie voor de metingen en het geringe aantal



Figuur 17: verandering in EGV tov route inlaatwater

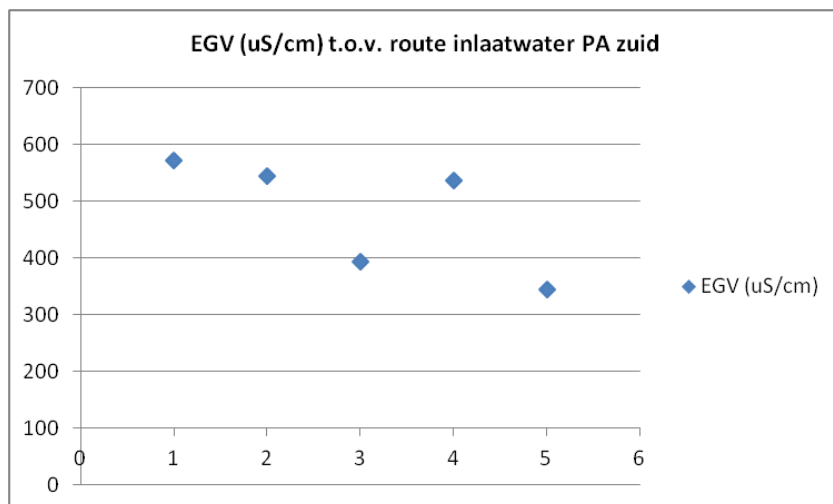
metingen aan, met name, de ZO-kant (damkant), daarom kan er alleen voorzichtig worden aangegeven dat er verschillen zijn. Zie verder hoofdstuk 8, paragraaf 8.1.2.

PA zuid

De stroming van oppervlaktewater in het zuidelijk deel van PA verloopt anders dan in het noordelijk deel. Een aantal sloten is aan beide zijden afgedamd en ontvangt vanuit het midden inlaatwater, dat eerder vanaf de Molenwetering al een verlengde weg heeft afgelegd om minder eutroof te worden. De percelen in de Hoge, Lage en Ruige Kikker, waarin zich het huidige blauwgrasland bevindt, worden omgeven door geïsoleerde sloten die alleen gevoed worden met regenwater en grondwater of lokale kwel uit het boezemkanaal.

Tabel 6: gemeten en afgeleide waarden en classificatie van oppervlaktewater in Polder Achthoven-Zuid

	Aantal meet-punten	gem. pH	EGV (μS/cm)	Cl ⁻ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	IR (%)	Typering			Classificatie (bijlage 14)
								%Grondwater	%Rijnwater	%Regenwater	
1: Hoofd-inlaatwater	1	6.8	572	55	76	3.1	71	44	27	29	C3
2: Transportsloot (11/12) tussen hoofdinlaat en Molenwetering	2	6.8	545	51	70	3.0	71	44	25	31	C3
3: Molenwetering	1	7.8	394	38	58	2.4	73	33	15	52	C2
4: Inlaatsloot zuidelijk regenbied (10/11)	2	7.3	537	51	71	3.0	71	43	24	34	C3
5: Dichte sloten (8/9 tot en met 4/5) o.i.v. inlaatwater	7	7.0	346	28	50	2.0	76	30	12	58	C2
Geïsoleerde sloot tussen Hoge en Lage Kikker (3/4)	2	6.9	211	21	35	1.2	75	17	6	77	B1
Geïsoleerde sloot (dijk/3)	2	7.0	380	39	46	2.2	68	25	19	57	C2



Figuur 18: Verandering in EGV tov. route inlaatwater

In Tabel 6 zijn de resultaten weergegeven voor PA-zuid, waarbij van boven naar beneden in de tabel de afgelegde weg van het water door het gebied is weergegeven. Verder zijn in deze tabel de waarden van de geïsoleerde sloten weergegeven rond het huidige blauwgrasland.

Ook voor het zuidelijk deel wijzen de resultaten in de richting van een afnemende ionenrijkdom (en daarmee trofiegraad (EGV; zie ook Figuur 18)), basenrijkdom en alkaliniteit van het water naarmate de afgelegde weg door het gebied langer is en dit ook meer gemengd wordt met regenwater.

Kwelinvloed

Door wat meer op de individuele sloten in te zoomen wordt gekeken of er aanwijzingen zijn voor kwelinvloed in het oppervlaktewater. Aanwijzingen hiervoor zijn hoge Cl^- en Ca^{2+} gehalten. Hoge Cl^- gehalten kunnen wijzen op rivier- of boezemkwel, maar uiteraard ook op effecten van het inlaatwater. Indien de gevonden waarden hoger zijn dan die van het inlaatwater of aan het einde van de af te leggen weg nog hoog zijn en afwijken van de andere meetwaarden kan dit mogelijk duiden op rivierkwel. Hoge Ca^{2+} -gehalten kunnen wijzen op diepere oudere kwel, maar kunnen ook het gevolg zijn bodemprocessen. Oppervlaktewater kan daarnaast ook beïnvloed worden door effecten van (voormalige) bemesting. Het is dus moeilijk om de meetgegevens eenduidig te koppelen aan af- of aanwezigheid van kwel.

Alleen de afgedamde sloot 28/29 aan NW-kant in PA-noord laat een Cl^- -gehalte zien (60 mg/l) dat net iets hoger is dan dat van het inlaatwater (55 mg/L), maar ze vallen in dezelfde typering: matig beïnvloed.

De sloot die grenst aan de boezem (3/dijk) heeft geen hoger Cl^- -gehalte dan boezemwater, maar wel hoger dan sloot 3/4. Dit duidt waarschijnlijk op boezemkwel, zoals eerder aangegeven.

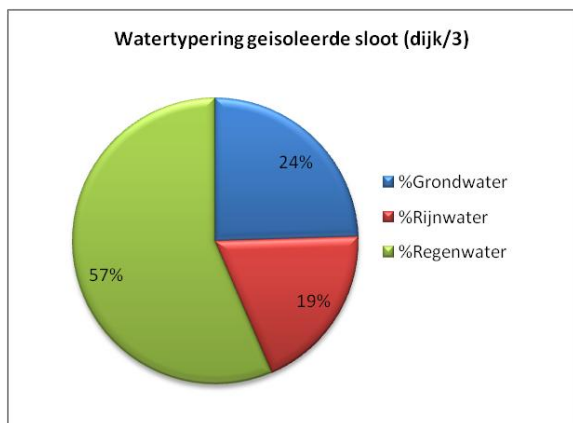
Alle Ca^{2+} -gehalten liggen onder die van het inlaatwater (76 mg/l). Op basis van de gevonden waarden voor oppervlaktewater kan geen eenduidige uitspraak gedaan worden over het voorkomen van rivier- of boezemkwel die in oppervlaktewater tot uiting komt, uitgezonderd sloot 3/dijk.

Watertypering van het geïsoleerde gebied: perceel 3 en 4

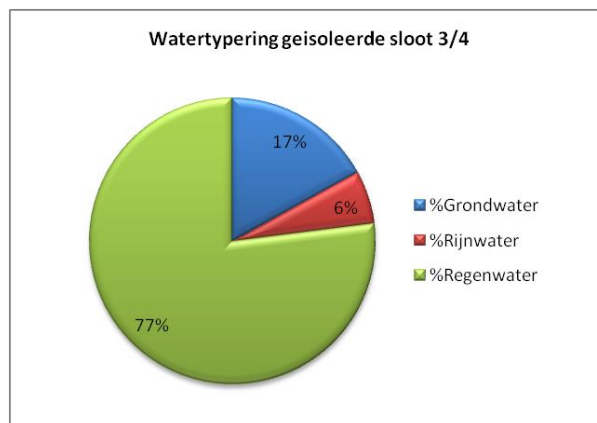
Het isoleren van het water wordt gedaan om de invloed van inlaatwater te verminderen.

Het water in de geïsoleerde sloot tussen perceel 3 (blauwgrasland Lage Kikker) en de voet van de boezemdijk heeft de meeste verwantschap met %regenwater, alhoewel ook nog grondwaterinvloed en rijwaterinvloed aanwezig zijn (Figuur 20). Het is geclassificeerd als licht beïnvloed basenhoudend

water (C2). De sloot 3/4 heeft nog meer verwantschap met regenwater en minder rijwaterinvloed (Figuur 19). Ook de verwantschap met grondwater is afgenomen. Het wordt geclassificeerd als schoon, basenarm water (B1). Het EGV is hier ook lager, wat wijst in de richting van een lagere trofiegraad. In sloot 3 lijkt de invloed van het boezemwater door kwel (licht beïnvloed) meer tot uiting te komen in vergelijking met sloot 3/4. Ook het EGV is wat hoger in sloot 3. De waarden voor chloride liggen voor beide sloten binnen de range van 'nauwelijks beïnvloed', alhoewel sloot 3 wel de grens nadert van licht beïnvloed water, wat ook op lokale kwel kan duiden. Verder is in sloot 3/4 aan de NW-kant Waterviolier aangetroffen, een kwelindicator, maar met de gevonden parameters kan dit niet direct onderbouwd worden.



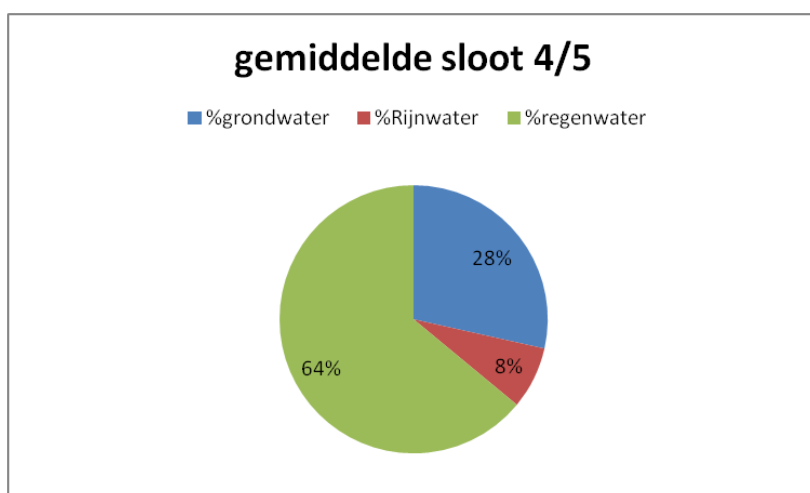
Figuur 20: Watertypering sloot 3/dijk



Figuur 19: watertypering sloot 3/4

Vergelijking van sloot 4/5 met de geïsoleerde sloten 3/4 en 3/dijk

Sloot 4/5 is de sloot die grenst aan het geïsoleerde gebied. Het inlaatwater heeft in deze sloot de langste afstand afgelegd vanaf het inlaatpunt. Het is de schoonste sloot van het zuidelijk regengebied.



Figuur 21: watertypering sloot 4/5

Het water komt qua samenstelling redelijk overeen met sloot 3/dijk, ook wat EGV betreft, maar met minder beïnvloed water (Figuur 21). Het wordt geclassificeerd als schoon, basenhoudend water (C2). Als alleen naar Cl⁻ gekeken wordt dan wordt het water als nauwelijks beïnvloed getypeerd. Voor sloot 3/dijk lijkt het dus dat de lokale kwel onder de Zederikdijk zorgt voor meer beïnvloeding dan datzelfde water dat een lange weg door het zuidelijk gebied heeft afgelegd.

Sloot 3/4 is geclassificeerd als schoon, basenarm water (B1), met aandeel %regenwater van 77%, waardoor het weinig calcium en bicarbonaat bevat, in elk geval minder dan sloot 4/5 die tevens nog voor 28% overeenkomt met %grondwater. Dit regenwater kan in sloot 3/4 niet afgevoerd worden, behalve via inzijging.

Het belangrijkste voor blauwgrasland is dat schoon en bijvoorkeur basenhoudend water de percelen binnendringt en dat lukt alleen in de zone langs sloot 4/5. Het is dus de vraag of het gunstig is om de sloten rond het blauwgrasland te isoleren, omdat er nu licht beïnvloed basenhoudend (sloot 3/dijk) en schoon, basenarm water (sloot 3/4) water zijdelings intrekt in de blauwgraslandpercelen. Dit water kan bovendien niet wegstromen, wat tot beïnvloeding en verzuring (%atmotroof water is hoog) kan gaan leiden. Sinds vorig jaar is er wel een mogelijkheid gekomen om 's zomers water overtollig water te lozen op de Molenwetering.

7.1.4 Geschiktheid van oppervlaktewater voor blauwgrasland

's Zomers, als het grondwaterpeil gaat zakken, kan aanvulling van bodemvocht en grondwater plaats vinden vanuit de sloten. Percelen hebben vaak een hol maaiveld en holle grondwaterstand, omdat het grondwater midden in het perceel dieper wegzakt dan langs de slootkanten. Hierdoor zijn de percelen in het midden meer ingeklonken dan aan de randen. De kwaliteit van het inzijgende slootwater moet dus passend zijn voor blauwgrasland.

Oppervlaktewater wordt ook wel gebruikt om verzuurd schraalgrasland te inunderen. Dit in het kader van herstelmaatregelen. Ook in die situaties is de waterkwaliteit belangrijk. Het grote probleem van inundatie met sulfaat- en fosfaatrijk oppervlaktewater is het optreden van interne eutrofiëring, waardoor het systeem uit balans raakt en de vegetatie snel in kwaliteit achteruit gaat door vermisting vanwege vrijgekomen fosfaat, snelle verzuring door pyrietoxidatie en de vorming van sulfide, een giftige stof voor planten (Runhaar et al, 2000; Kerkhof, 2006; Smolders et al, 2006; Kemmers et al, 2004).

