

Ecohydrologisch onderzoek en planuitwerking Galgenslat en Steenhaarplas

**In het kader van de uitwerking van PAS-maatregelen in het westelijke
deel van het Buurserzand**

Definitief rapport

Zwolle, november 2017

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

E-mail: hullenaar@live.com

Projecttitel: Ecohydrologisch Onderzoek en planuitwerking Galgenslat en Steenhaarplas

Opdrachtgever: Natuurmonumenten

Auteurs: J.S. Bell en J.W. van 't Hullenaar

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande toestemming van de projectuitvoerder en opdrachtgever.

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Gebiedsbeschrijving	4
2.1	Topografische situatie	4
2.2	Geologie en geohydrologische opbouw	8
2.3	Geomorfologie	8
2.4	Bodem	10
2.5	Grondwatersysteem	11
2.6	Vegetatie	12
3	Analyse grondwaterstandsverloop	15
3.1	Inleiding	15
3.2	Resultaten per meetpunt	17
3.3	Totaalbeeld	22
4	Veldonderzoek	23
4.1	Methode	23
4.2	Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem	26
4.3	Resultaten onderzoek grondwatersysteem	28
4.4	Belangrijkste resultaten hydrochemisch onderzoek	30
4.5	Resultaten bodemkundig onderzoek	33
4.6	Belangrijkste resultaten bodemchemisch onderzoek	34
5	Synthese, conclusies en herstelmogelijkheden	35
6	Aanpassing van de inrichting en het gebruik	40
6.1	Inleiding	40
6.2	Aanpassing van de inrichting en het gebruik van de landbouwgronden aan de noord- en westzijde	41
6.3	Paardenweitjes en realisatie van een kleine randsloot aan de noordzijde	43
6.4	Aanpassing van de inrichting en het gebruik van de noordwestelijke laagte	44
6.5	Interne aanpassingen in het Natura 2000-gebied	44

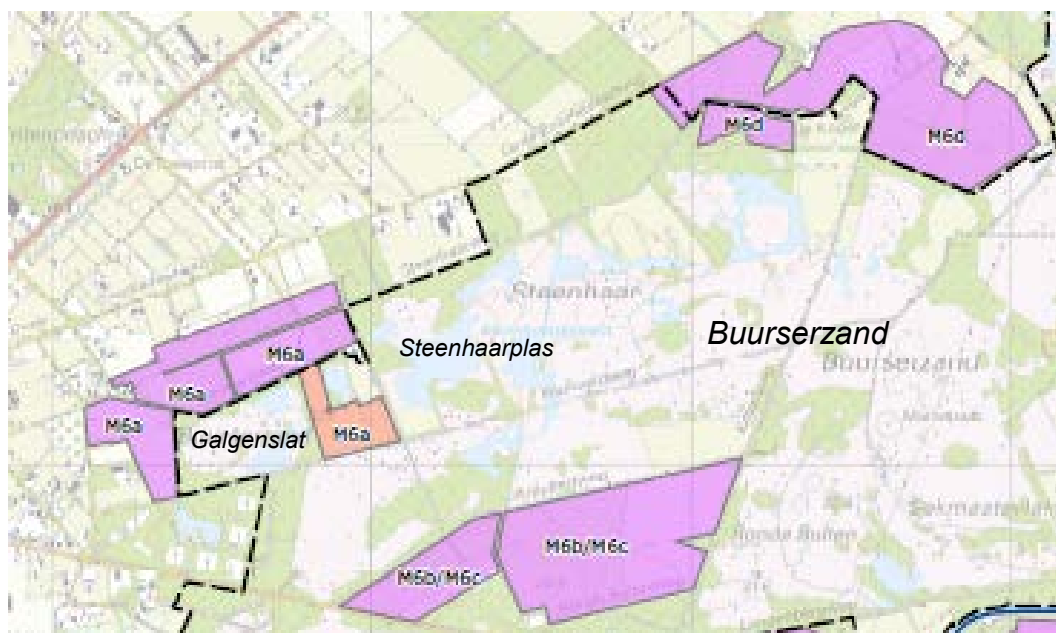
Literatuur

Bijlagen

1 Inleiding

Het Buurserzand betreft een ecologisch waardevol vennenrijk heidegebied in de gemeente Haaksbergen en maakt deel uit van het Natura 2000-gebied Buurserzand-Haaksbergerveen. Met name vanwege knelpunten in de waterhuishouding en een te hoge stikstofdepositie staan de ecologische waarden van het Natura 2000-gebied onder druk. Dit geldt ook voor het westelijke deel van het Buurserzand, waar het heidegebied Galgenslat en de Steenhaarplas liggen.

Het Galgenslat betreft een gebied met habitatype H4010A Vochtig heide met hierin twee kleine vennetjes met onder meer habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen. Het Galgenslat heeft te kampen met verdroging. De verdroging wordt met name veroorzaakt door de ontwatering van het landbouwgebied ten noorden en ten westen van het Galgenslat. Om tot aanpak van de verdroging te komen wordt voor het betreffende landbouwgebied in het kader van de PAS-regeling aanpassing van de inrichting en het gebruik van dit gebied overwogen (= PAS-maatregel M6a, zie figuur 1.1). In relatie hiermee is het voor deze zone de vraag of dit inderdaad noodzakelijk is, en zo ja, op welke wijze deze aanpassing dan plaats dient te vinden, in de eerste plaats voor een goed systeemherstel zodat duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering van het aangrenzende gebied met habitatype H4010A vochtige heide met bijbehorende vennetjes met onder meer habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen plaats kan vinden en in de tweede plaats voor een goede ecologische ontwikkeling van het betreffende gebied zelf, mogelijk met uitbreiding (en daarmee tevens) kwaliteitsverbetering van de genoemde habitattypen. Om deze vragen goed te kunnen beantwoorden is eerst nader inzicht nodig in het ecohydrologisch functioneren van het gebied en de bodemkundige en bodemchemische toestand.



Figuur 1.1 Uitsnede van PAS-maatregelenkaart Buurserzand

De Steenhaarplas betreft een groot ven. In dit ven kwam in het verleden een waardevolle vegetatie voor van (zeer) zwak gebufferde vennen, met onder andere Waterlobelia en Oeverkruid. De waardevolle vegetatie verdween als gevolg van eutrofiëring in samenhang met de instroming van landbouwwater. Nadat dit knelpunt was weggenomen en het ven in 1990 werd uitgebaggerd, keerden de waardevolle soorten weliswaar terug, maar vanwege te zure omstandigheden was het herstel slechts van korte duur. Vraag is wat de oorzaak is van de zure omstandigheden en of het wenselijk / mogelijk is de zwak gebufferde omstandigheden terug te laten keren, dan wel de zure omstandigheden te accepteren. Om deze vragen te beantwoorden is zowel nader inzicht nodig in het ecohydrologisch als in het hydrochemisch functioneren van het ven in relatie tot zijn omgeving (= PAS-maatregel M23).

Ook tussen het heidegebied van het Galgenslat en de Steenhaarplas was in het verleden landbouwgrond aanwezig. Deze landbouwgrond is al enkele decennia geleden door Natuurmonumenten aangekocht. Herinrichting van deze voormalige landbouwgrond heeft echter nog vrijwel niet plaatsgevonden. Zodoende is in het kader van de PAS voor dit gebied de maatregel 'inrichten' opgenomen (eveneens als PAS-maatregel 6A). Voor dit deelgebied is het zodoende de vraag op welke wijze inrichting het best plaats kan vinden in relatie tot (in de eerste plaats) het beoogde systeemherstel en (in de tweede plaats) de ecologische ontwikkeling van het gebied zelf. Ook hier geldt dat eerst vooronderzoek nodig is om deze vraag goed te kunnen beantwoorden.

Doelstelling

Doelstellingen van het project zijn:

- Het bepalen van de noodzaak tot aanpassing van de inrichting en het gebruik van de landbouwgronden ten noorden en ten westen van het Galgenslat voor de realisatie van een goed systeemherstel ten behoeve van duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitatype H4010A Vochtige heide met bijbehorende vennetjes met onder meer habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen in het Galgenslat.
- Indien deze noodzaak aanwezig is:
 - Het afleiden van de juiste wijze van inrichting voor de realisatie van een goed systeemherstel ten behoeve van duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering van het Galgenslat met habitatype H4010A vochtige heide met bijbehorende vennetjes met onder meer habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen.
 - Het afleiden van de juiste wijze van inrichting voor een goede ecologische ontwikkeling van het betreffende gebied zelf, liefst met uitbreiding en (daarmee tevens) kwaliteitsverbetering van de habitattypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwakgebufferde vennen.
- Het afleiden van de mogelijkheden / wenselijkheid voor herstel van de Steenhaarplas als habitatype H3110 Zeer zwak gebufferde vennen / H3130 Zwakgebufferde vennen.

Aanpak

Al eerder is voor het projectgebied middels een bureaustudie een verkennende ecohydrologische gebiedsanalyse uitgevoerd (Bell Hullenaar, 2013). De resultaten hiervan zijn (daar waar nodig) geactualiseerd en zijn in hoofdlijnen opgenomen in de gebiedsbeschrijving (hoofdstuk 2). Daarbij is met name aandacht besteed aan de beschrijving van de vegetatie en de habitattypen (paragraaf 2.6). Als vervolg hierop is het huidige project uitgevoerd. Het huidige project is opgebouwd uit twee hoofdonderdelen, namelijk onderzoek en planuitwerking.