Schoon en basenhoudend oppervlaktewater is dus een belangrijke factor. Bij de oppervlaktewatermetingen blijkt dat er verschillen zijn tussen de individuele sloten in PA, wat dus een verschillend effect kan hebben op de zones waarin het oppervlaktewater binnendringt. Ook voor mogelijke toekomstige inundaties zijn deze verschillen relevant.

Het oppervlaktewater moet aan een aantal eisen voldoen voor blauwgrasland:

- a- Zorgen voor zuurbuffering door het aanwezige bicarbonaat, maar geen overmaat bicarbonaat bevatten, omdat dit de mineralisatiesnelheid van het veen bevordert met nitraatvorming en dus eutrofiëring als gevolg.
- b- Het moet basenhoudend/basenrijk zijn, dwz o.a. calciumionen bevatten, om verzuring tegen te gaan via het mechanisme van kationuitwisseling aan het adsorptiecomplex.
- c- Het moet schoon zijn, dwz niet te hoge gehalten aan chloride en sulfaat bevatten.
- d- Het moet niet te voedselrijk zijn, dus weinig fosfaten en nitraten bevatten.

Hieronder is puntsgewijs nagegaan of het oppervlaktewater per individuele sloot aan alle eisen voldoet.

A: Alkaliniteit

Bij pH-waarden < 8 van het water is het vooral de concentratie bicarbonaat (HCO_3^-) die bepalend is voor de alkaliniteit (Pot en Schippers, 2000). Om versnelde veenafbraak te voorkomen door een te hoge alkaliniteit lijkt het aannemelijk dat de HCO_3^- concentratie van het oppervlaktewater niet hoger mag zijn dan de gemiddelde waarde van het grondwater niet al te diep onder de wortelzone, zodat het systeem niet beïnvloed wordt (eigen interpretatie). Onzeker is alleen of die concentratie van HCO_3^- in het grondwater niet ook al het gevolg is van interne eutrofiëring. De ontwikkeling in de experimentele plagstrook in perceel 12 vertoont na 7 jaar geen duidelijke tekenen van interne eutrofiëring (verruiging/ verzuring), dus de gemiddelde waarde van het grondwater lijkt een veilige concentratie.

In hoofdstuk 8 en bijlage 24 zijn de resultaten van grondwateronderzoek uitgewerkt. Uit die resultaten blijkt dat de gemiddelde waarde voor HCO_3^- in PA in het grondwater 50- 70 cm onder maaiveld 3.3 mmol/l is.

In Pot en Schippers (2000) worden referentiewaarden gegeven voor bicarbonaatgehalten in diverse soorten oppervlaktewater (voor slootvegetaties). Als de waarden binnen deze range ligt kan het een extra bevestiging zijn dat het om normale waarden gaat.

- Pot en Schippers (2000): Zoete sloten: < 3.3 mmol/l.

Er zijn bij de metingen geen hogere waardes dan 3.3 mmol/l aangetroffen. Er lijken dus in de regengebieden en niet-gedamde sloten geen beperkingen wat alkaliniteit betreft. Alle sloten in PA lijken dus, wat alkaliniteit betreft, geschikt om te kunnen fungeren als inzijgend water vanuit sloten of evt. watervoerende greppels ten behoeve van blauwgraslandontwikkeling.

B: Basenrijkdom

De basenrijkdom van het oppervlaktewater in polder Achthoven wordt getypeerd op basis van het aandeel lithotroof water in de Driehoek van Van Wirdum (zie bijlage 19). Op basis van watertypering is geen basenrijk oppervlaktewater gevonden in PA, maar maximaal basenhoudend. Het basenhoudend water bevindt zich in PA-zuid. In PA-noord bevatten de afgedamde sloten basenarm water. Alleen de inlaatsloot, sloot 25/26, de molenwetering en de kopsloot in PA-noord zijn (matig beïnvloed) basenhoudend.

Als alleen basenhoudende sloten geaccepteerd worden voldoen de volgende meetpunten: 2, 9, 21, 22, 23, 27, 29, 30 en 31.

Bijbehorende sloten:

3/dijk, 4/5, 6/7, 7/8, 24/25, 37/39 en Molenwetering.

C: Chloride-gehalte en sulfaatgehalte.

Chloride en sulfaat zijn beide een indicatie voor de mate van vervuiling.

Sulfaat:

Het sulfaatgehalte van het slootwater is niet gemeten in dit onderzoek. Via indicatiewaarden van planten is getracht een schatting te maken van de gehalten. Zie hiervoor hoofdstuk 7.2. Uit het N2000-beheerplan zijn gegevens bekend over waterkwaliteit van het boezemwater/ inlaatwater (Provincie Zuid-Holland, 2014). Daaruit blijkt dat het inlaatwater, wat sulfaat betreft, getypeerd kan worden als licht beïnvloed. De sulfaatconcentratie in 2011 was 45 mg/l (zie Bijlage 11 en paragraaf 4.3). Voor blauwgrasland is schoon, onbeïnvloed oppervlaktewater nodig. Dat betekent een

concentratie $\text{SO}_4 < 15\text{mg/l}$. Het inlaatwater voldoet dus niet aan de norm. In paragraaf 7.2 staan de geïndiceerde waarden van waterplanten.

Het effect de verlengde aanvoerroute zal, op basis van de gevonden afnemende waarden van de andere parameters, ook voor sulfaat betekenen dat dit kan afnemen. Echter, of dit daarmee binnen de benodigde waarden komt te liggen is niet te concluderen. Om dit te kunnen vaststellen is vervolgonderzoek nodig.

Chloride:

In paragraaf 4.1 is aangegeven dat blauwgrasland zich kan ontwikkelen bij $\text{Cl}^- < 150\text{ mg/l}$, d.w.z. dat grond- en oppervlaktewater zoet moeten zijn. Waarden boven de 150 mg/l worden getypeerd als zoet/brak. Alle sloten in PA voldoen aan deze voorwaarde en zijn wat het chloridegehalte betreft dus geschikt.

Het oppervlaktewater dient zo schoon mogelijk zijn. Hiervoor worden de referentiewaarden voor $\text{Cl}^- < 12\text{ mg/l}$ en %Rijnwater $< 10\%$ aangehouden voor de gehele sloot, dus zowel NW als ZO moet voldoen. Voor de situatie in mei betekent dat geen enkele sloot hieraan voldoet.

Als nauwelijks beïnvloed water wordt geaccepteerd voldoen de volgende sloten indien zowel NW als ZO voldoen:

- 3/4; 4/5 en 6/7, allen in PA-zuid, en dwarssloot 32-35

D: Trofiegraad (PA-noord en -zuid).

Om eutrofiëring van blauwgrasland tegen te gaan moet het oppervlaktewater (in contact met blauwgrasland via inzijging of inundatie) mesotroof zijn. Dat wil zeggen dat de fosfaat- en nitraatgehaltes niet te hoog mogen zijn. Hoe hoog is niet makkelijk aan te geven want het hangt af van de capaciteit van de bodem om fosfaat vast te leggen, wat in dit onderzoek niet onderzocht is. Om veilig te zijn dient het water een zo laag mogelijke fosfaat- en nitraat gehalte te bevatten. Deze waarden zijn niet direct gemeten in dit onderzoek, maar via indicatie van waterplanten wordt een indruk hiervan verkregen. Zie hiervoor paragraaf 7.2.

Ze zijn wel in het N2000-beheerplan weergegeven voor het inlaatwater (Provincie Zuid-Holland, 2014; Bijlage 11).

In 2011 was het fosfaatgehalte $0,08\text{ mg/l}$ wat in de klasse mesotroof valt. Voor nitraat was het gehalte in 2010 $1,4\text{ mg/l}$, ook mesotroof (Bongers en Spoelstra, 1999). Dit zijn geschikte waarden voor de ontwikkeling van blauwgrasland. Aangezien het water vanaf de inlaat nog een lange weg af legt zullen deze gehalten, zoals de overige parameters ook lieten zien, waarschijnlijk nog afnemen. Uitgaande van deze gegevens voldoen de alle sloten in PA aan mesotrofe omstandigheden. Er is hierbij geen rekening gehouden met potentiële effecten van interne eutrofiëring. Door sulfaatreductie kan fosfaatmobilisatie optreden (Smolders et al, 2006). Door alkaliseren van de bodem kunnen nitraten uitspoelen in het slootwater. Dit onderzoek levert geen gegevens om te kunnen beoordelen of er op perceelniveau verschillen zijn als deze processen optreden.

Zijn er sloten die voldoen aan alle eisen van punt a,b, c en d?

Voor alkaliniteit en trofiegraad voldoen alle sloten, dus alleen basenrijkdom en beïnvloeding spelen nog een rol bij het bepalen van de geschiktheid. De volgende sloten bevatten watermonsters die aan alle eisen tegelijk voldoen als nauwelijks beïnvloed oppervlaktewater en basenhoudend water wordt toegestaan:

- sloten 4/5 en 6/7.

Inundatiewater

De sloten 3/4, 4/5, 6/7 en dwarssloot 32-35 voldoen als inundatiewater als nauwelijks beïnvloed, basenhoudend en mesotroof water wordt toegestaan.

7.1.5 Conclusies en discussie

Conclusie

Voor blauwgrasland zijn schone, mesotrofe en basenrijke omstandigheden van belang. Door het inlaatwater via de Molenwetering en een lange route door het gebied te leiden neemt de beïnvloeding, basenrijkdom en de voedselrijkdom af naarmate het oppervlaktewater een langere weg heeft afgelegd door het gebied. Dit effect wordt versterkt doordat het water ook verdund wordt met regenwater dat 's winters wordt vastgehouden in de regengebieden (en geïsoleerde gebieden) binnen PA. Het oppervlaktewater wordt, ondanks dat het schoner wordt ook basenarmer, met name in PA-noord, terwijl voor blauwgrasland juist schoon, basenrijk water nodig is (H4). Echter, schoon, mesotroof water is belangrijker, vanwege kans op (interne) eutrofiëring en sulfaatgerelateerde problematiek bij beïnvloed water.

Discussie

Voor inundatiewater is het van belang dat ook sulfaat gemeten wordt om hier goede uitspraken over te kunnen doen, dat geldt ook voor fosfaat en nitraat. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat de meeste voedingsstoffen in oppervlaktewater als zwevende stof aanwezig zijn en achterblijven als slib. Als alleen de opgeloste stoffen gemeten worden, is echter nog niet bekend wat in de vegetatie achterblijft tijdens inundatie (mededeling van de heer M. Jalink)).

7.2 Indicatiewaarden van oever-en waterplanten in Polder Achthoven

7.2.1 Resultaten

De geïnventariseerde plantensoorten en hun indicatiewaarden voor de gemeten milieuparameters (zie hoofdstuk 2: Methodes en werkwijzen) volgens Lyon en Roelofs (1986) zijn opgenomen in bijlage 22a en 22b. De locaties van de opnames staan in bijlage 22. De gemiddelde waardes per sloot voor alle milieuparameters staan in Tabel 7.

Tabel 7: gemiddelde indicatiewaarden per sloot

Opname	EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Alkali- niteit (meq/l)	pH	Cl^- -gehalte (mmol/l resp. mg/l)	Ca^{2+} - gehalte (mmol/l resp. mg/l)	Sulfaatgehalt e mmol/l resp. (mg/l)	IJzergehalte bodemwater ($\mu\text{mol}/\text{l}$ resp. mg/l)	Ortho- fosfaat gehalte water- laag ($\mu\text{mol}/\text{l}$ resp. mgP/l)	Nitrat- gehalte water- laag ($\mu\text{mol}/\text{l}$)
Sloot 3/4 oever perceel 3	376	2.3	7.4	1.82 64	0.73 29	0.56 54	924 52	2.1 0,07	18
Sloot 4/5 oever perceel 4	475	2.9	7.6	2.20 78	0.88 35	0.66 63	795 45	5.0	25
Sloot 6/7 oever perceel 7	444	2.8	7.6	1.90 68	0.84 34	0.85 81	654 37	2.4 0,07	14
Sloot 8/9 oever perceel 8	415	2.4	7.4	1.74 62	0.79 32	0.78 75	717 40	3.1 0.10	25
Sloot 12/13 oever plagstrook 12	383	2.2	7.4	1.88 67	0.74 30	0.69 66	1129 63	2.1 0.07	15
Dwarssloot 32-35 oever perceel 34	448	2.7	7.6	1.89 67	0.82 33	0.69 66	923 52	3.1 0.10	23
Sloot 34/35 oever perceel 34	417	2.6	7.4	1.76 63	0.81 33	0.56 54	754 42	2.8 0.09	12
Sloot 35/36 oever plagstrook 35	375	2.3	7.5	1.76 63	0.70 28	0.65 62	728 41	3.1 0.10	17
Sloot 37/38 oever perceel 37	384	2.5	7.5	1.89 67	0.78 31	0.68 65	940 53	1.5 0.05	6.7
Sloot 39/40 oever perceel 40	428	2.6	7.6	1.90 68	0.86 34	0.61 59	920 52	3.2 0.10	11
Totaal gemiddelde	415	2.5	7.5	1.87 66	0.80 32	0.67 64	848 48	2.8 0.09	17

7.2.2 Interpretatie indicatiewaarden

In Tabel 8 zijn de gemiddelde waarden aangegeven van de metingen met veldtests van de oppervlaktewaterkwaliteit en de plantenindicaties.