Het onderzoek betreft in de eerste plaats een analyse van het (grond)waterstandsverloop op basis van de beschikbare meetreeksen van het projectgebied (hoofdstuk 3) en in de tweede plaats een uitgebreid veldonderzoek (hoofdstuk 4), bestaande uit de volgende onderdelen:

- Kartering oppervlaktewatersysteem.
- Onderzoek grondwatersysteem.
- Hydrochemisch onderzoek, met name gericht op de Steenhaarplas.
- Bodemkundig onderzoek (voormalige) landbouwgronden.
- Bodemchemisch onderzoek (voormalige) landbouwgronden.

De onderzoeksmethoden wordt toegelicht in paragraaf 4.1 Het hydrochemisch en bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met B-WARE, en hiervan is ook een afzonderlijke rapportage vervaardigd (zie bijlage 3).

In hoofdstuk 5 worden de synthese, conclusies en herstelmogelijkheden beschreven en in hoofdstuk 6 is op basis van de resultaten van het vooronderzoek de benodigde aanpassing van de inrichting en het gebruik uitgewerkt.

Samenhang met gebiedsproces Natura 2000 Haaksbergen

Momenteel wordt door een deskundigenteam (onder meer op basis van berekeningen met een grondwatermodel) een inrichtingsplan opgesteld voor te nemen herstelmaatregelen voor het totale Natura 2000-gebied en hierbij wordt samen met de grondeigenaren gezocht naar passende oplossingen voor hun situatie. Het project 'Ecohydrologisch onderzoek en planuitwerking Galgenslat en Steenhaarplas' betreft een belangrijke bouwsteen in dit bredere planvormingsproces.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Topografische situatie

Huidige situatie (zie figuur 2.1)

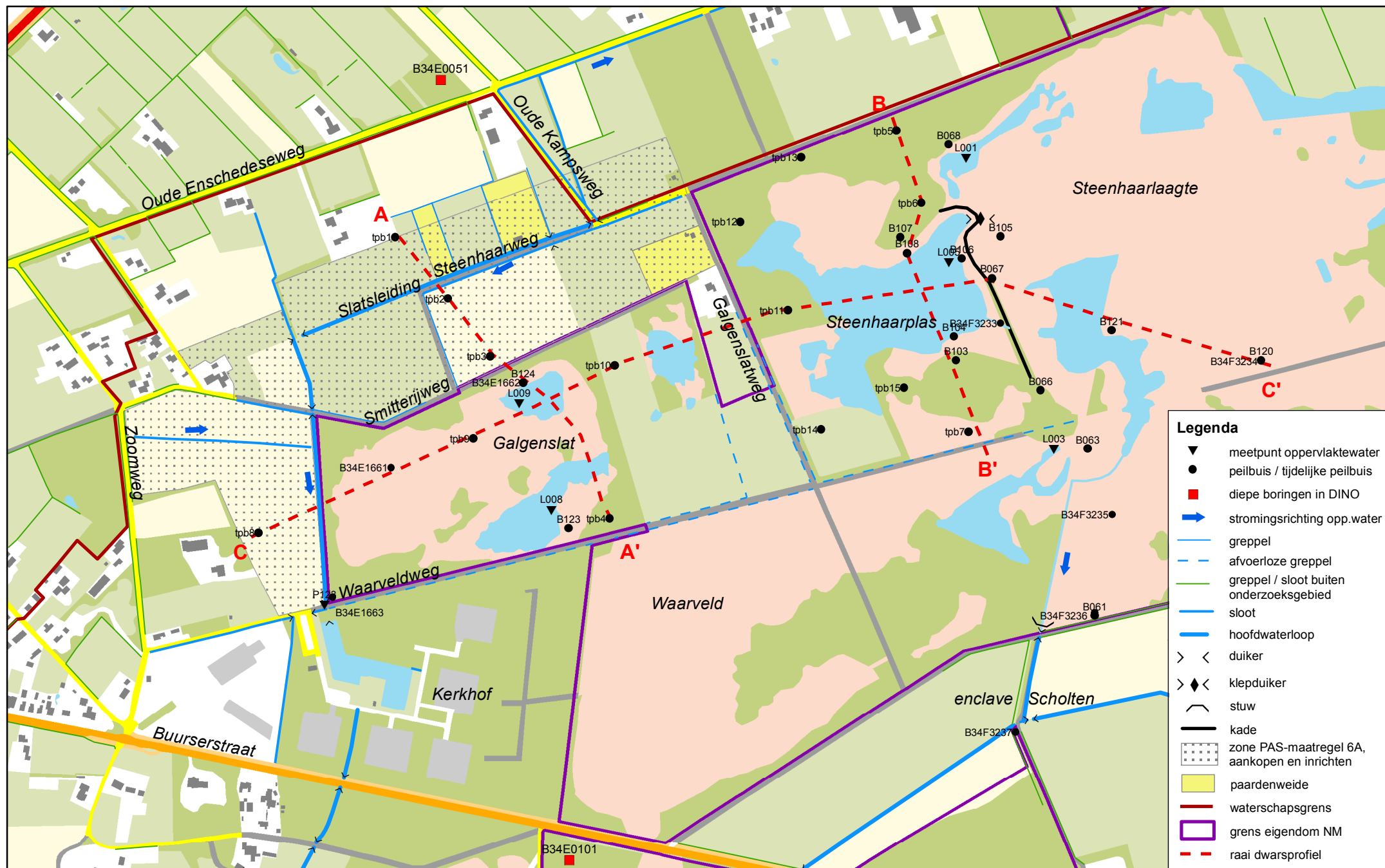
In de onderstaande beschrijving wordt alleen ingegaan op de terreintypen. De voorkomende habitattypen worden in paragraaf 2.6 behandeld in samenhang met de beschrijving van de vegetatie.

Het Galgenslat omvat een groot en een klein heiderestant. Het centrale deel van het grote heiderestant wordt gevormd door een (door bos omringd) vochtig heideterrein met hierin twee vennen (zie figuur 2.1). Ten oosten van het grote heiderestant ligt een voormalig landbouwgebied. Dit gebied wordt nu grotendeels beheerd als kruiden- en faunarijk grasland en er is op enkele plekken kleinschalig geplagd. Het meest oostelijke perceel wordt beheerd als kruiden- en faunarijke akker. Ten noorden van deze akker ligt een particulier perceel en in het noordelijke deel hiervan is (op een dekzandrug) ook bebouwing aanwezig. Het particuliere perceel werd in het verleden bemest met drijfmest, maar in overleg met Natuurmonumenten (en tegen een jaarlijkse vergoeding met haardhout) is deze bemesting beëindigd. Tussen het particuliere perceel en de graslanden van Natuurmonumenten ligt het kleine heiderestant, met hierin een ondiep vennetje. Op de grens van het heideterreintje en de voormalige landbouwgronden liggen twee recent gegraven poelen.

Ten oosten van de voormalige landbouwgrond ligt de Steenhaarplas en een aantal andere vennen, die tezamen worden aangeduid als de Steenhaarplassen. Deze vennen liggen in een omvangrijke laagte: de Steenhaarlaagte. Het perceel aan de zuidwestzijde van de Steenhaarplas betreft voormalige landbouwgrond. Het noordoostelijke deel hiervan is in 2000 geplagd. In natte winterperioden staat deze zone nu onder water en in open verbinding met de Steenhaarplas. Ook ten zuidoosten van de Steenhaarplas betreft voormalige landbouwgrond.

De als PAS-maatregel 6a begrensde gronden ten noorden en ten westen van het Galgenslat betreffen grotendeels intensief beheerde landbouwgronden. Ten noorden van de Steenhaarweg en langs de Galgenslatweg liggen een aantal paardenweitjes met bijbehorende schuurtjes. In de omgeving van de begrensde gronden is een afwisseling aanwezig van graslandjes, akkertjes en verspreid gelegen bebouwing met bijbehorende erven / tuinen. Ten zuidoosten van het Galgenslat ligt het heidegebied Het Waarveld en ten zuidwesten van het Galgenslat ligt een bosgebied met hierin kerkhof Het Waarveld.

Verder is op de topografische kaart te zien dat er in het projectgebied een aantal onverharde wegen aanwezig zijn: de Galgenslatweg, de Waarveldweg, de Smitterijweg en de Steenhaarweg.



Historische situatie

Bij de interpretatie van de historische kaart van rond 1900 moet er rekening mee worden gehouden dat de projectie van bepaalde vennen niet nauwkeurig is.