De indicatiewaarden van planten wijken enigszins af van de gemeten waarden. Dit kan twee oorzaken hebben:

1. Er zijn mogelijk te veel plantensoorten gemist en elke gemiste soort beïnvloedt de totaalwaarde. De kranswieren en glanswieren konden vanwege onvoldoende expertise niet met zekerheid gedetermineerd worden. Van alle soorten is alleen de aanwezigheid meegenomen en niet de bedekking. Bloemendaal en Roelofs (1988) gaven aan dat alleen

soorten met een bedekking van meer dan 5% zouden moeten worden meegenomen. In deze sloten zouden dan niet meer indicatorsoorten overblijven dan Smalle waterpest, Liesgras, Grote Egelskop en Kikkerbeet. Dit betekent wel dat bijvoorbeeld het marginaal voorkomen van enkele kroosplantjes een even groot effect geeft in de steekproef als een half met kroos dichtgegroeide sloot.

2. Ten tweede vormen de metingen verricht aan het oppervlaktewater op 2 en 3 mei een momentopname, terwijl de planten jaarrond in slootwater staan met sterk wisselende kwaliteit door het jaar heen. Vooral in de zomer is de invloed van vervuild oppervlaktewater dat ingelaten wordt groot. De planten die deze periode overleven geven daardoor een beeld dat de meest ongunstige periode weerspiegelt. Mogelijk is daardoor het %grondwater laag in de tabel hierboven.

Tabel 8: Vergelijking van de gemeten gemiddelden en de geïndiceerde gemiddelden in Polder Achthoven.

	EGV in $\mu\text{S}/\text{cm}$	Cl^- in mg/l	Ca^{2+} in mg/l	HCO_3^- in mmol/l	%grondwater	% Rijnwater	% regenwater
Gemiddelde samenstelling opp. water in PA 2/3 mei 2014	391	39	54	2.1	29	17	54
Samenstelling boezemwater (inlaatwater) 2/3 mei 2014	572	55	76	3.1	44	27	29
Gemiddelde indicatiewaarden waterplanten en oeverplanten in PA	410	65	32	2.5	2	38	60
Gemiddelde indicatiewaarden van planten voor de sloten met nauwelijks beïnvloed water	436	69	33	2.7	1	38	61

De orde van grootte van de indicatiewaarden komt wel overeen met de gemeten waarden waardoor het mogelijk is om de indicatiewaarden die niet rechtstreeks gemeten zijn wel te beoordelen: Sulfaatgehalte, ortho-fosfaatgehalte van de waterlaag, IJzergehalte van het bodemwater en nitraatgehalte van de waterlaag.

Er blijken maar weinig plantensoorten te zijn die indiceren voor ijzergehalte, fosfaatgehalte en nitraatgehalte. De weinige soorten die wel een indicatiewaarde hebben voor deze parameters vertonen een grote spreiding. Hierdoor kan de trofiegraad niet betrouwbaar worden vastgesteld op perceel-/slootniveau, maar kan hooguit een uitspraak worden gedaan over PA als geheel.

Sulfaatgehalte

Het sulfaatgehalte is over het algemeen een maat voor de invloed van verontreinigd oppervlaktewater (Provincie Zuid-Holland, 2014; Pot en Schipper, 2000) Voor blauwgrasland is schoon water nodig. Voor SO_4 betekent dit gehalten van $<15 \text{ mg}/\text{l}$. De onderzochte water- en oeverplanten in PA indiceren een gemiddelde van $64 \text{ mg}/\text{l}$, wat duidt op matig beïnvloed water. Sulfaatgevoelige planten als Spits fonteinkruid, Plat fonteinkruid en Gele Lis blijken even vaak voor te komen in sloten die eerder werden aangeduid als “schoon/ nauwelijks beïnvloed” als in de overige sloten. Dit wordt ook aangegeven in Pot en Schipper (2000).

Het is dus niet mogelijk om op slootniveau uitspraken te doen over waterkwaliteit wat sulfaatgehalte betreft.

De geïndiceerde concentratie van 64 mg sulfaat/ l wordt beschouwd als matig beïnvloed. Dit indiceert voor PA een risico op sulfaatreductie, pyrietvorming en mogelijk het vrijkomen van fosfaten indien deze aanwezig zijn in het systeem.

Ijzergehalte:

Het ijzergehalte in het bodemwater kan ijzerrijke kwel indiceren. De foto in paragraaf 7.3.1 versterkt dit vermoeden. Na afgraven komt de wortelzone in de buurt van het niveau van de slootbodem, dus kan het mogelijk iets zeggen over de aanwezigheid van ijzer in de bodem op die diepte.

Het gemiddelde in de onderzochte sloten is 48 mg/l. Deze concentratie kan beschouwd worden als matig rijk tot rijk (Pot en Schipper, 2000). Hoewel het aantal indicerende planten relatief gering is wijst deze concentratie in de richting van aanwezigheid van ijzer in slootbodem. Nader onderzoek moet uitwijzen of het ijzer op die diepte in het gehele perceel voorkomt of vooral rondom de sloten door uittredend ijzerrijk grondwater.

Ortho-fosfaatgehalte:

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat blauwgrasland een situatie vereist waarbij de voedselrijkdom varieert van matig voedselarm tot licht voedselrijk. Als het gaat om direct opneembare voedingsstoffen kan men spreken van een mesotroof milieu met fosfaatgehaltes van 0,04 tot uiterlijk 0,10 mgP/l (Bongers en Spoelstra, 1999). Dit komt overeen met 1,3 tot ongeveer 3,2 $\mu\text{mol o-PO}_4/\text{l}$.

Door bodemeigenschappen en bodemprocessen kan het fosfaatgehalte sterk variëren: ijzer in de bodem kan fosfaat binden en een overmaat sulfaat t.o.v. ijzer kan interne eutrofiëring veroorzaken waarbij de concentratie fosfaat in het bodemwater sterk verhoogd kan worden (Kemmers et al, 2000; Kemmers et al, 2004).

Om aan de veilige kant te blijven zou het goed zijn dat oppervlaktewater een fosfaatgehalte heeft dat niet hoger is dan ongeveer 3,2 $\mu\text{mol o-PO}_4/\text{l}$. Het gemiddelde gehalte van de onderzochte sloten is 2,8 $\mu\text{mol o-PO}_4/\text{l}$. Het aantal observaties is vrij laag met een grote spreiding, maar het resultaat wijst in de richting van mesotrofe tot licht eutrofe omstandigheden. In het N2000-beheerplan zijn mesotrofe omstandigheden voor inlaatwater vastgesteld (Provincie Zuid-Holland, 2014).

Nitraatgehalte:

De gemiddelde indicatiewaarde voor nitraat is 17 $\mu\text{mol/l}$ (1,1 mg/l), wat op mesotrofe omstandigheden wijst (Bongers en Spoelstra, 1999). Deze waarde komt redelijk overeen met waarden die in het N2000-beheerplan zijn aangegeven (1,4 mg/l).

Voor blauwgrasland is vooral het fosfaatgehalte van belang (Schaminée et al, 1996). Als oppervlaktewater naast blauwgrasland lijkt het niet bezwaarlijk omdat bij veenbodems door opdroging in de zomer toch al redelijk veel nitraat vrij komt.

7.2.3 Conclusie

Indicatiewaarden via water- en oeverplanten bieden een (zeer) ruwe indicatie voor trofiegraad van het oppervlaktewater, ijzergehalte van het slootbodewater en sulfaatgehalte. Uitspraken over waterkwaliteit zijn daardoor alleen mogelijk voor het gebied als geheel en liefst in vergelijking met eerdere directe metingen in het gebied.

7.3 Kwelverschijnselen

In hoofdstuk 3 LESA is aangegeven dat rivierkwel mogelijk een rol kan spelen in Polder Achthoven. De aanwezigheid van uittredend kwelwater kan aannemelijk gemaakt worden met veldwaarnemingen.

7.3.1 Veldwaarnemingen van kwelverschijnselen

In de tabel in bijlage 23 zijn de observaties in het veld weergegeven. Alle kwelverschijnselen die tijdens de uitvoering van het onderzoek zijn waargenomen, zijn hierin opgenomen, maar zoals eerder aangegeven is dit niet systematisch gedaan.

In veel sloten van Polder Achthoven zijn kwelverschijnselen aangetroffen in de vorm van een ijzercarbonaatfilm (iriserende film), soms over de volle breedte van de sloot of greppel, maar meestal aan de oever of in trapgaten van vee.



Iriserende film op het wateroppervlak.

Ook zijn in (verlande) sloten en greppels duidelijke bruine verkleuringen en neerslag aangetroffen die op een ijzer(hydr)oxideneerslag duiden.



In een verlande sloot uittredend ijzerrijk kwelwater.

Bij de geïnventariseerde plantensoorten zijn ook soorten aangetroffen die als kwelindicatoren gelden zoals Waterviolier, Holpijp en Spits fonteinkruid. (Zie bijlage 22a en 22b en hoofdstuk 7.2).

Op de aanwezigheid van Waterviolier zijn alle sloten onderzocht. Deze plant is aangetroffen in de sloten 3/4, 4/5, 5/6, 26/27 en 27/28.



Sloot 26/27 boordevol Waterviolier en Spits fonteinkruis

De sloten 26/27 en 27/28 liggen boven de oude stroomrug . Mogelijk dat dit wijst op enige diepe kwel die doordringt tot de oppervlakte, maar de gevonden calciumwaarden voor sloot 26/27 zijn niet hoger dan bij de overige sloten in PA-noord (in sloot 27/28 zijn geen metingen uitgevoerd). Bij de kleidikteboringen werd soms onverteerd hout aangetroffen op ca. 1 m diepte. Dit bos-/broekveen in de ondergrond zorgt misschien hier en daar voor een betere doorlatendheid.

Tabel 9: Meetwaarden van waarnemingen die verschillen in wachttijd via de boorgatmethode

	EGV ($\mu\text{S/cm}$)	Cl^- (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	HCO_3^- in mmol/l
Gemiddelden. resp. <u>standaarddeviaties</u> van grondwatermonsters die direct gemeten zijn (n=20)	506	22	89	3.5
	<u>175</u>	<u>14</u>	<u>32</u>	<u>1.7</u>
Gemiddelden. resp. <u>standaarddeviaties</u> van grondwatermonsters die na een nacht gemeten zijn (n=11)	493	22	86	3.2
	<u>146</u>	<u>13</u>	<u>24</u>	<u>0.9</u>

Een T-toets op de meetwaarden van EGV geeft als resultaat 0,84: er zijn waarschijnlijk geen systematische verschillen tussen beide groepen metingen. Een T-toets op de meetwaarden van HCO_3^- geeft als resultaat 0.6. Er is mogelijk een effect op de alkaliniteit, omdat het grondwatermonster langer is blootgesteld aan de lucht. De waarden kunnen hierdoor verhoogd zijn. Er waren tijdens het meten ook verschillen in de helderheid van diverse watermonsters. Dit is niet systematisch bijgehouden. De helderheid van de monsters was van dien aard dat in elk geval na enkele uren bezinken de veldtests konden worden uitgevoerd. Samengevat kan er enig effect zijn van de meetmethode. Dit zal waarschijnlijk geen groot effect hebben op de watertypering met behulp van de Driehoek van Van Wirdum omdat daarbij alkaliniteit alleen een rol speelt via de EGV als één van de vele ionen.

De invloed van kwel.

In het gehele gebied zijn tijdens de veldmetingen kwelverschijnselen waargenomen (zie hoofdstuk 7 (oppervlaktewater) en de tabel in bijlage 23). In 1974 is onderzoek gedaan door Alterra naar de aard en omvang van rivierkwel vanuit de Lek. Dit vond plaats in de uiterwaarden van de Lek bij Hagesteijn, ongeveer 20 km ten oosten van PA. (Steenvoorden en Oosterom, 1975). In dit artikel wordt geconcludeerd dat kwelwater vanuit de Lek herkenbaar is aan relatief hoge chloridegehalten en relatief hoge EGV's van grondwater. De gegevens uit onderstaande Tabel 10 zijn afkomstig uit het artikel van Steenvoorden en Oosterom. Het grondwater dat onder invloed staat van kwel zal dus in Polder Achthoven een relatief hoog gehalte chloride hebben en een relatief hoge EGV.

Tabel 10: Samenstelling van het grondwater in een oeverwal langs de Lek.(Steenvoorden en Oosterom,1975)

Diepte in het grondwater in m	Cl^- -gehalte in mg/l	EGV in $\mu\text{S/cm}$ bij 25°C
0,5	67	354
1,5	78	774
2,0	89	774
6,0	115	884

In 1990 is door Aggenbach en Jalink onderzoek gedaan in de Vijfheerenlanden naar de effecten van grondwaterwinning (Aggenbach en Jalink, 1992). Zij hebben 3 grondwatermonsters onderzocht in het zuidelijk deel (perceel 3 of 4) van Polder Achthoven op 2 meter diepte. Hun resultaten zijn weergegeven samen met de huidige meetwaarden (uit bijlage 24) in Tabel 11.

Tabel 11: vergelijking van meetresultaten uit 1990 en 2014 in percelen 3/4.

	pH	EGV ($\mu\text{S/cm}$)	Cl^- (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Alkaliniteit (mmol/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	PO_4^{3-} (mgP/l)
Aggenbach en Jalink, 1992	6.8	-	26	76	4.4	20	0.1
Grondwatermetingen in perceel 3 en 4, 2014	5.9	501	22	87	3.4	-	-

Er wordt door hen geconcludeerd dat kwel uit het Leksysteem aanwezig is, maar dat lokale kwelsystemen door peilverschillen ook een rol spelen, o.a. via het Zederikkanaal en door het aanwezige reliëf vanwege fossiele stroombanen. Rivierkwelstromen lijken te worden afgebogen naar de sloten, waardoor de vorming van regenwaterlenzen optreedt in percelen. In het huidige onderzoek zijn hier aanwijzingen voor gevonden in de bodem-pH-profielen.

De gemiddelde waarden bij de huidige grondwatermetingen komen overeen met de gevonden waarden in 1992, en kunnen dus ook wijzen op rivierkwel of boezemkwel. De afwijkingen in pH en alkaliniteit zijn te verklaren door de grotere diepte waarop de grondwatermonsters in 1990 zijn genomen.

De gemiddelde classificatie van het grondwater is D1: schoon basenrijk water.

8.1.2 Systematische verschillen in grondwaterkwaliteit in PA

De vijf meetpunten die buiten het referentiekader vallen liggen allemaal in Polder Achthoven-Zuid (perceel 3 t/m 12). Daarom wordt de grondwaterkwaliteit van PA-zuid vergeleken met die van PA-Noord (perceel 24, 25, 26, 28, 29, 32 t/m 37). In Tabel 12 hieronder zijn de gegevens weergegeven van de meetpunten in zuid en noord.

Tabel 12: gemiddelde meetresultaten van grondwatermetingen in PA-zuid en PA-noord

	pH	EGV ($\mu\text{S/cm}$)	Cl^- (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Alkaliniteit (HCO_3^-) in mmol/l
Gemiddelde waarden van grondwatermetingen in PA-zuid (n=18)	5.9	560	29	98	4.0
standaarddeviatie PA-zuid	0.3	181	13	32	1.6
Gemiddelde waarden van grondwatermetingen in PA-noord (n=13)	6.0	421	13	74	2.9
Standaard deviatie PA-noord	0.3	88	5	18	1.3
T-toets, tweezijdig, ongelijke variantie: kans dat noord en zuid gelijke gemiddelden hebben	0.84	0.009	0.0001	0.01	0.07

Een T-toets voor alle gemeten milieuparameters geeft aan dat de kans dat de twee groepen meetwaarden gelijke gemiddelden hebben zeer klein is voor EGV, chloridegehalte en calciumgehalte. Dat wil zeggen dat de grondwaterkwaliteit verschillend is voor PA-zuid en voor PA-noord wat bovenstaande drie parameters betreft.

In Polder Achthoven Zuid treedt behalve het mogelijke effect van rivierkwel ook het effect op van lokale kwel vanuit het Zederikkanaal. Deze kwel lijkt invloed te hebben op de bodem-pH van de percelen 3 en 4 (zie paragraaf 6.2: pH-profielen). De vraag is, of de verschillen in grondwaterkwaliteit tussen PA-zuid en PA-noord geheel veroorzaakt worden door de lokale kwel in perceel 3 en 4. Om dit na te gaan wordt de T-toets herhaald voor de twee groepen meetwaarden van zuid en noord, maar nu zonder de meetwaarden mee te tellen van perceel 3 en 4. De meetwaarden en toetsresultaten staan in Tabel 13.

Tabel 13: T-toets voor twee groepen meetwaarden van zuid en noord, zonder de meetwaarden van perceel 3 en 4

	pH	EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl^- (mg/l)	Ca^{2+} (mg/l)	Alkaliniteit (HCO_3^-) in mmol/l
Gemiddelde waarden van grondwatermetingen in PA-Zuid (n=14)	6.0	581	28	100	4.2
standaarddeviatie PA-Zuid	<u>0.3</u>	<u>188</u>	<u>14</u>	<u>35</u>	<u>1.7</u>
Gemiddelde waarden van grondwatermetingen in PA-Noord (n=13)	6.0	421	13	74	2.9
Stand. dev. PA-Noord	<u>0.3</u>	<u>88</u>	<u>5</u>	<u>18</u>	<u>1.3</u>
T-toets, tweezijdig, ongelijke variantie: kans dat Noord en Zuid gelijke gemiddelden hebben	0.74	0.01	0.01	0.02	0.07

De T-toetsen op alle gemeten parameters in PA-noord en PA-zuid geven aan dat er nog steeds een zeer grote kans is dat de gemiddelden voor EGV, chloridegehalte en calciumgehalte verschillen in noord en zuid, zodat de verschillen dus niet verklaard kunnen worden uit lokale kwel vanuit het Zederikkanaal.

Verschillen in calciumgehalten

Hoge calciumwaarden in grondwater verwijzen in veel gebieden in Nederland naar gerijpt grondwater, maar verwijzen in de Vijfheerenlanden en PA mogelijk naar rivierkwel, omdat rivierwater ook aanzienlijke hoeveelheden calcium bevat, namelijk gemiddeld 82 mg/l (Bongers en Spoelstra, 1999). Er zijn echter verschillen in concentraties van calcium in het grondwater die niet aan toeval zijn toe te schrijven. Het gebied ligt parallel langs de Lek op ongeveer anderhalve kilometer, dus het lijkt niet voor de hand liggend dat een verschil in kwelintensiteit de gevonden verschillen in calciumconcentratie kunnen verklaren. Ook liggen de locaties met sterk verhoogde waarden niet boven fossiele stroombanen.

De vraag is, of calciumgehalten ook door bodemprocessen kunnen variëren in een gebied. In bijlage 24 is te zien dat de calciumwaarden nogal verschillend zijn in de twee percelen in zuid en noord die een afgegraven strook hebben. In perceel 12 en 35 zijn twee grondwatermetingen naast elkaar gedaan, één in de plagstrook en één in het niet afgegraven deel ernaast. In beide gevallen is de calciumconcentratie hoger in het niet-afgegraven deel. Vooral het verschil in perceel 12 is groot. Dit suggereert een relatie met drooglegging van de bodem.

In Steenvoorden en Oosterom (1975) wordt aangegeven dat oxidatieprocessen van zwavelverbindingen in de bodem leiden tot verzuring en het in oplossing gaan van calcium- en magnesium-verbindingen waardoor de EGV stijgt en het calciumgehalte. In Bobbink et al (2012) wordt dit proces uitvoeriger omschreven en in verband gebracht met rivierkwel. Met rivierkwel komt relatief veel sulfaat in het grondwater waardoor pyriet in de bodem ontstaat onder invloed van reductieprocessen. Als 's zomers de grondwaterstanden dalen gaat de pyriet oplossen hetgeen met verzuring van het grondwater gepaard gaat. Door die verzuring gaan calciumverbindingen (oa. CaHPO_4) in oplossing. Hierdoor komt fosfaat vrij maar stijgt ook het calciumgehalte en de EGV. Kleiige bodems en ijzerrijke bodems zijn mogelijk minder gevoelig dan venige bodems. Die laatste kunnen ook van nature al pyriet bevatten (Biesheuvel, 2002).

Een extra hoog calciumgehalte, veel hoger dan de gemiddelde waarden voor rivierwater (82 mg/l) zou in dit gebied kunnen duiden op pyrietoxidatie.

In dat geval kunnen de verschillen in calciumgehalten in PA-noord en PA-zuid dus samenhangen met bodemprocessen die te maken hebben met verdroging van percelen.

De boorprofielen in PA (bijlage 18) wijzen in dit klei-op-veengebied in de richting van een veniger ondergrond in PA-zuid dan PA-noord en wijzen ook in de richting van oppervlakkiger voorkomen van veen in PA-zuid. Dit zou kunnen betekenen dat percelen in PA-zuid gevoeliger zijn voor pyrietoxidatie dan percelen in PA-noord.

In hoofdstuk 3 LESA kwam naar voren dat het peilniveau van het oppervlaktewater in de winter van PA-zuid lager is dan het streefpeil van het waterschap. Dit betekent dat er mogelijk jaarlijks teveel verdroging optreedt in de percelen van PA-zuid die niet zijn afgegraven. De heer M. Jalink deelde mee dat in grondwatermonsters de verhouding tussen de concentratie van $\text{Ca}+\text{Mg}$ en HCO_3^- ongeveer 1:2 is (in mmol/l). Als er sterke zuren betrokken zijn (bv. H_2SO_4 i.v.m. pyrietoxidatie of H_2NO_3 i.v.m. mineralisatie) dan kan meer $\text{Ca}+\text{Mg}$ in oplossing gaan. Een aantal van de monsters met hoge Ca-gehalten wijst erop dat dat hier kan spelen.

Hoewel het Mg-gehalte niet gemeten is, kan de verhouding tussen Ca en HCO_3^- al iets zeggen. Deze verhouding is vergeleken in de percelen met plagstroken (12 en 35). Daar liggen de meetpunten vlak bij elkaar, maar met een verschil in drooglegging. De verhouding Ca/HCO_3^- is 1:2 in de plagstroken en 1:1,1 in de hoge gedeeltes van deze percelen (zie Bijlage 24). Dit betekent een relatief hoog calciumgehalte in de drogere/hogere delen. De hoge Ca^{2+} - en SO_4^{2-} -waarden geven een hoge geleidbaarheid. Dergelijke waarden zijn ook bekend uit het Wageningse Binnenveld.

Verschillen in chloridegehalten

Er zijn 6 metingen met een chloridegehalte lager dan 12 mg/l. Deze gehalten zijn laag voor een gebied dat onder invloed staat van rivier- en boezemkwel.

De meetpunten liggen allemaal in PA-noord en 5 van de 6 metingen liggen in het regengebied, waarvan 4 van de 5 aan de damkant van de sloten. Uit de oppervlaktewaterringen leek een grotere gelijkenis met regenwater aan die zijde van de sloten in PA-noord vanwege die eenzijdige afdamming van de sloten in het regengebied.

In de zomerperiode als het grondwaterpeil gaat zakken zal enige inzijging van slootwater plaats vinden aan de randen van de percelen. Als dit inzijgend slootwater een iets grotere gelijkenis met regenwater heeft, dan is het verklaarbaar dat dit teruggevonden wordt in het ondiepe grondwater op de gemeten locaties ongeveer 3 meter uit de slootkant.

De calciumgehalten van die meetlocaties zijn gemiddeld 65 mg/l. Dit is lager dan het totaalgemiddelde voor calcium (87 mg/l). Ook het EGV is lager in die meetpunten (gemiddeld 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$ tegen 501 $\mu\text{S}/\text{cm}$ voor het totaalgemiddelde. Dit ondersteunt het idee dat regenwaterinvloed op de betreffende locaties een rol speelt.

8.1.3 Ontwikkeling van blauwgrasland

In hoofdstuk 4 zijn de standplaatseisen van blauwgrasland vermeld: basenrijk grondwater, pH- H_2O tussen 5 en 6,5 en mesotrofe omstandigheden en een GVG van 5 – 22 cm -mv.

Op basis van de grondwatertypering is het mogelijk om percelen aan te wijzen waar het grondwater schoon en minimaal basenhoudend te zijn. Dit betekent een percentage “type Rijnwater” < 10 % en een “type grondwater” > 25% (zie bijlage 14).

Aan deze eisen voldoet het grondwater in de percelen 5, 7, 24, 26, 29, 32, 34, 35, 37. De percelen die buiten het referentiekader vielen kunnen op deze manier niet beoordeeld worden op geschiktheid. Uit het maion-diagram bleek dat deze percelen een relatief groot aandeel Rijnwater te bevatten en daardoor meer beïnvloed zijn.

De pH van de grondwatermonsters is gemiddeld pH 5.9. Dit ligt in de range waarbinnen blauwgrasland kan ontstaan.

8.2 Conclusies t.a.v. grondwaterkwaliteit en blauwgrasland

Het is moeilijk om ondiepe grondwatermonsters te interpreteren vanwege reactiviteit van de bodem en invloed van inzijgend water in de bodem. Voor deze effecten zijn pH, Ca en HCO_3 erg gevoelig, EGV minder. Cl wordt als inert beschouwd. (mededeling door de heer M. Jalink).

Rivierkwel en boezemkwel wordt aanwezig verondersteld in het onderzoeksgebied op basis van eerder onderzoek, aangetroffen kwelverschijnselen, de LESA en de overeenkomst tussen de gevonden meetwaarden van grondwatermonsters en die van eerder onderzoek (Aggenbach en Jalink, 1992).

Er is een verschil in grondwaterkwaliteit in PA-zuid en PA-noord: in zuid zijn de waarden voor EGV, en calciumgehalte hoger dan in noord. Het is aannemelijk dat dit veroorzaakt wordt door bodemprocessen als pyrietoxidatie of mineralisatie als gevolg van verdrogingsprocessen. Naast bodemprocessen lijken in dit gebied ook inzijgingsprocessen invloed te hebben op de grondwaterkwaliteit: de relatief lage chloridegehalten in sommige grondwatermonsters kunnen hierdoor veroorzaakt zijn.

De meetwaarden van de waterkwaliteitsparameters van het grondwater indiceren de mogelijkheid om blauwgrasland te ontwikkelen. Percelen 5, 7, 24, 26, 29, 32, 34, 35 en 37 zijn op basis daarvan het meest geschikt. De percelen waar nu bodemprocessen optreden o.i.v. verdroging kunnen ook geschikt(er) worden na afgraven, omdat die percelen dan natter worden.

Door af te graven komt basenhoudend/-rijk grondwater dichterbij de wortelzone en door de verlaging van het maaiveld vindt minder verdroging plaats in de zomer en ook in de winter. Hierdoor zal de invloed van pyrietoxidatie en veenmineralisatie verminderen. Dit is gunstig voor de ontwikkeling van blauwgrasland. Door het afgraven van de kleideklaag komt een veniger ondergrond aan de oppervlakte.