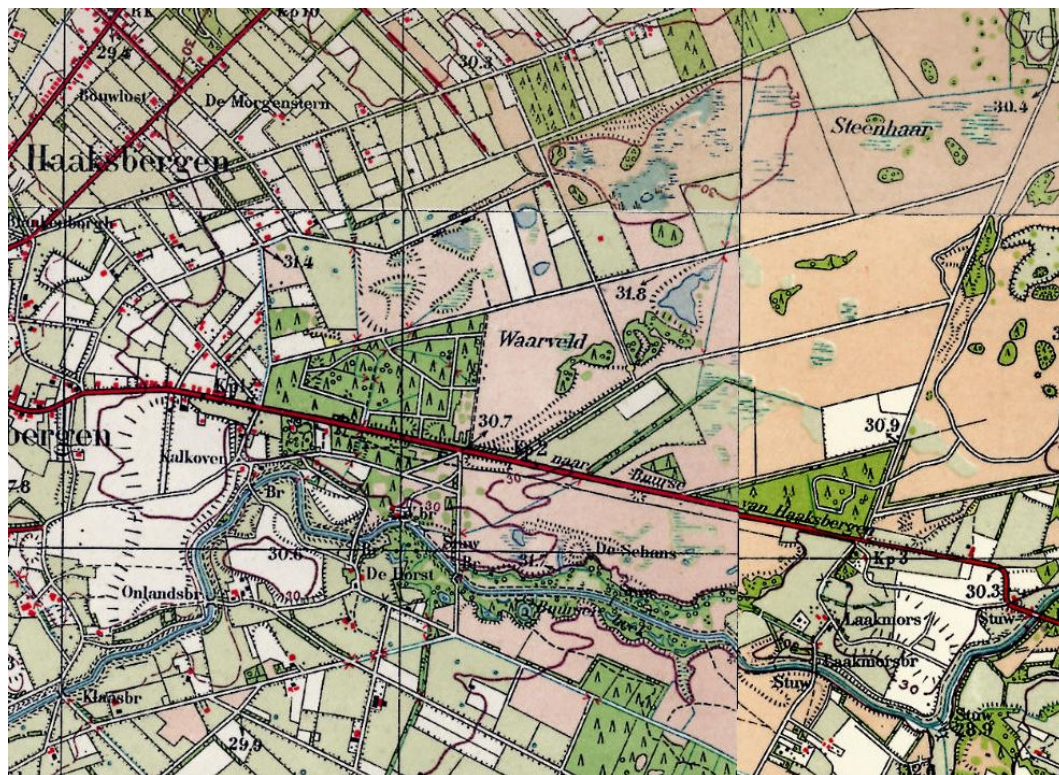
Rond 1900 (zie figuur 2.2a) bestond het complete projectgebied uit heide met hierin vennen, en dit vennenrijke heidegebied vormde één groot geheel met de rest van het Buurserzand. De vennen in het noordelijke deel werden tezamen aangeduid als de Steenhaarplassen. Het meeste oostelijke ven betreft de huidige Steenhaarplas. Vergelijking met latere, meer recente kaartbeelden laat zien dat de Steenhaarplas(sen) echter niet geheel goed geprojecteerd zijn op de kaart van 1900. Ook in het zuidelijke deel (in het gebied waar nu het kerkhof aanwezig is) was een groot ven aanwezig. De oeverzones van de twee grote vennen zijn groen ingekleurd: dit vormt een indicatie dat hier geen uitgesproken voedselarme, maar een (matig) voedselrijke oevervegetatie aanwezig was.

Uit de kaart van 1937 (zie figuur 2.2b) volgt dat de ontginning toen al ver was opgerukt. Het heidegebied van het Galgenslat was toen al min of meer gereduceerd tot de huidige omvang ervan. Op de westrand ervan is een afvoersloot aangelegd: de Slatsleiding. In samenhang hiermee zijn de gronden aan de noord- en westzijde ontgonnen en de hier aanwezige vennen verdwenen. Dit geldt ook voor het zuidelijke ven (op de huidige locatie van het kerkhof). Bovendien is dit gebied beplant met (naald)bos. Ook de gronden aan de oostzijde zijn al voor een aanzienlijk deel ontgonnen. Alleen in het middendeel ligt nog een strook heide met hierin twee vennetjes. Het noordelijke vennetje is bewaard gebleven, en het zuidelijke vennetje is door latere ontginning verdwenen. Op de kaart van 1937 zijn ook de nu nog aanwezige twee vennen in het grote heiderestant voor het eerst op nauwkeurige wijze ingetekend.

Op de kaart van 1937 is ook te zien dat ten zuidwesten en ten zuidoosten van de Steenhaarplas landbouwpercelen zijn verschenen. Op de oostgrens van het perceel aan de zuidoostzijde van de plas is op de kaart van 1937 een afvoersloot zichtbaar: de Steenhaarleiding. Via de Steenhaarleiding waterde een verder noordoostelijk gelegen landbouwperceel (de Jordaansweide) en ook een klein gebied aan de noordzijde dwars door het heidegebied heen in zuidelijke richting af. Een sloot op de grens van het zuidwestelijke perceel waterde af op de Steenhaarplas en zorgde later (in de periode 1950-1983) voor eutrofiëring van de plas. Ook op de grens van het zuidoostelijke perceel was een sloot aanwezig en deze sloot stond in verbinding met de Steenhaarleiding. Bij de uitvoering van het veldwerk (zie hoofdstuk 4) is aan de zuidoostzijde van de plas een greppel / sloot aangetroffen die voorheen waarschijnlijk de afvoer vormde van de plas naar de sloot op de grens van het zuidoostelijke perceel. Vermoedelijk is deze (inmiddels afgedamde) sloot aangelegd voor de ontwatering / afwatering van het zuidwestelijke perceel. Bij de behandeling van de resultaten van het veldonderzoek wordt ingegaan op de betekenis hiervan op het functioneren van de Steenhaarplas.



Figuur 2.2a Historische kaart van rond 1900



Figuur 2.2b Historische kaart 1937

2.2 Geologie en geohydrologische opbouw

De (praktisch) ondoorlatende hydrologische basis van het gebied wordt gevormd door tertiaire afzettingen. Het betreft hierbij mariene kleien van de Formaties van Dongen en Rupel. Op basis van een kaart van de bovenzijde van de tertiaire afzettingen (NITG, 2000) en twee diepe grondboringen aan weerszijden van het projectgebied (B34E0051 op circa 400 meter ten noorden van het projectgebied en B34E0101 op circa 400 meter ten zuiden van het projectgebied, voor locaties: zie figuur 2.1) volgt dat deze basis onder het Galgenslat op een hoogte van circa 19 mNAP ligt, en dus circa 11 m -mv.

Uit de diepe boringen volgt dat boven de hydrologische basis een dun watervoerend pakket aanwezig is dat bestaat uit (vooral) grove zanden van de Formaties van Enschede en Sterksel. Dit watervoerende pakket is slechts circa 4 à 5 meter dik. Vanwege de zeer geringe dikte is het doorlaatvermogen van dit pakket (ondanks de grofzandige samenstelling ervan) laag.

Op grond van twee diepe boringen en een aantal ondiepe geologische boringen volgt dat ter plaatse van het projectgebied vaak op geringe diepte (veelal vanaf 2 tot 4 m -mv) een keileemlaag (van de Formatie van Drenthe) aanwezig is. Deze keileemlaag heeft een weerstandsbiedende werking. Omdat het hier een grondmorene betreft, kunnen de dikte en samenstelling ervan sterk variëren en bestaat de mogelijkheid dat hierin zwakke plekken of zelfs gaten aanwezig zijn.

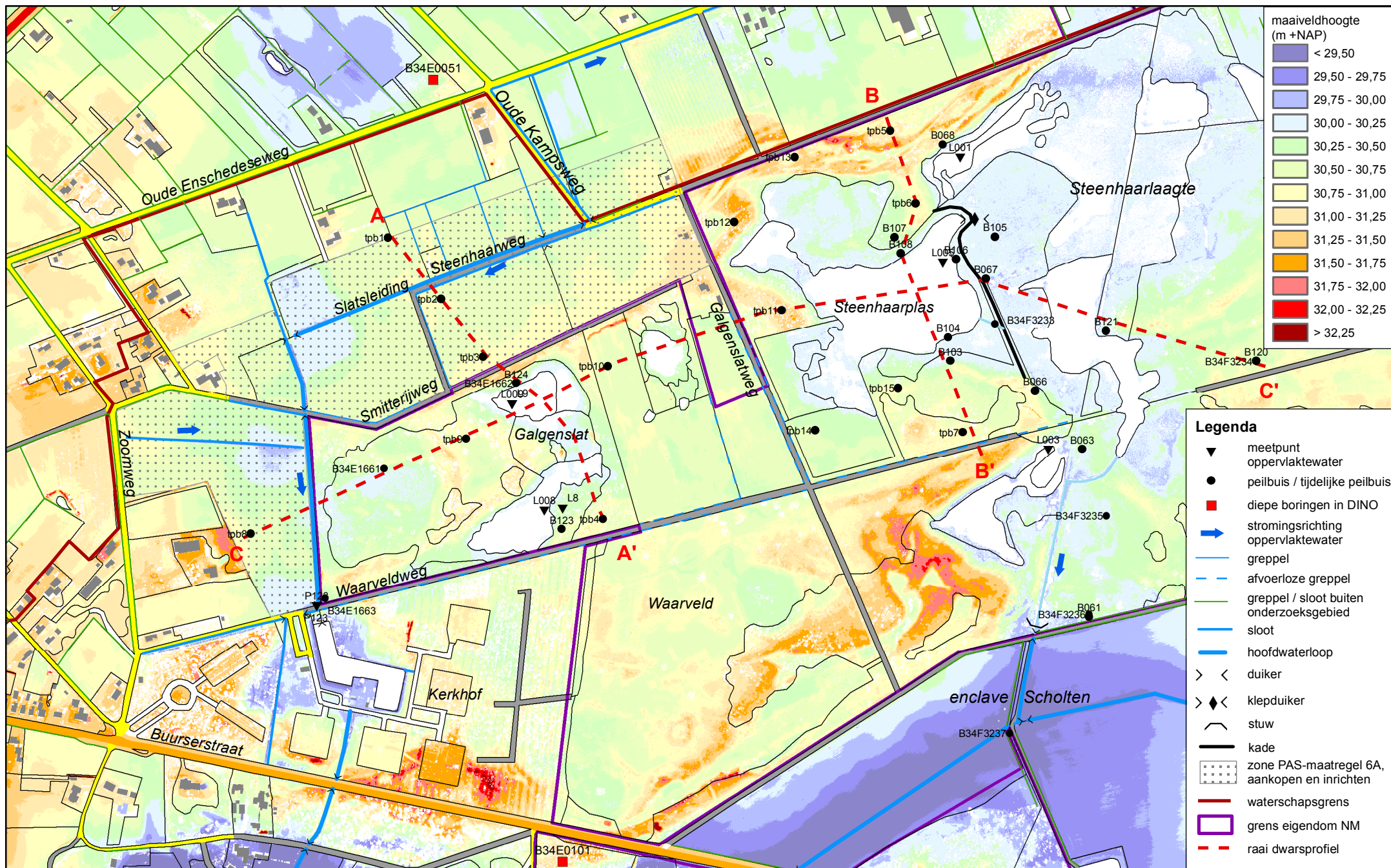
Boven de keileem liggen zanden van de Formatie van Twente. Het betreft hierbij met name leemarm, zeer fijn tot matig fijn dekzand en soms (dieper in de bodem) veelal matig grofzandige fluvioperiglaciale afzettingen. In samenhang met de zeer geringe dikte van dit pakket en de (matig) fijnzandige samenstelling ervan, is het doorlaatvermogen van dit watervoerende pakket klein.