Door de grondwatermetingen en de wetenschap dat er sprake is van rivierkwel lijkt basenrijkdom door kwel niet verkrijgbaar zonder toestroming van enig sulfaat, nitraat en fosfaat via het kwelwater. Hierdoor moet rekening gehouden worden met het risico van sulfaatreductie en pyrietoxidatie. Veengronden zijn hiervoor gevoeliger dan kleigronden. Veengronden zijn ook gevoeliger voor verzuring. Buffering door basenrijk grondwater voorkomt dit, maar als die buffering gepaard gaat met een te hoge alkaliniteit van het grondwater ligt het risico van interne eutrofiëring op de loer. Alle veranderingen na afgraven hebben voordelen maar ook risico's. In hoofdstuk 9 Synthese wordt hierop teruggekomen.

Tot nu toe verloopt de ontwikkeling van de vegetatie in de plagstrook van perceel 12 goed. Er is enige ruigtevorming in de oever (o.a. riet), maar er lijkt geen sterke verzuring of interne eutrofiëring op te treden.

In het zuidelijk gebied lijkt afgraven het hardst nodig om sulfaatgerelateerde problemen op te lossen, maar in het noordelijk gebied lijkt de gewenste drooglegging beter onder controle te houden dan in het zuidelijk gebied en dat kan op langere termijn gunstiger zijn.

In het noordelijk gebied blijft na afgraven een kleiiger ondergrond achter. Deze klei bevat ijzer(hydr)oxiden (roestverschijnselen). Deze bodem is daardoor geschikt om fosfaat en sulfides te binden (mits de klei die dagzoomt na afgraven ook nog voldoende ijzer bevat), maar kleibodems zijn van nature voedselrijk waardoor op korte termijn geen blauwgrasland zal ontwikkelen. Mogelijk wel diverse vormen van dotterbloemhooiland.

Wat grondwaterinvloed betreft is het in alle percelen gunstig om af te graven, maar zullen de percelen met het hoogste maaiveld er het meest van profiteren als het gaat om het in de wortelzone brengen van basenrijk grondwater.

9 SYNTHESE

In hoofdstuk 2 is de toepassing van de classificatiemethode in de vorm van de Harris Scale beschreven. In paragraaf 9.1 worden alle onderzoeksresultaten geïntegreerd in een matrix. Hieruit komt naar voren welke percelen het best afgegraven kunnen worden op basis van het huidige onderzoek. In paragraaf 9.3 worden conclusies geformuleerd naar aanleiding van de scores van de percelen in de classificatiematrix.

9.1 De classificatiematrix.

De classificatiematrix met de scores van alle percelen op alle aspecten is opgenomen in bijlage 28 en op kaart weergegeven in bijlage 28a. De eindscores van alle percelen zijn samengevat in tabel 14:

Tabel 14: Eindscores van alle onderzochte percelen in Polder Achthoven.

percelen	4	5	6	7	8	9	10	11	12	24	25	26	28	29	32	33	34	35	36	37
score	3	9	16	14	5	8	7	6	5	17	9	8	7	10	22	9	19	19	8	32
Opp. (ha)	3.30	3.63	3.27	3.27	3.28	1.58	1.58	1.95	2.13	1.79	2.12	1.95	2.49	2.37	2.33	1.98	1.94	1.27	1.93	0.71

Legenda: 3 – 13: oranje; 14 – 22: geel; 23 – 33: groen

Deze totaalscores zijn gebaseerd op de som van alle deelscores van elk perceel.

Op basis van de ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland zijn 12 deelaspecten onderscheiden waarop de onderzochte percelen een score hebben op basis van het uitgevoerde onderzoek. Deze 12 aspecten en de betekenis van de scores op deze aspecten worden hieronder toegelicht in paragraaf 9.2.

Behalve ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland zijn er ook andere aspecten te beschouwen die een rol (kunnen) spelen in het totale ontwikkelproces. Deze aspecten zijn wel gescoord met de Harriscale, maar hebben een gewicht 0 gekregen bij de berekening van de totaalscore voor elk perceel omdat vanuit N2000 doelstellingen het belang van blauwgraslandontwikkeling voor andere belangen gaat:

- ZHL vindt het belang van de populatie weidevogels in Polder Achthoven zwaar wegen. Alle percelen hebben daarom een score voor dit aspect gekregen, maar deze tellen voor de uiteindelijke score dus niet mee: De score levert namelijk geen bijdrage aan de fysieke mogelijkheid om blauwgrasland te ontwikkelen.
- De kwaliteit van het oppervlaktewater kan mogelijk een aanwijzing geven voor geschiktheid van sloten als bron voor inundatiewater als op termijn herstelbeheer gewenst is ivm verzuring. Omdat er verschillen in waterkwaliteit van het oppervlaktewater gevonden zijn, hebben alle percelen een score gekregen op dit aspect, maar ook dit aspect heeft een gewicht 0 in de classificatiematrix. Het levert geen bijdrage aan de huidige mogelijkheden om blauwgrasland te ontwikkelen.

In de volgende paragraaf worden ook de scores op de twee extra aspecten toegelicht.

9.2 Scores en toelichting op de ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland

A: De GVG ligt binnen het kernbereik van blauwgrasland na afgraven (zie bijlage 18, 18a en 18b).

Verdroging is het grootste probleem in grondwaterafhankelijke vegetatietypen. Het genereert n.l. een scala aan andere problemen. De juiste voorjaarsgrondwaterstand is daarom de belangrijkste eis om blauwgrasland te ontwikkelen. Om dit bereiken moet afgegraven worden om het maaiveld te verlagen en tegelijkertijd de dikte van het aanwezige kleidek te verkleinen of zelfs het kleidek te verwijderen.

Het huidige maaiveld en het door het waterschap gehanteerde winterpeil zijn de belangrijkste factoren hierbij, want ongecontroleerde inundatie in de winter is niet toegestaan. Vanuit de ervaring van de heer D. Kerkhof is een maximale dikte van het kleidek toegestaan van 15 cm om binnen 10 jaar blauwgrasland te kunnen ontwikkelen.

Gewicht van de randvoorwaarde: 3

In paragraaf 6.1.3 en 6.1.4 is beschreven dat de eis van een kleidedikte van maximaal 15 cm na afgraven belangrijk is om op korte termijn blauwgrasland te ontwikkelen. Een dun kleidek is dus een belangrijke eis, zodat gekozen is voor een weegfactor 3.

Scores:

Deze zijn gebaseerd op eigen en bestaand onderzoek van de kleidedikte (zie tabel in bijlage 18, 18a en 18b)

2	Alle meetpunten binnen één perceel vallen binnen de eisen (of de ruime meerderheid bij perceel 4 en 5, die in 2008 uitgebreid zijn onderzocht).
1	Eén van de twee of enkele meetpunten vallen binnen de eisen en de punten die niet voldoen wijken niet sterk af.
-1	Een van de twee of enkele meetpunten wijken sterk af.
-2	Alle of de meeste punten wijken (sterk) af.

B: Aanwezigheid van basenrijk/basenhoudend grondwater in de wortelzone op basis van de kwelfluxkaart (bijlage 12).

Behalve voldoende water is ook de kwaliteit van het grondwater van groot belang bij blauwgrasland: Het water moet voldoende alkalisch zijn om de de zuurgraad op peil te houden, maar in veengebieden mag de alkaliniteit niet te hoog zijn vanwege problematiek van versnelde veenaafbraak. Ook moet het grondwater basenrijk of basenhoudend zijn om in de pH-range waar blauwgrasland voorkomt te zorgen voor zuurbuffering via het kationomwisselcomplex van de bodem.

In onderdeel C komt de eis van grondwaterkwaliteit weer terug, maar dan op basis van eigen onderzoek. Dit omdat niet precies verklaard kan worden of de kwaliteitsverschillen tussen percelen volledig gebaseerd zijn op rivierkwel. Op basis van de kwelfluxkaart (bij hoge rivierstand) is het niet waarschijnlijk dat kwel een grote rol speelt, maar uit eigen onderzoek bleek wel een invloed van kwel.

Gewicht van de randvoorwaarde: 2

Omdat het om de grondwaterkwaliteit in de wortelzone gaat, telt deze factor zwaar mee bij het eindoordeel.

Scores:

Deze zijn gebaseerd op de kwelfluxkaart in bijlage 12:

2	Het grootste deel van het perceel ligt in een gebied waar kwel kan optreden.
1	Een deel van het perceel ligt in een gebied waar kwel kan optreden.
-1	Het perceel ligt voor het grootste deel in een gebied waar kwel en wegzijging verwaarloosbaar zijn.
-2	Het gebied ligt voor meer dan de helft in een gebied waar wegzijging optreedt.

C: Aanwezigheid van basenrijk/basenhoudend grondwater in de wortelzone op basis van het huidige onderzoek.

Op basis van de grondwatermetingen (hoofdstuk 8 en bijlage 24), de pH-profielen (hfdst 6 en bijlage 27, de aangetroffen bodemprofielen bij het bodemonderzoek (bijlage 18) en de tabel met kwelverschijnselen (bijlage 23) is geconcludeerd dat basenrijk/basenhoudend grondwater de wortelzone kan bereiken na afgraven. Dit is een belangrijke eis voor de ontwikkeling van blauwgrasland.

Gewicht van de randvoorwaarde: 2.

Omdat het om de grondwaterkwaliteit in de wortelzone gaat, telt deze factor zwaar mee bij het eindoordeel.

Scores:

Normaal gesproken zou een onderscheid gemaakt worden tussen de hoogte van het percentage “type grondwater” in de grondwatermonsters, maar na interpretatie van de resultaten van het veldonderzoek lijken bodemprocessen een bijdrage te leveren aan de pieken in calciumwaarden (hoofdstuk 8). Deze processen spelen geen rol meer na afgraven, zodat er voor is gekozen om alle percelen dezelfde score te geven vanaf de categorie “basenhoudend water” (aandeel hard grondwater hoger dan 25%).

2	Basenrijk water. Niet toegekend door de kans op beïnvloeding door bodemprocessen.
1	Basenhoudend water (% hard grondwater= 25-50)
-1	Basenarm water (% hard grondwater= 10-24)
-2	Basenloos water (% hard grondwater < 9)

D: De GLG is niet lager dan 50 cm-mv na afgraven bij veenbodems.

Dit is een eis voor ontwikkeling van blauwgrasland die is genoemd door deskundigen in het programma waternood (zie hoofdstuk 4). Bij een GLG lager dan 50 cm kan mogelijk via capillaire opstijging niet meer voldoende grondwater doordringen in de bovenste lagen van de bodem. Percelen kunnen door hun ligging ten opzichte van waterpeilen niet allemaal tot dezelfde diepte worden afgegraven. Binnen de grenzen die besproken zijn in paragraaf 6.1.2 is het gunstig om een zo laag mogelijk maaiveld te krijgen na afgraven.

De weegfactor van deze randvoorwaarde is: 2.

Scores:

Deze zijn gebaseerd op de ligging van percelen in de twee peilgebieden van het waterschap en de twee extra waterpeilen die ZHL bereikt in de regengebieden (zie bijlage 8: vigerend peilbesluit en bijlage 9: stroomrichtingskaart).

De percelen die grenzen aan open sloten, d.w.z. sloten buiten de regengebieden van ZHL, kunnen 10 cm dieper worden afgegraven dan de percelen die grenzen aan afgedamde sloten binnen de regengebieden. Het winterpeil van het waterschap lijkt in de praktijk lager dan in theorie. Daarom wordt dieper afgegraven in PA-zuid.

2	De maximale afgraafdiepte is -25 cm NAP in PA-zuid buiten het regengebied
1	De maximale afgraafdiepte is -15 cm NAP in PA-zuid binnen het regengebied en PA-noord buiten het regengebied
-1	De maximale afgraafdiepte is -5 cm NAP in PA-noord binnen het regengebied
-2	Komt niet voor. Er zijn drie mogelijke afgraafdieptes.

E: De alkaliniteit van het grondwater is vergelijkbaar met die van het huidige blauwgrasland en niet indicatief voor, of het gevolg van interne eutrofiëring (bijlage 24).

Binnen het pH-bereik van blauwgrasland komt de alkaliniteit van het grondwater overeen met de concentratie HCO_3^- . In pure veenbodems is een alkaliniteit hoger dan 2,0 mmol/l een risicofactor voor en indicatie van enige interne eutrofiëring (Lamers et al, 2001). In het huidige blauwgrasland is een alkaliniteit van 3,6 mmol/l gemeten. De kwel in PA is rivierkwel en het kwelwater passeert mogelijk geen kalkrijke lagen, dus een alkaliniteit die veel hoger is dan die van rivierwater (2,6 mmol/l) kan een indicatie zijn voor interne eutrofiëring. Een alkaliniteit in het juiste bereik is daarom belangrijk: Er moet wel sprake zijn van gebufferd grondwater om verzuring tegen te gaan maar een alkaliniteit hoger dan die van hard grondwater is in dit gebied een sterke indicatie voor interne eutrofiëring.

De weegfactor is: 2.

Omdat bij blauwgrasland zowel verzuring als alkalinisering risicofactoren zijn, telt deze factor zwaar mee.

Scores:

De scores zijn gebaseerd op de gegevens in bijlage 24: grondwatermetingen.

Meestal zijn twee metingen uitgevoerd per perceel. Als één van beide metingen niet in de optimale range lag (zie de omschrijving van factor 2), dan is niet meer de maximale score toegekend.

2	De concentratie HCO_3^- is tussen 1.0 mmol/l en 3.0 mmol/l.
1	Deze concentratie is tussen 0.5 en 1.0 of tussen 3.0 en 4.0 mmol/l
-1	Deze concentratie is lager dan 0.5 mmol/l en hoger dan 4.0 mmol/l.
-2	Deze concentratie is hoger dan 6.6 mmol/l.

F: Na afgraven staat, in de winter, het grondwater ongeveer aan of 10 cm onder maaiveld.

Dit is een eis voor blauwgrasland ten aanzien van de oplading van het buffercomplex van de bodem. Hoe nauwkeuriger de oppervlaktewaterstand gestuurd kan worden, hoe geschikter de percelen. Het peil lijkt nauwkeuriger gehandhaafd te worden in PA-noord, de afstroming van het water verloopt van NW naar ZO in het gebied en de inzijging is sterker in PA-zuid (AHN-kaart, Hfdst 3 LESA en Bijlage 9 stroomrichtingkaart).

De weegfactor is: 2.

Mogelijkheid van beheersing van de waterpeilen is een belangrijke factor.

Scores:

2	Het waterpeil heeft na afgraven een geschikte hoogte en kan goed beheerst worden en dit gebeurt in de praktijk (afgelopen winter)
1	Het waterpeil heeft na afgraven regelmatig een geschikte hoogte, maar kan wel eens te diep wegzakken in droge periodes. Dit gebeurt het meest in het zuidelijk regengebied in droge winters.
-1	Het waterpeil heeft na afgraven regelmatig een te lage stand omdat bij voorkeur geen waterinlaat in de winter plaats vindt en het gebied grenst aan een open sloot.
-2	Het waterpeil zal na afgraven niet het juiste waterpeil bereiken in de winter. Dit komt in de praktijk niet voor omdat er dan niet tot de juiste hoogte afgegraven .

G: Percelen zijn ongevoelig voor sulfaat/sulfide-gerelateerde problematiek na afgraven en er heersen mesotrofe omstandigheden in de wortelzone na afgraven.

Uit het huidige onderzoek naar indicatie van water- en oeverplanten in PA (hfdst 7), uit meetgegevens van het waterschap (hoofdstuk 3) en literatuuronderzoek (lijst) blijkt dat met het ingelaten water in PA ook de sulfaatproblematiek wordt binnengehaald. In de plagoever van perceel 12 is dit niet op grote schaal zichtbaar, maar op de middellange termijn kan dit een rol gaan spelen waardoor verzuring en vervuiling een probleem gaan vormen. Bekend is het feit dat het voorkomen van ijzer in de bodem een belangrijke rol speelt in het neutraliseren van de sulfaatgerelateerde bodemreacties. Bij de boringen was duidelijk zichtbaar dat het kleidek ijzer bevat. Opgepompt grondwater smaakt in PA sterk naar ijzer (ervaring bewoner). Onbekend is of de dagzomende laag na afgraven voldoende ijzer bevat om dit probleem te kunnen oplossen. De indicatie van planten bleek niet betrouwbaar genoeg.

Aanwezigheid van klei in de bodem is de beste garantie voor aanwezigheid van ijzer.

Aanwezigheid van ijzer in de bodem is ook een belangrijke factor voor de binding van fosfaat. Een ijzerhoudende bodem kan via fosfaatbinding een buffer vormen tegen de effecten van sulfaat. Het is daarom belangrijk dat klei aanwezig is in de bodem na afgraven van het grootste deel van het kleidek. Daarom is aanwezigheid van klei als maat aangehouden om de gevoeligheid voor de sulfaatproblematiek te scoren én de kansen op mesotrofe omstandigheden in de wortelzone. In dit onderzoek is niet het ijzergehalte in de bodem rechtstreeks gemeten, dus mag de score een niet te grote invloed hebben. Er zijn daarom deze twee belangrijke effecten samen genomen in één scoringsfactor. De weegfactor is: 2.

Scores:

Deze zijn gebaseerd op de aan- of afwezigheid van klei in de bodem na afgraven (zij bijlage 18, 18a en 18b). De scores 2 en -2 zijn niet toegekend, omdat niet voldoende expertise aanwezig is om meer gedetailleerde scores toe te kennen en omdat in 2008 vaak minder diep geboord is dan in 2014.

2	Deze score is niet toegekend.
1	De bodem, na afgraven, bestaat grotendeels uit klei, venige klei of kleig veen.
-1	De bodem, na afgraven, bestaat grotendeels uit veen.
-2	Deze score is niet toegekend.

H: Er kan schoon oppervlaktewater zijdelings het perceel binnendringen in droge periodes.

Uit het onderzoek is gebleken dat er verschil in kwaliteit is van slootwater op diverse locaties in PA (zie hoofdstuk 7). De zijdelingse indringing reikt niet verder dan drie meter, maar dat kan na plaggen en verwijderen van de kleideklaag toch van invloed zijn op de vegetatie en verdroging aan de randen tegengaan. Verder is bij incidentele niet geplande inundatie het van belang dat dit gebeurt met schoon water.

De weegfactor is: 1.

Scores:

De scores zijn gebaseerd op gegevens uit bijlage 19.

2	Het water is aan minimaal één zijde van het perceel schoon, dwz $Cl^- < 12$ mg/l.
1	Het water is aan minimaal één zijde van het perceel nauwelijks beïnvloed, dwz $Cl^- = 12-40$ mg/l.
-1	Het water is aan beide zijden van het perceel licht beïnvloed, dwz $Cl^- = 40-80$ mg/l.
-2	Het water is minimaal aan één zijde matig beïnvloed, dwz: $Cl^- > 80$ mg/l.

I: Er kan mesotroof oppervlaktewater zijdelings het perceel binnendringen in droge periodes.

Voor blauwgrasland is een beperking in de beschikbaarheid van fosfaat van belang. In het concept Natura2000-beheerplan (Provincie Zuid-Holland, 2014) is aangegeven dat het inlaatwater voor wat fosfaat betreft mesotroof is (0,08 mgP/l). Uit het onderzoek van indicatiewaarden van waterplanten zijn verschillende waarden aangetroffen voor voedselrijkdom van het water. Bij zijdelings binnendringen of incidentele inundatie van het afgegraven perceel is het van belang dat het oppervlaktewater mesotroof is. In H4 is aangegeven dat de range voor blauwgrasland 0,04 – 0,07 mgP/l is.

De weegfactor is: 1.

Scores:

De scores zijn gebaseerd op gegevens uit bijlage 22a en 22b.

2	De concentratie fosfaat in het oppervlaktewater is lager dan 0,07 mgP/l aan twee zijden.
1	De concentratie fosfaat in het oppervlaktewater is lager dan 0,10 mgP/l aan minstens één zijde.
-1	Bovenstaande concentratie is tenminste aan één zijde hoger dan 0,10 mgP/l.
-2	Bovenstaande concentratie is aan twee zijden van het perceel hoger dan 0,10 mgP/l.

J: Zuurbuffering via CEC aan het bodemcomplex is mogelijk na afgraven.

Om zuurbuffering via het bodemcomplex mogelijk te maken is het belangrijk dat een mengsel van klei en veen aanwezig is tot 50 cm onder maaiveld. Dat is namelijk de maximale GLG voor blauwgrasland in veengebieden.

Uit de grondboringen van dit onderzoek en die van 2008 zijn er verschillen in bodemprofielen aangetoond (bijlage 18).

De weegfactor is: 1.

Scores:

Na afgraven tot de maximale diepte is er in het perceel:

2	klei aanwezig in alle bodemlagen tot 50 cm –mv in alle beoordeelde bodemprofielen (of in de ruime meerderheid van de metingen bij verscheidene metingen in 2008).
1	Klei aanwezig in alle bodemlagen tot 50 cm –mv in tenminste één of de helft van de metingen.
-1	Klei aanwezig in de helft of minder van de boringen tot een diepte van tenminste 25 cm –mv.
-2	Puur veen aanwezig over de volle diepte onder een eventueel nog resterend kleidek van minder dan 10 cm.

K: Er is schoon grondwater in de wortelzone.

De kwel in Polder Achthoven bestaat uit rivier- en boezemkwel, die mogelijk enige vervuiling bevat. Schoon water in de wortelzone is dus niet vanzelfsprekend, maar wel belangrijk bij het ontwikkelen van blauwgrasland. Informatie hiervoor is afkomstig uit de grondwatermetingen. Bij meerdere metingen per perceel zijn hiervoor de gemiddelde waarden genomen.

De weegfactor is: 1.

Scores:

Deze zijn gebaseerd op de gemiddelde gemeten waarden per perceel (zie bijlage 24).

2	Het grondwater is schoon, dwz $\text{Cl}^- < 12 \text{ mg/l}$.
1	Het grondwater is nauwelijks beïnvloed, dwz $\text{Cl}^- = 12\text{-}40 \text{ mg/l}$.
-1	Het grondwater is licht beïnvloed, dwz $\text{Cl}^- = 40\text{-}80 \text{ mg/l}$.
-2	Het grondwater is matig beïnvloed, dwz: $\text{Cl}^- > 80 \text{ mg/l}$.

L: Bodem-pH en/of de pH van het grondwater in de wortelzone is binnen het kernbereik van blauwgrasland.

De pH is een belangrijke factor voor de duurzaamheid van blauwgrasland. In 5 percelen waar momenteel nog geen blauwgrasland aanwezig is (4, 5, 6, 12 en 35) is de bodem-pH gemeten. Alle percelen bevinden zich momenteel binnen het kernbereik (zie par 4.2) van blauwgrasland (pH-KCl op 25 cm –mv). Of dit het geval is na afgraven wordt geschat op basis van de huidige bodem-pH 30 cm lager in het profiel: (pH-KCl op 55 cm –mv). Waar geen pH-profielen zijn gemaakt wordt de pH van het grondwater als maat genomen voor de score van een profiel.

De weegfactor is: 1.

Scores:

2	De hoogte van de bodem-pH of de pH van het grondwater is binnen het kernbereik, maar aan de hoge zijde van dit bereik of hoger dan het kernbereik (maximaal 0,5 punt). Na afgraven zal enige regenwaterinvloed plaatsvinden waardoor waarden in het kernbereik blijven of komen.
1	Deze waardes liggen in het midden of aan de lage zijde van het kernbereik waardoor ze na afgraven in het kernbereik blijven of in het aanvullende bereik kunnen komen aan de zure kant. Of ze liggen in het basische bereik tussen 0,5 en 1,0 punt buiten het kernbereik.
-1	Deze waardes liggen meer dan 1,0 punt buiten het kernbereik aan de basische kant.
-2	Deze waardes liggen in het aanvullend bereik aan de zure kant of lager.

Overige randvoorwaarden

De volgende randvoorwaarden zijn geen ecologische randvoorwaarden voor blauwgrasland, maar randvoorwaarden die te maken hebben met prioriteiten van de opdrachtgever.

Op basis van het huidig onderzoek zijn de weegfactoren voor deze randvoorwaarden ingesteld op 0: In de totaalscore voor elk perceel op geschiktheid voor het ontwikkelen van blauwgrasland door afgraven spelen de volgende randvoorwaarden dus geen rol. Per randvoorwaarde wordt de motivatie hiervoor aangegeven. Bij de uiteindelijke keuze voor de percelen kan alsnog een gewichtsfactor worden toegekend.

M: De weidevogelpopulatie ondervindt geen verstoring door de ontwikkeling van blauwgrasland.

Uit het onderzoek blijkt dat alle huidige weidevogels (H5) kunnen broeden in blauwgrasland en dat vroeger ook gedaan hebben toen blauwgrasland nog op veel plaatsen voorkwam. Het afgraven van de percelen en de eerste ontwikkeljaren zullen waarschijnlijk vooral verstoring zijn voor grutto's.

De weegfactor is: 0. De ontwikkeling van blauwgrasland heeft namelijk een hogere prioriteit dan de instandhouding van de weidevogelpopulatie vanuit de Natura-2000 eisen. Na berekening van het aantal hectares blauwgrasland dat redelijkerwijs ontwikkeld kan worden kan alsnog besloten worden enkele percelen niet af te graven als voldoende hectares overblijven binnen de PAS-overeenkomst.

Scores:

2	Er zijn geen territoria van weidevogels aanwezig.
1	Er zijn geen grutto- of tureluurterritoria aanwezig.
-1	Er zijn grutto- of tureluurterritoria aanwezig op het perceel.
-2	Het perceel wordt intensief gebruikt door grutto's.

N: Er is geschikt oppervlaktewater aanwezig om percelen te kunnen beregenen of incidenteel te inunderen.

Uit het onderzoek is gebleken dat alle oppervlaktewater waarschijnlijk een te hoog sulfaatgehalte heeft om het verantwoord te kunnen inzetten als inundatiewater. Onderzoek in andere veengebieden leidde tot de conclusie dat inunderen risicovol is en dat tegengaan van verzuring door inundatie beter kan worden uitgevoerd tijdens aanwezigheid van zuurstof in de bodem, dus door beregening in de winter.

Weegfactor is: 0. Inundatie niet toepassen voor laboratoriumonderzoek is uitgevoerd naar sulfaatgehalte en voedselrijkdom in de periode van inundatie.

Scores:

De scores zijn gebaseerd op het huidige uitgevoerde onderzoek aan oppervlaktewater (hfdst 7 en bijlage 19). Onderzoek naar sulfaatgehalte en voedselrijkdom maakte daar geen onderdeel van uit!

2	Er is schoon oppervlaktewater om te inunderen ($\text{Cl}^- < 12\text{mg/l}$).
1	Er is nauwelijks beïnvloed oppervlaktewater om incidenteel mee te inunderen ($\text{Cl}^- 12 - 40\text{mg/l}$).
-1	Er is licht beïnvloed oppervlaktewater ($\text{Cl}^- = 40-80\text{mg/l}$).
-2	Er is matig beïnvloed oppervlaktewater ($\text{Cl}^- > 80\text{mg/l}$).