Omdat de weerstand van de keileem sterk variabel is en elders in het Buurserzand en de omgeving hiervan meestal niet aanwezig is, moet de keileemlaag op regionaal niveau gezien worden als een semi-scheidende laag en worden de watervoerende pakketten boven en onder de keileem aangeduid als watervoerend pakket 1A en 1B (in plaats van 1 en 2). Temeer gezien de resultaten van het veldonderzoek (zie hoofdstuk 4), waarbij de keileem op alle plekken waar (tijdelijke) peilbuizen zijn geplaatst is aangeboord (zie figuur 2.1 voor de locaties van de boringen), lijkt de keileemlaag ter plaatse van het Galgenslat en de gronden in de omgeving hiervan wel aaneengesloten aanwezig te zijn. Dus op lokaal niveau levert de keileem waarschijnlijk wel een aanzienlijke weerstand.

Voor het in beeld brengen van het functioneren van het lokale grondwatersysteem is in het kader van het veldonderzoek de aanwezigheid / hoogteligging van de weerstandsbiedende keileemlaag en dikte en samenstelling van de hierboven gelegen zandlaag (watervoerende pakket 1A) bepaald (zie hoofdstuk 4).

2.3 Geomorfologie

De geomorfologische gesteldheid wordt toegelicht aan de hand van de hoogtekaart (figuur 2.3). Het reliëf van het projectgebied wordt bepaald door de aanwezigheid van een grondmorene die is bedekt met dekzand. De dekzandafzettingen bepalen het huidige reliëf in de sterkste mate: er is een subtiele, fijnmazige afwisseling aanwezig van lage en hoge delen, met op een aantal plekken uitgestoven laagten en opgestoven dekzandruggen. In de diepste laagten zijn of waren vennen aanwezig. De voormalige vennen in het noordelijk en westelijk gelegen landbouwgebied en ter plaatse van het kerkhof zijn goed te traceren: er zijn hier nog altijd laagten aanwezig.

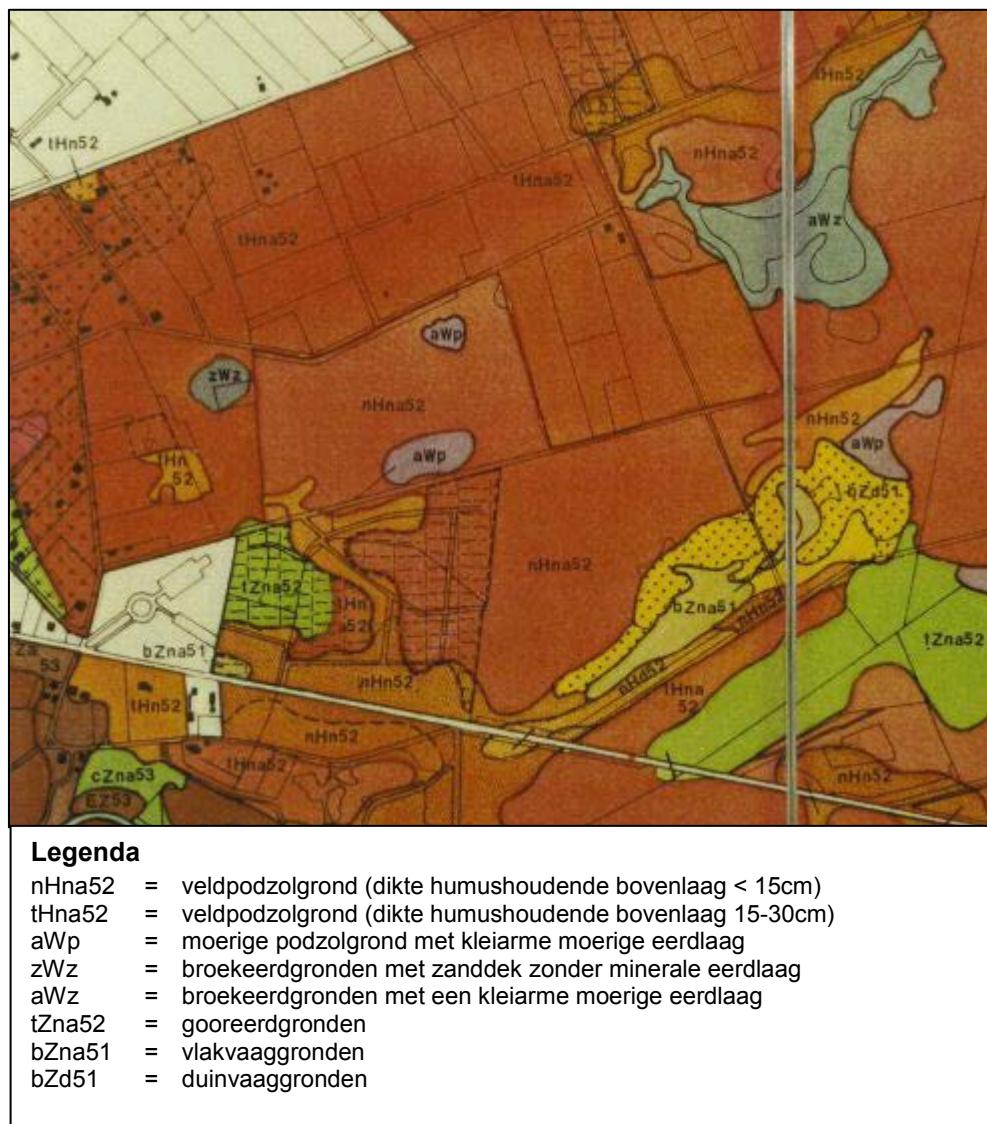


2.4 Bodem

De bodemkundige toestand wordt toegelicht aan de hand van de bodemkaart (figuur 2.4). Het betreft een uitsnede van de 1 : 10.000 bodemkaart van de ruilverkaveling Haaksbergen (Stiboka, 1972). De kaart is gedateerd, maar biedt dankzij de gedetailleerdheid wel een veel beter inzicht dan de recentere standaard 1 : 50.000 bodemkaart.

In het grootste deel van het projectgebied is een veldpodzolgrond aanwezig, bestaande uit matig fijn zand (code nHna52). Ter plaatse van de twee vennen in het Galgenslat en ook ter plaatse van één van de voormalige vennen in het aangrenzende landbouwgebied is een moerige bodem aanwezig. Ter plaatse van de twee vennen in het Galgenslat betreft het een moerige podzolgrond (aWp) en ter plaatse van het voormalige ven in het landbouwgebied betreft het een broekeerdgrond met zanddek (zWz). Dit duidt erop dat de oorspronkelijke venbodem hier door de mens is opgehoogd met zand.

In het kader van het veldonderzoek is de bodemopbouw van de (voormalige) landbouwgronden in het projectgebied nader onderzocht (zie hoofdstuk 4).