9.3 Conclusies op basis van de classificatie

Het toekennen van een score aan alle percelen op basis van deelonderzoeken leidt er met behulp van toepassing van de Harris scale toe dat er verschillen zijn gevonden in de geschiktheid van percelen voor het ontwikkelen van blauwgrasland.

Percelen met de gunstigste perspectieven liggen in Polder Achthoven-noord. Dit is enigszins verrassend, omdat die het verst weg liggen van het huidige blauwgrasland. De hoogste score heeft perceel 37. Dit perceel was aan het begin van het onderzoek bijna vooraf uitgesloten vanwege de ligging op de bodemkaart in de drechtvaaggronden. Vanwege het hoge maaiveld kan er voldoende klei worden afgegraven om blauwgrasland te ontwikkelen.

De meest gunstige percelen om af te graven zijn, op volgorde van aflopende geschiktheid: perceel 37, 32, 35 en 34, 24, 6, 7.

Het gezamenlijke oppervlakte van bovengenoemde percelen is meer dan ca. 14 ha en hiermee zou de doelstelling van ontwikkeling van ten minste 3,2 ha blauwgrasland mogelijk moeten zijn, waarbij de kanttekening is dat 1 hectare afgraven grond niet netto 1 ha blauwgrasland zal opleveren.

Opvallend is de lage score van perceel 4, 8, 11 en 12. Perceel 12 is op alle deelaspecten onderzocht. De hoog scorende percelen kunnen veelbelovend zijn of een grotere kans hebben om op de lange termijn stabiel te blijven, dwz minder risico lopen op verzuring en verruiging.

In een aantal deelaspecten speelt de aanwezigheid van klei in het bodemprofiel een rol.

Aanwezigheid van klei kan een aantal risico's verkleinen maar betekent mogelijk ook dat het ontwikkeltraject naar blauwgrasland van een goede kwaliteit langer is dan wanneer bewust gekozen wordt voor een zo weinig mogelijke bodem na afgraven. Omdat het kleidek gemiddeld 10 cm dunner is in Polder Achthoven-zuid en de ondergrond veniger zou de ontwikkeling van blauwgrasland sneller kunnen gaan in PA-zuid. In perceel 12 is na 8 jaar dotterbloemhooiland aanwezig met het vegetatietype 16Ab04B. In theorie zou zich hieruit blauwgrasland kunnen ontwikkelen, maar de uitkomst is nog onzeker op dit moment.

10 EINDCONCLUSIES, AANBEVELINGEN EN REFLECTIE

10.1 Eindconclusies

Ontwikkeling van blauwgrasland

Op basis van het uitgevoerde bureau- en veldonderzoek kan geconcludeerd worden dat er in Polder Achthoven potentie is voor het ontwikkelen van blauwgrasland. Er treedt (alleen bij hoogwaterpeil van de lek) n.l. waarschijnlijk enige kwel op in het noordelijk en middendeel van Polder Achthoven. In het zuidelijk deel is echter sprake van wegzijging, waarschijnlijk veroorzaakt door het grote peilverschil met de nabijgelegen Alblasserwaard en het hogere peil in PA ten opzichte van de overige omliggende polderpeilvlakken. De huidige blauwgraslandpercelen profiteren gedeeltelijk van boezemkwel uit het Zederikkanaal, maar de invloed reikt niet ver omdat kwel wordt weggevangen door de watergang aan de voet van de dijk en door een groot peilverschil aan weerszijden van het boezemkanaal, waardoor de meeste kwel in de richting van de Alblasserwaard verdwijnt. Door de geringe mate van kwel is het belangrijk dat maaiveldverlaging gerealiseerd wordt. Door het afgraven van (delen van) percelen ontstaat een situatie waarbij in de wortelzone waarschijnlijk voldoende basenrijke omstandigheden ontstaan voor ontwikkeling van blauwgrasland.

Onder invloed van bodemprocessen als gevolg van verzuring en verdroging is sprake van een alkaliniteit in de bodem die aan de hoge kant is voor blauwgrasland.

De vorming van regenwaterlenzen kan waarschijnlijk niet voorkomen worden, maar door de manier van afgraven kan afstroming van regenwater naar open greppels en sloten gestimuleerd worden (Kerkhof, 2010).

Hoe de effecten van alkalinisering van de venige bodem en de vorming van regenwaterlenzen op elkaar inwerken is niet bekend, maar het lijkt mogelijk dat, lokaal, door menging van verschillende watertypes de processen van verzuring en alkalinisering elkaar enigszins kunnen opheffen.

Niet alle percelen zijn waarschijnlijk even geschikt voor ontwikkeling van blauwgrasland: met behulp van de classificatiematrix (bijlage 28) is een rangorde opgesteld in de geschiktheid van percelen om te worden afgegraven.

Blauwgrasland en weidevogels

De inrichting van nieuwe percelen voor blauwgrasland vormt geen bedreiging voor de populatie weidevogels in Polder Achthoven. Alleen grutto's en tureluurs zullen de eerste jaren na afgraven van percelen een ongeschikt habitat aantreffen. Afgraven van perceel 7, waar de grootste concentratie van gruttoterritoria zich bevindt, is om die reden waarschijnlijk nadelig. Uit de scoring van alle percelen staat perceel 7 op de 7de plaats, waardoor er geen problemen hoeven te ontstaan.

Duurzaamheid

Door de geringe kwelintensiteit en het uitblijven van natuurlijke inundaties is zuurbuffering via het kationomwisselingsproces vooral afhankelijk van de bestaande bodemcapaciteit van de klei/veenbodem. Alhoewel op kleigronden deze buffercapaciteit wel langer gehandhaafd kan worden is die capaciteit wel eindig. Hierdoor en door de vorming van regenwaterlenzen kan het gewenst zijn om op den duur te inunderen met oppervlaktewater. Uit het literatuur- en veldonderzoek blijkt dat inundatie een serieus risico met zich meebrengt ten aanzien van eutrofiëring en sulfaatproblematiek.

10.2 Aanbevelingen

Aanvullend onderzoek gewenst

- Voordat afgegraven gaat worden is het belangrijk dat in de betreffende percelen en de sloten er omheen verder onderzoek plaatsvindt naar de concentraties van nitraat, fosfaat en sulfaat in oppervlaktewater, bodemvocht en grondwater.
- Inundatie van percelen als herstelbeheer voor verzuring wordt afgeraden zolang gehalten van de opgeloste stoffen nitraat, fosfaat en sulfaat niet rechtstreeks zijn gemeten. Ook dan blijft het nog onzeker of inundatie verantwoord is omdat voedingsstoffen ook in zwevend slib aanwezig zijn dat achterblijft na inundatie (mededeling de heer M. Jalink).
- Bodemonderzoek is gewenst naar het voorkomen van ijzer in de bodemlaag die dagzoomt na afgraven. Het kan voorkomen dat snel verzuring en eutrofiëring optreedt na afgraven.

Perceelkeuze, afgraaflocaties en –diepte

- Op basis van het huidige onderzoek zijn de meest gunstige percelen om af te graven respectievelijk: perceel 37, 32, 35 en 34, 24, 6, 7. De classificatiematrix waarop deze keuze gebaseerd is staat in bijlage 28. In bijlage 28a is dit advies weergegeven op de kaart van Polder Achthoven.
- De aanwezigheid van kwelwater in sommige sloten maakt het zinvol om de afgraaflocaties langs de slootkanten te kiezen. Er zijn sloten met schoon en waarschijnlijk relatief mesotroof water, waardoor geprofiteerd kan worden van zijdelings inzijgen van oppervlaktewater vanuit de sloot in droge periodes. In Kerkhof (2010) worden adviezen beschreven over de techniek van het afgraven en de optimale vorm van de percelen of afgraafstroken.
- De optimale afgraafdiepte van alle percelen is berekend en weergegeven in bijlage 18a en 18b.

Overleg met het waterschap

- De aanbevolen afgraafdiepte in percelen in PA-zuid is gebaseerd op het tijdens veldmetingen waargenomen winterpeil van het waterschap. Dit was lager dan het vastgestelde peil. Als dit peil verhoogd kan worden zonder inlaat van oppervlaktewater zou minder diep afgegraven hoeven te worden in PA-zuid.
- De sloot tussen het boezemkanaal en perceel 3(Lage en Ruige Kikker) is vrij breed en diep en vangt mogelijk kwelwater af, dat daardoor niet ver Polder Achthoven kan binnendringen via het oppervlakkig grondwater. De invloed van boezemkwel zal waarschijnlijk verder reiken als deze sloot gedempt of verondiept wordt.

Overige aanbevelingen

- Om afstroming van regenwater naar de sloten mogelijk te maken is het belangrijk dat geen slootvegetatie of slootbagger achterblijft na het schonen van de sloten. In veel percelen zijn vrij hoge randen langs sloten aanwezig, zelfs in het huidige blauwgrasland. Om verzuring van deze percelen tegen te gaan is het goed om die randen te verwijderen en geen materiaal meer op de kant achter te laten.
- De waterkwaliteit in sloot 4/5, de sloot met de langste aanvoerroute voor inlaatwater, is volgens de huidige metingen beter voor blauwgraslandontwikkeling dan de huidige kwaliteit van de twee geïsoleerde sloten rond het huidige blauwgrasland. Om te beslissen of opheffen van de isolatie gunstig is zouden uitgebreidere metingen verricht kunnen worden o.a. naar de gehalten van nitraat, fosfaat en sulfaat in het oppervlaktewater op verschillende momenten in het jaar in de drie betreffende sloten.

10.3 Reflectie

Het was een logische wens van de opdrachtgever: “Graag een advies op perceelniveau”. In de praktijk bleek het een flinke opgave om alle gevonden verschillen tussen en binnen percelen te interpreteren. Vanuit verschillende invalshoeken en met gebruik van verschillende methodes is de opdracht uitgewerkt. De ene methode bleek meer geschikt dan de andere, maar uiteindelijk konden alle resultaten naast elkaar gezet worden en beoordeeld. Er werden geen tegenstrijdigheden gevonden in de resultaten die met verschillende methodes zijn gevonden, maar wel bleek de interpretatie soms moeilijk. Vaak bevestigden de meetgegevens de ideeën die waren gevormd op basis van het literatuuronderzoek.

De grondboringen toonden aan dat er veel locale variatie in de ondergrond voorkomt. De dikte van het holocene kleidek was goed vast te stellen. De heer D. Kerkhof liet uit kennis en ervaring weten dat de dikte van het kleidek een belangrijke rol speelt bij blauwgraslandontwikkeling in klei-op-veen-gebieden. De profielbeschrijvingen bleken zinvol om inzicht te krijgen in de samenstelling van de bodem/ondergrond na afgraven. Deze informatie is gedocumenteerd zodat bij een eventueel volgend onderzoek gebruikt gemaakt kan worden van deze informatie. In dit onderzoek konden ook de boorresultaten van eerder onderzoek gebruikt worden (Kerkhof, 2010).

Het hydrologisch onderzoek bestond o.a. uit het meten van de waterkwaliteitsparameters: pH, calcium- en chloridegehaltes, EGV en de alkaliniteit. Deze zijn gemeten in het grondwater rond 50 cm –mv. Dit leek een logische keuze omdat het direct iets zegt over de omstandigheden rond de wortelzone van de vegetatie. De deskundige op het gebied van ecohydrologie, de heer M. Jalink liet weten dat het moeilijk is om op die meetdiepte de meetwaarden te interpreteren omdat pH, calcium en bicarbonaat erg gevoelig zijn voor bodemprocessen en er ook op die diepte interacties zijn met inzijsend oppervlaktewater en regenwater. Het EGV is daarvoor minder gevoelig en chloride wordt als inert beschouwd. Met behulp van de verworven inzichten uit de LESA, gezochte literatuur en vergelijking van de resultaten met metingen op andere momenten in het gebied en de regio, was een voorzichtige interpretatie van de resultaten mogelijk.

Tijdens het onderzoek en het maken van de LESA werd duidelijk dat invloed van sulfaat te verwachten is in dit klei-op-veengebied. Dit kan samen gaan met interne eutrofiëring van de bodem in Polder Achthoven. Aanwezigheid van ijzer in de bodem kan bufferend werken op de negatieve effecten van sulfaatreductie. Meetgegevens ten aanzien van voedselrijkdom, sulfaatgehalte en ijzergehalte van de bodem zijn niet rechtstreeks gemeten, maar indirect via indicatie van waterplanten op een beperkt aantal locaties. De gekozen methode van plantenindicatie was zeer waardevol om ervaring mee op te doen, maar het bleek niet de meest efficiënte methode om gegevens te verzamelen voor deze parameters. Nader onderzoek naar deze parameters is daarom ook nog gewenst.

Er bleken weinig plantensoorten een indicatie te hebben voor de concentraties fosfaten, nitraten en het ijzergehalte van de slootbodem. Sulfaatgevoelige waterplanten komen nog voor in sloten met verhoogde sulfaatwaarden in PA, dus de methode is niet betrouwbaar en gevoelig genoeg gebleken voor het huidige doel. Wel bleken de meetwaarden van parameters die ook met veldtests gemeten waren in dezelfde range te liggen, dus de indicatiewaarden waren daardoor wel bruikbaar.