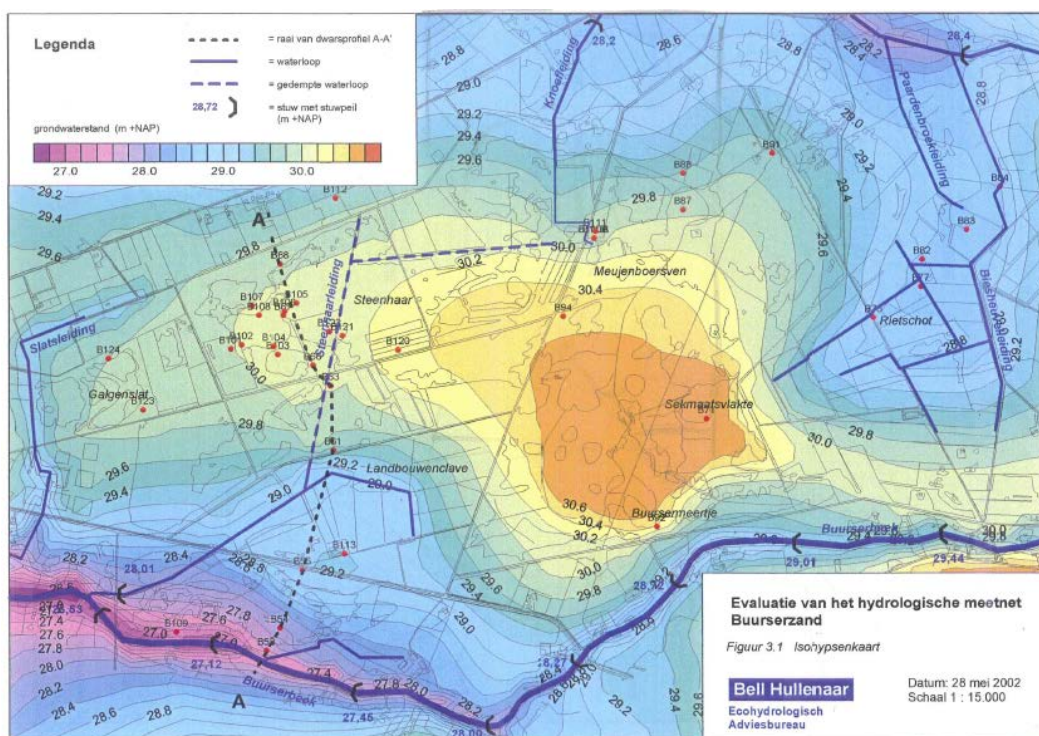


Figuur 2.4 Bodemkaart schaal 1:10.000 (Stiboka, 1972)

2.5 Grondwatersysteem

In deze paragraaf wordt aan de hand van een berekende isohypsenkaart (Bell Hullenaar, 2002) het functioneren van het grondwatersysteem van het projectgebied in hoofdlijnen beschreven. In het kader van het veldonderzoek wordt ingezoomd op het lokale grondwatersysteem van het projectgebied. Het grondwatersysteem functioneert in hoofdlijnen als volgt:

- Het relatief hoog gelegen gebied met het Galgenslat en de Steenhaarplas vormt (net als het grootste deel van de rest van het Buurserzand) een infiltratiegebied.
- Vanuit het hoog gelegen gebied stroomt het grondwater af naar de lager gelegen gebieden in de omgeving, waar het wordt gedraineerd door waterlopenstelsels.
- In het Galgenslat en andere gebieden waar keileem voorkomt vindt de grondwaterstroming deels plaats via watervoerend pakket 1A (zandlaag aan de oppervlakte) en deels (middels infiltratie door de weerstandsbiedende keileemlaag heen) via watervoerend pakket 1B (zandlaag onder de keileem).
- Aan de zuidzijde stroomt het grondwater naar het slotenstelsel van een landbouwenclave (enclave Scholten) en de diepe Buurserbeek. Aan de west- en noordzijde stroomt het grondwater naar de Slatleiding.
- Vanwege de geringe dikte van het watervoerende pakket als geheel en geholpen door de weerstandsbiedende werking van de keileemlaag is de reikwijdte van de verdrogende werking van de waterlopenstelsels beperkt. Zodoende is er (vrijwel) geen negatieve invloed van de Buurserbeek op het Galgenslat en heeft vooral de wel nabij gelegen Slatleiding een sterk negatief effect op dit gebied. Uit recentelijk uitgevoerde modelberekeningen volgt dat in combinatie hiermee ook het slotenstelsel van de landbouwenclave Scholten een negatieve invloed heeft op het hydrologisch functioneren van het Galgenslat (TAUW, 2017).
- Bij behandeling van de resultaten van het veldonderzoek zal blijken in hoeverre ook de zijsloten van de Slatleiding en (in sommige percelen) drainagesystemen het hydrologisch functioneren van het gebied beïnvloeden.



Figuur2.5 Berekende isohypsenkaart Buurserzand (Bell Hullenaar, 2002)

2.6 Vegetatie

Galgenslat

De vegetatie van het gebied wordt beschreven aan de hand van een vegetatiekaart uit 2012 (Altenburg & Wymenga, 2013). Tevens is een flora-stippenkaart van Natuurmonumenten geraadpleegd. Het betreft hierbij de bijzondere soorten die in de heidegebieden van het projectgebied vanaf 2000 zijn waargenomen.

In de beide vennen van het Galgenslat is een venvegetatie van het type van Knolrus, vorm met Waterveenmos aanwezig. Vooral langs de noordelijke oevers van beide vennen is een vegetatie van het type Veelstengelige waterbies aanwezig. Op grond hiervan zijn deze zones begrensd als habitattype H3130 Zwakgebufferde vennen. Met uitzondering hiervan zijn de vennen begrensd als habitattype H3160 Zure vennen (zie habitattypenkaart, figuur 2.6).

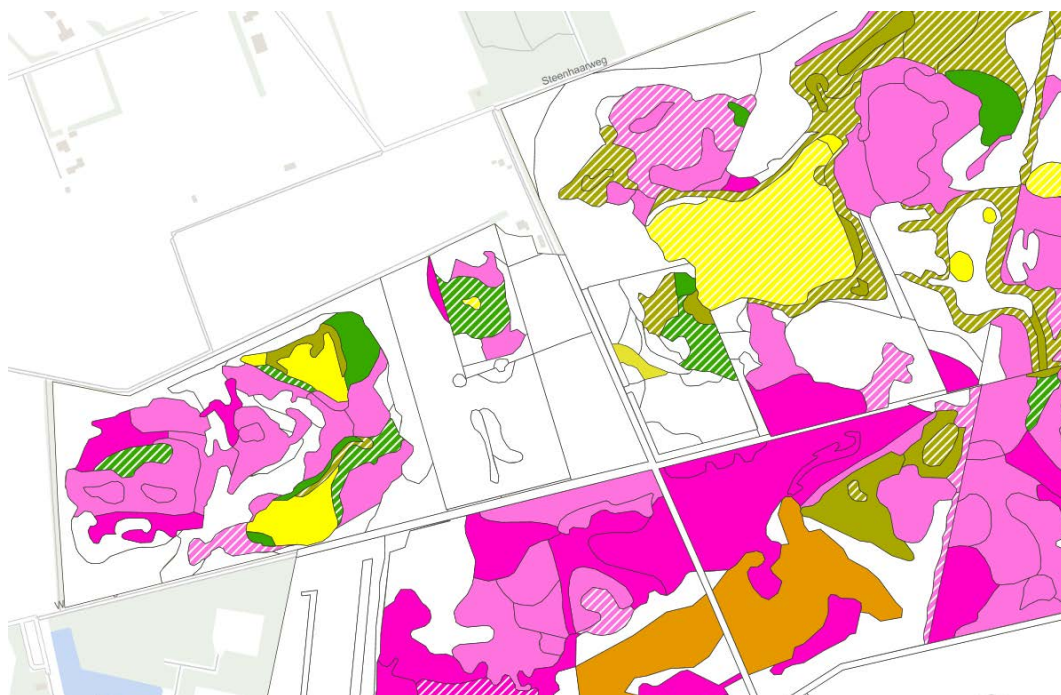
De heidevegetaties van het Galgenslat betreffen allen natte heidevegetaties van het type van Gewone dophei, zowel de typische vorm en als de vorm met droge heidesoorten. Nabij de noordoever van het zuidelijke ven is Klokjesgentiaan waargenomen. De zones met de typische vorm zijn begrensd als habitattype H4010A Vochtige heide. Op iets lager gelegen (plag)plekken is het type van snavelbiezen en Kleine zonnedauw, vorm van Bruine snavelbies aanwezig, ofwel het Habitattype H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen.

Op de centraal gelegen dekzandruggen van het Galgenslat en ook langs de zuidrand is Dennenbos aanwezig, en langs de overige randen groeit Berken-Zomereikenbos. Op het kerkhof is een Lariksbos aanwezig, en tussen het kerkhof en het heidegebied van het Waarveld ligt (direct aangrenzend op het Lariksbos) een zone met Dennenbos.

Steenhaarplas

In de Steenhaarplas is vooral open water aanwezig, en daar waar wel plantengroei optreedt betreft het met name een vegetatie van het type Knolrus, soortenarme vorm (habitattype H3160, Zure vennen). Bij deze vorm komen naast Knolrus weinig andere soorten voor (en dan vooral Waterveenmos). De oeverzone van het ven is grotendeels begroeid met Gagelstruweel en Riet. Plaatselijk is (iets lager op de oever) een venvegetatie van het type Veelstengelige waterbies, soortenarme vorm aanwezig. In de noordoostelijke oeverzone is een venvegetatie aangetroffen die een combinatie betreft van het type Knolrus, vorm met Oeverkruidklasse-soorten en type van Oeverkruid (habitattype H3130, Zwakgebufferde vennen). Ook bij een waterkwaliteitsbemonstering op 28-4-2011 zijn hier enkele tientallen exemplaren Oeverkruid waargenomen (Buijs, 2011). Ook door Natuurmonumenten is op deze oever in 2011 en 2013 Oeverkruid waargenomen: in deze jaren zijn tussen de 500 en 5000 exemplaren geteld. Op de habitattypenkaart is de Steenhaarplas aangegeven als een combinatie van habitattype H3160 Zure vennen en H000 Geen habitattype.

In samenhang met de behandeling van de resultaten van het veldonderzoek wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op de ontwikkelingen in de venvegetatie in relatie tot ingrepen in het systeem in het verleden.