Met het samenstellen en interpreteren van pH-profielen is waardevolle informatie beschikbaar gekomen. Er was een beperkt aantal metingen, maar de patronen kwamen overeen met bevindingen uit de LESA: een geringe kwelinvloed, aanwezigheid van inzijsingsprofielen en regenwaterlenzen. Kwelprofielen in de plagstroken wijzen in de richting van een bevestiging van de keuze voor afgraven, n.l. een hogere bodem-pH, die hoger in het profiel voorkomt na afgraven.

Tijdens het onderzoek zijn veldtests gebruikt. In de praktijk bleken deze goed uitvoerbaar. Waar de gevonden waarden vergeleken konden worden met data uit laboratoriumonderzoek dat eerder was uitgevoerd in PA of elders in de regio werden vergelijkbare waarden gevonden.

Met behulp van de methode van watertypering volgens de Driehoek van Van Wirdum konden verschillen tussen percelen en sloten worden benoemd. Deze typering was bruikbaar voor de beoordeling of percelen verschillen in de mate waarin zij voldoen aan de randvoorwaarden voor blauwgrasland. De methode bleek minder bruikbaar om de feitelijke herkomst van kwelwater/grondwater te achterhalen, omdat rivierkwel kalkhoudend en beïnvloed is en omdat de ondergrond erg heterogeen is in PA, waardoor de kalkhoudendheid en doorlatendheid van de bodem lokaal kan variëren. Voor dit onderzoek was dat geen groot bezwaar, omdat er ook literatuur beschikbaar was over aanwezigheid van rivierkwel in PA.

Met de Harris scale is een methode gevonden om meetresultaten en inschattingen van kansen en risico's bij elkaar te plaatsen. Door scores en weegfactoren toe te kennen ontstaat een rangorde in de mate van geschiktheid van percelen voor blauwgraslandontwikkeling. De uitkomst van het geheel is daarmee transparant en bespreekbaar.

LITERATUURLIJST

- Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink (1992). Ecologisch onderzoek locatie Lexmond. Een studie naar de ecologische effecten van de voorgenomen uitbreiding van de winning bij pompstation De Laak te Lexmond van 8 naar 12 miljoen m³/jaar. Rapport SWO-91.308. Nieuwegein: KIWA N.V.
- Aggenbach C., M.H. Jalink (2005). Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in boezemlanden. Driebergen: Staatsbosbeheer.
- Barendregt, A., B. Beltman. (2007). Natte schraallanden vol met Rode lijstsoorten. De Levende Natuur 108 (3): 75-76.
- Beltman, B., A. Barendregt (2007). Herstelmaatregelen in verzuurde schraallanden in laag-Nederland. De Levende Natuur 108 (3) blz 87-92.
- Beije, H.M., A.J.M. Jansen, Q.L. Slings, N.A.C. Smits (2012). Herstelstrategie H6410: Blauwgraslanden, Deel II – versie november 2012 - 580.
- Berendsen, H. J. A. (2004). De vorming van het land. Inleiding in de geologie en de geomorfologie. Assen: Van Gorkum.
- Berendsen, H.J.A. (2008). Landschap in delen. Overzicht van de geofactoren, vierde herziene druk. Assen: Van Gorkum.
- Biesheuvel, A. (2002). Over het voorkomen en de afbraak van pyriet in de Nederlandse ondergrond. Deventer: Witteveen+Bos, Werkgroep Pyriet, ZZIW2036.
- Bloemendaal, F.H.J.L, J.G.M. Roelofs (red.) (1988). Waterplanten en waterkwaliteit. Utrecht: Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.
- Bobbink, R., D. Bal, N.A.C. Smits, A.J.P. Smolders (2012). Biogeochemische mechanismen in natte ecosystemen. Ministerie van Economische zaken: Pas.natura2000.nl/herstelstrategieën Deel 1, Intermezzo 1.
- Boer, Th. A., L.J. Pons (1960). Bodem en grasland in de Vijfheerenlanden. Wageningen, Pudoc.
- Boer, V. de (2007). Broedvogels in terreinen van het Zuid-Hollands Landschap in de Krimpenerwaard en de Vijfheerenlanden in 2007. SOVON-inventarisatierapport 2007/26. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.
- Boer, V. de (2012). Broedvogels in terreinen van het Zuid-Hollands Landschap in de Vijfheerenlanden in 2012. SOVON-rapport 2012/28. Nijmegen: SOVON Vogelonderzoek Nederland.
- Bongers, M.G.H., J. Spoelstra (1999). Waterkwaliteit in de ecohydrologie. Velp: Hogeschool Larenstein.
- Boshoven, E.H., A. Buesink, H.M.M. Geerts, J.S. Krist, L.A. Tebbens, J.M.J. Willems (2009). Regio Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Een archeologisch inventarisatie, verwachtings- en beleidsadvieskaart. BAAC-rapport V-08.0185. Deventer, 's Hertogenbosch: BAAC, onderzoeks- en adviesbureau.

Concept Gebiedendocument Zouweboezem. Natura-2000 gebied 105 (2007). Ministerie van Economische zaken: Natura 2000. Via www.synbiosys.alterra.nl.

Delft, S.P.J. van, G.H. Stoffelsen, F. Brouwer (2007). Natuurpotentie van Zwartebroek en Allemanskamp. Ecopedologisch onderzoek naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Alterrarapport 1550. Wageningen: Alterra.

Delft, S.P.J. van, F. Brouwer, R.H. Kemmers (2008). Natuurpotentie Schraallanden Wielrevelt. Ecopedologisch onderzoek naar de mogelijkheden voor natuurontwikkeling. Wageningen: Alterra, Alterra-rapport 1658.

Delft, S.P.J. van, R.H. Kemmers (2013). Natuurontwikkeling graslanden kwelrijke flank Oostelijke Vechtplassen. Resultaten van een ecopedologisch en bodemchemisch onderzoek. Alterra-rapport 2415. Wageningen: Alterra.

Geld, J. van der, N. Groen, R. Van 't Veer (2013). Weidevogels in een veranderend landschap. Meer kleur in het grasland. Zeist: KNNV Uitgeverij.

Geomorfologische Kaart van Nederland. Schaal 1: 50.000 (2008). Wageningen: Alterra.

Groningen, C.L. (1989). De Vijfheerenlanden met Asperen, Heukelum en Spijk. Zeist: Rijksdienst voor de Monumentenzorg/ Den Haag: SDU uitgeverij.

Grootjans, A., R. H. Kemmers, H. Evers, E. Adema. (2007) Restauratie van schraallanden op veengronden door afgraven en vernatten. De levende Natuur, 108 (3) blz 108-113.

Harbers, P. (1981). Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50.000, toelichting bij kaartblad 38 oost Gorinchem. Wageningen: Stiboka.

Hoogers, B.J., H. Van Oeveren (1983). Herkenning van de voornaamste water- en oeverplanten in vegetatieve toestand. Wageningen: Pudoc.

Jalink, M.H., A.J.M. Jansen, A.F.M. Meuleman. (1996). Hydro-ecologie van veenweidegebieden. Voorstudie naar de rol van kwel en andere waterstromen bij het behoud van schraalgraslanden. Nieuwegein: KIWA N.V.

Jalink, M.H., J. Grijpstra, A.C. Zuidhoff (2003). Hydro-ecologische systeemtypen met natte schraallanden in pleistoceen Nederland. Ede: Expertisecentrum LNV.

Jansen, P.C. (2001). Inventarisatie van waterkwaliteit voor ecologische doeleinden. Alterra-rapport 185. Wageningen: Alterra.

Kemmers, R.H., P.C. Jansen, S.P.J. van Delft (2000). De regulatie van de basentoestand in kwelafhankelijke schraalgraslanden en laagvenen. OBN-Rapport nr 8. Wageningen: Expertisecentrum LNV.

Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft, F.P. Sival, P.C. Jansen. (2004). Evaluatie van Basen- en voedingstoestand 10 jaar na bevloeiing in enkele OBN-referentieprojecten van natte schraallanden. Rapport EC-LNV nr. 2004/277-O. Ede: Expertisecentrum LNV.

Kemmers, R.H., F. Brouwer, S.P.J. van Delft, M. Knotters, M.M. van der Werff (2008). Bodemchemisch en –geografisch onderzoek Oldematen. Randvoorwaarden voor natuurdoelen in het kader van Natura 2000. Alterra-rapport 1784. Wageningen: Alterra.

Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft, M.C. van Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar, H. Smeenge. (2011). De Landschapssleutel. Een leidraad voor landschapsanalyse. Alterra-rapport 2140. Wageningen: Alterra.

Kerkhof, D. (2010). Herstelplan Blauwgrasland Achthoven. Interne rapportage Stichting Zuid-Hollands Landschap.

Kerkhof, D. (2006). Nieuw schraalland in de Krimpenerwaard. De Levende Natuur 107 (4) blz 162-169.

Kleunen, A. van & P. de Nobel (2002). Broedvogels van terreinen van het Zuid-Hollands Landschap in de Vijfheerenlanden en Nieuwe-Leeuwenhorst in 2002. SOVON-inventarisatierapport 2002/13. Beek-Ubbergen: SOVON Vogelonderzoek Nederland.

Lamers, L., M. Klinge & J. Verhoeven. (2001). OBN preadvies laagveenwateren. Wageningen: Expertisecentrum LNV.

Locher, W.P. & H. De Bakker (red.) (1990). Bodemkunde van Nederland. Deel 1, Algemene bodemkunde. Den Bosch: Malmberg.

Lyon, M.J.H. de, J.G.M. Roelofs. (1986). Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid. Deel 1 en 2. Nijmegen, KUN Laboratorium voor aquatische ecologie.

Meijden, R. Van der (2005). Heukels' Flora van Nederland, 23-ste druk. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.

Ministerie van Economische zaken (2013). Aanwijzingsbesluit Natura-2000 gebied Zouweboezem. Via www.rijksoverheid.nl/natura2000.

Ministerie van Economische zaken (2008), Laagveenlandschap. Via <http://pas.natura2000.nl/>

Pot, R. (2007). Veldgids Water- en oeverplanten, 2^e druk. Zeist: KNNV-uitgeverij & Utrecht: Stowa.

Pot, R., W. Schippers (2000). Natuurvriendelijke oevers: Water- en oeverplanten. CUR-publicatie 205. Gouda: Stichting CUR.

Profiel document Habitatype 'Blauwgraslanden' (H6410) (2008). Ministerie van Economische zaken: Natura 2000. Via www.synbiosys.alterra.nl.

Provincie Zuid-Holland (2014). Beheerplan bijzondere natuurwaarden Zouweboezem. Concept ontwerpbeheerplan, versie 26 maart 2014.

Royal Haskoning (2010). Toelichting peilbesluit Alblasserwaard. Rotterdam: Royal Haskoning.

Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte, S.M. Hennekens (2009). Ecologische vereisten habitattypen KWR 09.018, februari 2009. Nieuwegein: KWR.

Runhaar, J., C. Maas, A.F.M. Meuleman, L.M.L. Zonneveld. (2000). NOV-rapport 9-2. Lelystad: RIZA.

Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder, E.J. Weeda. (1996). De Vegetatie van Nederland deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen, droge heiden. Leiden, Opulus Press.

Schaminée, J.H.J., K. Sýkora, N. Smits, M. Horsthuis. (2010). Veldgids Plantengemeenschappen van Nederland. Zeist: KNNV Uitgeverij.

Smolders, A.J.P., L.P.M. Lamers, E.C.H.E.T. Lucassen, G. Van der Velde, J.G.M. Roelofs. (2006). Internal eutrophication: How it works and what to do about it. Chemistry and Ecology Vol.22, No 2, 2006, 93-111.

Steenvoorden J.H.A.M., H.P. Oosterom. (1975). Een onderzoek naar de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in de vijfheerenlanden. Nota 849. Wageningen ICW.

Stichting Het Zuid-Hollands Landschap (2007). Polder Achthoven, Beheerplan 2007-2012.

Timmer, H., C.J. Hemker en M.W. Kortleve (1992). Grondwaterwinning Alblasserwaard en Vijfheerenlanden. Vergunningonderbouwend onderzoek uitbreiding grondwaterwinning Lexmond tot 12 miljoen m³/jaar. Deelrapport 1: Geohydrologisch onderzoek. N.V. WZHO.

Verbraeck, A. (1970). Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland, schaal 1: 50.000, blad Gorinchem-Oost (38 O). Haarlem: Rijks Geologische Dienst.

Verdonschot, P.F.M., R. Loeb (2008). Effecten van grondwatertoevoer op oppervlaktewater. Een casestudie in twee natuurgebieden. Alterra-rapport 1752. Wageningen: Alterra.

Weeda, E.J., J.H.J. Schaminée, L. Van Duuren (2002). Atlas van Plantengemeenschappen in Nederland, deel 2. Utrecht: KNNV-uitgeverij.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra, T. Westra (2003). Nederlandse Ecologische Flora. Wilde planten en hun relaties, deel 1 t/m 5, herdruk 2003. Zeist/Amsterdam: KNNV-uitgeverij/IVN.

Weeda, E.J. (2011). Vanuit de rand gezien. Een vegetatieonderzoek van sloten en wallen in het boerenland van de Noordelijke Friese Wouden. Alterra-rapport 2127. Wageningen, Alterra.

Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo, 1971. Wilde planten - flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 2: Het lage land. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.

Wirdum, G. van (1991). Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Maastricht: Uitgeverij Datawyse.

Witteveen+Bos (2013). Toelichting op het GGOR/peilbesluit Vijfheerenlanden inclusief beschrijving GGOR Vijfheerenlanden, TL217-3. Deventer: Witteveen+Bos.

Geraadpleegde bronnen:

Programma Synbiosys
Programma Waternood-versie 3
Dinoloket