- H4030, Droge heiden
- H4010B, Vochtige heiden (laagveengebied)
- H4010A, Vochtige heiden (hogere zandgronden)
- H3160, Zure vennen
- H3150, Meren met krabbenscheer en fonteinkruik
- H3140, Kranswierwateren
- H3130, Zwakgebufferde vennen
- H3110, Zeer zwakgebufferde vennen
- H7150, Pioniervegetaties met snavelbiezen

Figuur 2.6 *Habitattypenkaart westelijke deel van Buurserzand*
(bron: website Provincie Overijssel)

3 Analyse grondwaterstandsverloop

3.1 Inleiding

De analyse van het grondwaterstandsverloop is met name uitgevoerd om af te leiden wat het effect is geweest van de demping van de Steenhaarleiding in 2000. Daarnaast is op basis van de meetreeksen afgeleid voor welke situaties de metingen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd representatief zijn. Als eerste stap hierbij zijn in dit hoofdstuk voor de meetreeksen (van voldoende kwaliteit) de GXG-waarden afgeleid. Deze GXG-waarden worden in hoofdstuk 4 vergeleken met de meetwaarden van de uitgevoerde winter- en zomermetingen.

In het vervolg van paragraaf 3.1 wordt ingegaan op de opbouw van het meetnet, de kwaliteit van de meetreeksen en wordt uitleg gegeven over de toepassing van tijdreeksmodellen met behulp van het programma Menyanthes. In paragraaf 3.2 worden de resultaten van de analyse per meetpunt op uitgebreide wijze behandeld. Voor de grote lijn van het verhaal volstaat het lezen van paragraaf 3.3 (totaalbeeld).

Opbouw van het meetnet

In het deelgebied Galgenslat staan 5 peilbuizen (B123 & B124 van Natuurmonumenten en B34E1661, B34E1662 & B23E1663 van het provinciale verdrogingsmeetnet) en 3 oppervlaktewaterstandsmeetpunten (meetlatten L008 & L009 en piketmeetpunt P123), allen van Natuurmonumenten. In het deelgebied Steenhaarplas staan 17 peilbuizen (B061, B063, B066, B067, B068, B103, B104, B105, B106, B107, B108, B120 en B121 van Natuurmonumenten, B34F3233, B34F3234, B34F3235 en B34F3236 van het provinciale verdrogingsmeetnet) en 3 meetlatten (L001, L003, L005) van NM.

Drie peilbuizen van het verdrogingsmeetnet vervangen peilbuizen van het meetnet van Natuurmonumenten. Het betreft B34E1662 (vervangt B124), B34F3234 (vervangt B120) en B34F3236 (vervangt B061). De peilbuizen van Natuurmonumenten staan nog wel in het veld maar er staan geen metingen in Dino vanaf het voorjaar van 2012.

De locaties van alle meetpunten zijn aangegeven op de topografische overzichtskaart (figuur 2.1) en de hoogtekaart (figuur 2.3).

Kwaliteit van de meetreeksen

Bij de vervaardiging van de grafieken van het (grond)waterstandsverloop voor alle meetpunten bleken er bij een aantal meetpunten meetfouten aanwezig, zowel in de meetreeksen als in de technische gegevens van de meetpunten. Deze fouten meetreeksen zijn (in het kader van de uitgevoerde beknopte analyse) niet gecorrigeerd. In de onderstaande tekst wordt wel aangegeven waar fouten zijn geconstateerd en (indien bekend) wat de fouten zijn. Omdat goed bekend is waar de fouten zitten kan hier bij de interpretatie van de reeksen ook rekening mee worden gehouden, zodat geen onjuiste conclusies worden getrokken.

Methode

In bijlage 1 zijn de grafieken opgenomen van de (ongecorrigeerde) meetreeksen. De reeksen zijn geanalyseerd met behulp van het programma Menyanthes:

- In de eerste plaats is door middel van tijdreeksmodelleringen bepaald of de reeksen goed verklaarbaar zijn op grond van het verloop van de neerslag en de

verdamping. Ook is gerekend of er een vernattingseffect van de in het jaar 2000 uitgevoerde maatregelen in de Steenhaar aanwezig is.

- In de tweede plaats zijn voor voldoende lange / goede meetreeksen met behulp van het programma Menyanthes ook de GXG-waarden bepaald: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). De GXG-waarden zijn bepaald voor de periode na het uitvoeren van de vernattingsmaatregelen (2001 tot en met 2016).

Voor alle behandelde meetpunten zijn lineaire tijdreeksmodellen vervaardigd. Op basis van de grafische weergaven van de modelleringsresultaten (en meer specifiek de verschillen tussen berekende waarden en de gemeten waarden, ofwel de residuals) is per meetreeks visueel beoordeeld of er sprake is van een trend.

Uitleg tijdreeksmodelleringen m.b.v. Menyanthes

Een tijdreeksanalyse is uitgevoerd met behulp van het programma Menyanthes. Menyanthes is een door KIWA, Artesia en TU Delft ontwikkeld programma voor het uitvoeren van tijdreeksanalyses op grondwaterstanden. Met het programma zijn tijdreeksmodellen vervaardigd, aan de hand waarvan (op basis van een statistische methode) de invloed van verklarende factoren (zoals onder andere neerslag en verdamping) op het grondwaterstandsverloop bepaald kan worden. Elk model heeft een aantal kentallen. Een daarvan is de verklaarde variantie (ofwel *Exp Var*). Hiermee wordt aangegeven in welke mate een tijdreeksmodel een bepaalde meetreeks kan verklaren. Een algemene vuistregel is dat een goed model een verklaarde variantie van minstens 70% moet hebben. Daarnaast moeten ook de andere berekende statistieken aanneembaar zijn. Het betreft hierbij onder andere:

M0 prec. Dit is de gain van de respons van de grondwaterstand op de neerslag. Hoe hoger de respons hoe meer de grondwaterstand reageert op de neerslag. Een lage respons wordt gevonden in gebieden met een beperkte grondwaterstandsfluctuatie. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn in gebieden met drainage of kwel.

Evap F. Dit is de verdampingsreductiefactor. De KNMI-verdampingsreeks komt min of meer overeen met de verdamping van kort gras dat optimaal van vocht wordt voorzien. Menyanthes kent zelf aan de verdampingsreeks een schaafactor toe: de verdampingsfactor. Voor kort gras bedraagt de Evap F in principe dus 1,0.

Dbase. Dit is het niveau waarop de grondwaterspiegel zou instellen zonder neerslag of andere invloed.

Elke parameter heeft een standaarddeviatie. Dit is een maat voor de betrouwbaarheid van de parameters en dus ook van hoe goed het tijdreeksmodel is. Hoe kleiner de standaarddeviatie hoe betrouwbaarder de waarde. Nog een controle van het model is de residuereeks: de reeks van de verschillen tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden. Uit deze reeks blijkt ook de eventuele aanwezigheid van trends.

Met Menyanthes is het mogelijk om zowel een lineair model als een niet-lineair model te maken. Niet-lineariteit kan veroorzaakt worden door de aanwezigheid van een onverzadigde zone maar ook doordat een beek, sloot of andere drainagemiddel droog valt of doordat het grondwater het maaiveld bereikt en al dan niet oppervlakkig wegstroomt. Dit soort niet-lineariteit is bekend als drempel niet-lineariteit. Als de grondwaterstand boven een bepaalde drempelhoogte komt (zoals het maaiveld) dan heeft het systeem een andere respons op de neerslag (*M02 prec*). In het kader van deze beknopte analyse zijn met name lineaire modellen vervaardigd.

Voor deze tijdreeksmodellering zijn neerslag- en verdampingsgegevens gebruikt van weerstation Twente.

3.2 Resultaten per meetpunt

De resultaten van de tijdreeksmodelleringen zijn opgenomen in bijlage 2: in de tabel zijn de resultaten samengevat en voor een selectie van meetpunten zijn de resultaten van de modelberekeningen ook grafisch weergegeven. In de onderstaande tekst worden de resultaten per meetpunt toegelicht, waarbij telkens eerst wat technische informatie van het betreffende meetpunt wordt gegeven. De GXG-waarden die met behulp van Menyanthes zijn afgeleid zijn weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 GXG-waarden

peilbuis				GHG	GVG	GLG	MV	GHG-GLG	GHG	GVG	GLG
code	gecombineerd	filter	periode	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)		(m)	(m -mv)	(m -mv)	(m -mv)
B123		1	2001-2016	30,22	30,08	29,33	30,53	0,89	0,31	0,45	1,20
B124	B34E1662	1	2001-2016	30,12	30,04	29,27	30,18	0,85	0,06	0,14	0,91
B061	B34F3236	1	2001-2016	29,80	29,65	29,01	30,00	0,79	0,20	0,35	0,99
B063		1	2001-2016	29,96	29,87	29,20	30,21	0,76	0,25	0,34	1,01
B066		1	2001-2016	30,07	29,95	29,35	30,51	0,72	0,44	0,56	1,16
B067		1	2001-2016	30,00	29,96	29,39	29,97	0,61	-0,03	0,01	0,58
B068		1	2001-2016	30,06	29,95	29,34	30,07	0,72	0,01	0,12	0,73
B103		1	2001-2016	30,02	29,91	29,28	30,43	0,74	0,41	0,52	1,15
B106		1	2001-2016	30,05	30,00	29,53	29,61	0,52	-0,44	-0,39	0,08
B107		1	2001-2016	30,03	29,94	29,34	30,20	0,69	0,17	0,26	0,86
B108		1	2001-2016	29,98	29,92	29,41	29,99	0,57	0,01	0,07	0,58
B120	B34F3234	1	2001-2016	30,22	29,93	29,40	30,48	0,82	0,26	0,55	1,08
B121		1	2001-2016	30,00	29,94	29,35	29,99	0,65	-0,01	0,05	0,64

Peilbuizen met lange reeksen in het Galgenslat

B123 (B34E0336)

- Er is 1 ondiep filter van 1 meter met de onderkant op 258 cm onder maaiveld.
- De peilbuis heeft opnames vanaf april 1997.
- De peilbuis staat aan zuidelijke oever van het ven met meetlat L008.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en eigen veldwerk: wij meten 4 cm hoger voor B123 en 7 cm hoger voor L008.
- Reeks lijkt veel op die van B124 maar er lijken bij B123 een aantal meetfouten in de reeks te zitten met uitzonderlijke hoge waarden (of er moet een onbekende fysische verklaring hiervoor zijn).
- De reeks is zodoende voor slechts 67% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er zijn geen trends in de residuals.
- De GHG vanaf 2001 is 30,22 m+NAP (circa 31cm onder maaiveld).
- De GVG vanaf 2001 is 30,08 m+NAP (circa 45 cm onder maaiveld).
- De GLG vanaf 2001 is 29,33 m+NAP (circa 120 cm onder maaiveld).

B124 (B34E0337) en B34E1662

- B124 heeft een filter van 1 meter met de onderkant op circa 157 cm onder maaiveld. B34E1662 heeft ook een filter van 1 meter met de onderkant op circa 212 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf april 1997. B34E1662 is in maart 2012 geplaatst.
- De peilbuizen staan aan de noordoever van het ven met meetlat L009.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 13 cm lager voor B124, 10 cm lager voor B34E1662 en 17 cm hoger voor meetlat L009
- Door de gemeten peilen bij L008 en L009 te vergelijken is te zien dat ze bijna hetzelfde zijn tot oktober 2010. Vermoedelijk is de meetlat L009 dan omhoog gekomen.

- De gecombineerde reeks B124 en B34E1662 is voor 81.3% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er zijn geen trends in de residuals.
- De GHG vanaf 2001 is 30,12 m+NAP (circa 6 cm onder maaiveld)
- De GVG vanaf 2001 is 30,04 m+NAP (circa 14 cm onder maaiveld)
- De GLG vanaf 2001 is 29,27 m+NAP (circa 91 cm onder maaiveld)

Peilbuizen met lange reeksen in de Steenhaar

B061 (B34F1532) en B34F3236

- B061 heeft een filter van 75cm met de onderkant op circa 193 cm onder maaiveld. B34F3236 heeft een filter van 50cm met de onderkant op circa 167 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf april 1980. Tussen 1985 tot 1992 is veel minder frequent gemeten. B34F3236 is in maart 2012 geplaatst.
- De peilbuizen staan aan het zuidelijke rand van het natuurgebied.
- De gecombineerde reeks B061 en B34F3236 is voor slechts 69,3% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 23cm en de verklaarde variantie stijgt naar 78,8%

B063 (B34F1534 en B34F3198)

- B063 is in 2012 vervangen door een buis met een andere dinocode omdat die op 6m afstand van de oorspronkelijke buis staat. Deze nieuwe buis is ook voorzien van een diver. Hoewel geplaatst in 2012 staat B34F3198 niet in het bestand dat wij hebben van het verdrogingsmeetnet
- De oude filter was 75cm met de onderkant op circa 227 cm onder maaiveld. De nieuwe filter is 50 cm met de onderkant op circa 234 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf april 1980.
- De peilbuis staat vlak naast de gedempte Steenhaarleiding.
- De reeks is voor slechts 53,6% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 37 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 84,4%

B066 (B34F1536)

- B066 heeft een filter van 75 cm met de onderkant op circa 182 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf april 1980.
- De peilbuis staat aan de rand van een dekzandruggetje.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 1 cm hoger.
- De reeks is voor 71.2% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er is een steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 20 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 80.6%.

B067 (B34F1537)

- B067 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 291 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf april 1980.
- Tussen 1985 tot eind 1990 is veel minder frequent gemeten.
- De peilbuis staat ten oosten van het kade.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 1 cm lager.
- De reeks is voor 59.8% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 24 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 76.3%

B068 (B34F1538)

- B068 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 287 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf april 1980.
- De peilbuis staat ten noord van het ven met meetlat L001.
- Er staan sinds april 2014 geen metingen van meetlat L001 in Dino. Er zit een grote fout in de reeks van L001 voor 15/3/2010. Verkeerde referentie hoogte?
- Niet gemeten in veldonderzoek?
- De reeks is voor 64% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 25 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 80.5%

B103 (B34F1563)

- B103 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 331 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind 1990.
- De peilbuis staat ten zuiden van het Steenhaarplas.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 6 cm hoger.
- De reeks is voor 71.5% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er is een steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 19 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 80.0%.

B104 (B34F1564)

- B104 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 242 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind 1990.
- De peilbuis staat ten zuiden van het Steenhaarplas, aan de rand van het ven.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 49 cm hoger! Er is een mutatie in Dino op 28 feb 1992. Zo te zien is op dat moment de verkeerde referentie hoogte in de databank gekomen.
- Door de fout in de reeks is deze ongecorrigeerde reeks ongeschikt voor verder analyse met Menyanthes.

B105 (B34F1565)

- B105 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 300 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind 1990.
- De peilbuis staat ten oosten van het Steenhaarplas.

- We hebben deze buis niet gecontroleerd tijdens het veldonderzoek.
- Verdachte sprong in metingen op moment van mutatie in Dino op 28 februari 1992. Net zoals bij B104 maar dan met een kleinere sprong.
- Door de fout in de reeks is deze ongecorrigeerde reeks ongeschikt voor verder analyse met Menyanthes.

B106 (B34F1566)

- B106 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 258 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind 1990.
- De peilbuis staat ten oosten van het Steenhaarplas vlakbij het ven en vlakbij het meetlat L005
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: de door ons gemeten referentie hoogtes van B106 en L005 komen precies overeen met elkaar
- De reeks van L005 lijkt veel op die van B106. De waterstanden bij L005 vallen eerder droog en B106 wordt bij hoog water geïnundeerd.
- De reeks is voor 64.7% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Er is een duidelijkwe steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 19 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 76.0%

B107 (B34F1567)

- B107 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 273 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind 1990.
- De peilbuis staat ten noorden van het Steenhaarplas
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 3 cm hoger
- De reeks is voor 74.3% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 18 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 82.5%

B108 (B34F1569)

- B108 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 311 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf februari 1992.
- De peilbuis staat ten noorden van het Steenhaarplas vlakbij het ven.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 5 cm hoger.
- Meterfout 14 jan 2013 (toch wel even gecorrigeerd).
- Peilbuis wordt bij hoog water geïnundeerd.
- De reeks is voor 66.3% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals vanaf oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 18 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 75.5%

B120 (B34F1576) en B34F3234

- Zowel B120 als B34F3234 hebben filters van 100 cm met de onderkant op circa 303 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf mei 1997.
- De peilbuis staat aan het oostzijde van de Steenhaarlaagte

- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 1 cm hoger bij B120 en 2 cm hoger bij B34F3234
- Reeks is korter en dus minder lang gemeten voor het uitvoeren van de maatregel. Daarom minder geschikt voor het bepalen van de effecten van de maatregel
- De reeks is voor 70.8% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Er is een steptrend aanwezig in de residuals maar lijkt later op te treden dan oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 20 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 74.4%

B121 (B34F1577)

- B121 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 274 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf mei 1997.
- De peilbuis staat midden in de Steenhaarlaagte vlakbij de gedempte Steenhaarleiding.
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: wij meten 7 cm lager
- Reeks is korter en dus minder lang gemeten voor het uitvoeren van de maatregel. Daarom minder geschikt voor het bepalen van de effecten van de maatregel
- De reeks is voor 55.7% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Er is een duidelijk steptrend aanwezig in de residuals in oktober 2000.
- Bij het toevoegen van een steptrend op 1 oktober 2000 wordt er een verhoging berekend van 23 cm en de verklaarde variantie stijgt naar 64.6%

Korte meetreeksen van de nieuwe peilbuizen van het provinciale meetnet

B34E1661

- B34E1661 heeft een filter van 100 cm met de onderkant op circa 295 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind maart 2012.
- De peilbuis staat in het westelijke deel van Galgenslat
- Vergelijking referentiehoogtes in Dino en tijdens eigen veldwerk: de door ons gemeten referentie hoogte is 2 cm hoger
- Er is een gat in de reeks van 15 juni 2015 tot 7 september 2016.
- De reeks is voor 87,9% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping. Hoge M0prec en lage EvapF. Dus volgens de tijdreeksmodel reageert het grondwater op deze locatie meer op de neerslag dan op de andere locaties. Afwijkend beeld kan ook komen door gat in reeks.

B34E1663

- B34E1663 heeft een filter van 100 cm met de onderkant op circa 366 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind maart 2012.
- De peilbuis staat in het zuidwestelijke hoek van Galgenslat, vlakbij piket P123. De reeks van P123 heeft een paar lage uitschieters die fout moeten zijn want ze zijn lager dan de bodem van de Slatsleiding.
- De reeks is voor 86,0% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.

B34F3233

- B34F3233 heeft een filter van 100 cm met de onderkant op circa 246 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf eind 2012.
- De peilbuis staat ten westen van de kade in de Steenhaarlaagte.
- De reeks is met een linear model 0% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping
- Met een non-linear model is 87,8% van de reeks verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping maar zijn een aantal van de berekende parameters zoals de drainage basis en de M0's onzin.

B34F3235

- B34F3235 heeft een filter van 50 cm met de onderkant op circa 181 cm onder maaiveld.
- Er zijn opnames vanaf maart 2012.
- De peilbuis staat in het zuidelijke gedeelte van de Steenhaarlaagte.
- De reeks is 79,8% verklaarbaar op grond van alleen het verloop van de neerslag en verdamping.

3.3 Totaalbeeld

- Uit de tijdreeksanalyse volgt dat in de Steenhaarlaagte / Steenhaarplas sinds de demping van de Steenhaarleiding een duidelijke (grond)waterstandsverhoging is opgetreden die los staat van het verloop van de neerslag en verdamping. De verhoging loopt uiteen van circa 35 à 40 cm direct naast de gedempte Steenhaarleiding (peilbuis B63) tot circa 20 cm in de Steenhaarplas (B106, B108) en het heidegebied op enkele honderden meters van de gedempte leiding (B67, B120).
- Dit betekent dat met de demping van de Steenhaarleiding het natuurlijke hydrologische systeem van de Steenhaarlaagte, de Steenhaarplas en de het heidegebied ten oosten van de laagte op verregaande wijze is hersteld en de verdroging hier dus sterk is gereduceerd.
- Uit de grafieken van de tijdreeksmodellen is af te leiden dat de verhoging zich over de gehele linie heeft voltrokken. Dus de waterstandsdynamiek is niet echt veranderd. Wel betekent de waterstandsverhoging dat de oever / bodem van de Steenhaarplas sinds de demping van de Steenhaarleiding minder vaak droogvalt. Bij de behandeling van de resultaten van het veldonderzoek wordt ingegaan op de consequenties hiervan voor het ecologisch functioneren van het ven.
- De GXG-waarden die voor de betrouwbare meetreeksen zijn afgeleid zijn weergegeven in tabel 3.1. Deze GXG-waarden worden in hoofdstuk 4 vergeleken met de meetwaarden van de uitgevoerde winter- en zomermetingen, om de representativiteit van de metingen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd te bepalen.

4 Veldonderzoek

4.1 Methode

Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Kartering oppervlaktewatersysteem.
- Onderzoek grondwatersysteem.
- Hydrochemisch veldonderzoek.
- Bodemkundig onderzoek.
- Bodemchemisch onderzoek.

Kartering oppervlaktewatersysteem

Deze kartering is uitgevoerd op 20-2-2017. Hierbij is een eerder door het deskundigenteam Buurserzand uitgevoerde kartering als basis gebruikt. De resultaten zijn verwerkt in de verscheidenen thematische kaarten die in het rapport zijn opgenomen en worden toegelicht in paragraaf 4.2.

Grondwatersysteemonderzoek

Het functioneren van het grondwatersysteem is inzichtelijk gemaakt door middel van:

- Vervaardiging van een isohypsenkaart van watervoerend pakket 1A in een (zeer) vroege voorjaarssituatie, als het systeem goed op druk is, en dus de stromingspatronen het best zichtbaar zijn (zie figuur 4.1).
- Vervaardiging van drie ecohydrologische dwarsprofielen van het projectgebied: één van west naar oost en twee van noord naar zuid (zie figuur 4.2).

Hiertoe zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Op de hoofdmeetpunten en/of de plekken waar ook inzicht nodig is in de hydrochemische situatie zijn tijdelijke peilbuizen geplaatst (in totaal op circa 15 locaties). De tijdelijke peilbuizen zijn met een zuigerboor geplaatst. Op de hoofdmeetpunten is telkens getracht de keileem aan te boren, zodat ook inzicht ontstaat in de dikte van watervoerende pakket 1A / de basis hiervan. De boorbeschrijvingen van de bijgeplaatste tijdelijke peilbuizen zijn opgenomen in bijlage 3.
- In de tijdelijke peilbuizen is de grondwaterstand twee keer gemeten: één keer aan het einde van de winter en één keer in een droge zomersituatie.
- Er zijn ook aanvullende ondiepe grondboringen uitgevoerd, om het inzicht in zowel horizontale als verticale zin te verfijnen. In een selectie van de boorgaten is grondwaterstand in de vroege voorjaarssituatie gemeten.
- Alle tijdelijke peilbuizen en de selectie van boorgaten waar de grondwaterstand ook worden gemeten zijn ingemeten ten opzichte van NAP.
- Daar waar mogelijk zijn ook de permanente peilbuizen opgenomen in de dwarsprofielen en ook hier zijn de grondwaterstanden gemeten. Ook de boorbeschrijvingen van deze peilbuizen zijn geraadpleegd.
- Op basis van de verzamelde gegevens zijn de drie ecohydrologische dwarsprofielen en de isohypsenkaart vervaardigd. De resultaten worden toegelicht in paragraaf 4.3.

Uit vergelijking van de meetwaarden van de uitgevoerde (zeer) vroege voorjaars- en zomermetingen en de GXG-waarden die voor de meetreeksen van de peilbuizen zijn afgeleid (zie tabel 4.1) volgt de representativiteit van de metingen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd.

Tabel 4.1 *Vergelijking van de op 3-3-2017 en 18-7-2017 gemeten grondwaterstanden in de permanente peilbuizen met de voor deze peilbuizen afgeleide GXG-waarden*

peilbuis	GHG	GVG	GLG	refh	meetwaarde		verschil (m)	verschil (m)	verschil (m)
code	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)	dino	(m+NAP)		GHG met	GVG met	GLG met
					3-mrt-17	18-jul-17	meting 3-3-17	meting 3-3-17	meting 18-7-2017
B123	30,22	30,08	29,33	30,61	30,03	29,25	0,19	0,05	0,08
B124	30,12	30,04	29,27	30,93	29,97	29,19	0,15	0,07	0,08
B066	30,07	29,95	29,35	30,74	30,07	29,37	0,00	-0,12	-0,02
B067	30,00	29,96	29,39	30,43	29,87	29,39	0,13	0,09	0,00
B103	30,02	29,91	29,28	30,44	29,87	29,39	0,15	0,04	-0,11
B106	30,05	30,00	29,53	30,02	29,78	29,43	0,27	0,22	0,10
B107	30,03	29,94	29,34	30,20	29,92	29,30	0,11	0,02	0,04
B108	29,98	29,92	29,41	30,31	29,84	29,35	0,14	0,08	0,06

- Uit de vergelijking volgt dat op 3-3-2017 bij benadering GVG-omstandigheden aanwezig waren. Dus hoewel aan het einde van de winter werd gemeten (en bij de behandeling van de resultaten de metingen van 3-3-2017 ook worden aangeduid als de 'wintersituatie'), waren (vanwege de relatief droge winter van 2016-2017) op 3-3-2017 bij benadering al GVG-omstandigheden aanwezig.
- Uit de vergelijking volgt dat op 18-7-2017 bij benadering GLG-omstandigheden aanwezig waren.

Hydrochemisch onderzoek

Het hydrochemisch onderzoek is vooral bedoeld om de mate van buffering van het grond- en oppervlaktewater vast te stellen, en dan vooral om af te leiden of er mogelijkheden zijn om de voeding van de Steenhaarplas en het noordelijke ven van het Galgenslat met enigszins gebufferd grondwater te versterken. In combinatie hiermee zijn ook de overige standaardparameters geanalyseerd (onder andere sulfaat, nitraat, chloride, ammonium). De watermonsters zijn door Bell Hullenaar genomen. De analyse van de watermonsters is gedaan door B-WARE (standaardpakket voor hydrochemisch onderzoek). De bemonstering heeft plaatsgevonden op 30-3-2017. In totaal zijn circa 20 watermonsters genomen. Interpretatie van de resultaten is in eerste instantie door B-WARE gedaan (zie rapportage in bijlage 4). De belangrijkste resultaten zijn geïntegreerd in de hoofdttekst (paragraaf 4.4) en hierbij zijn ook gelijk verbanden aangebracht met de resultaten van het ecohydrologisch onderzoek.

Bodemkundig onderzoek

Het bodemkundig onderzoek is uitgevoerd om:

- De ondiepe bodemopbouw van het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas op gedetailleerde wijze inzichtelijk te maken (in een raster van circa 50 x 50 m, en in totaal circa 25 boringen).
- De ondiepe bodemopbouw van het landbouwgebied aan de noord- en westzijde van het Galgenslat (globaal) inzichtelijk te maken (in een raster van circa 100 x 100 meter, en in totaal circa 25 boringen).

Op grond hiervan is bepaald of en in hoeverre de natuurlijke bodemopbouw is verstoord, hoe dik de (voormalige) bouwvoor is en of er plaatselijk ondiep in de bodem leemlagen of lagen lemig zand aanwezig zijn: dergelijke plekken zijn immers extra kansrijk. Ook is nagegaan of er nog restanten van verdwenen vennen aanwezig zijn. De resultaten worden beschreven in paragraaf 4.5.

Bodemchemisch onderzoek

Het bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd om de fosfaattoestand van de bodem vast te stellen, en op grond hiervan te bepalen of ontgraving van de toplaag een goede optie is, en zo ja, tot op welke diepte er dan ontgraven moet worden. Het al dan niet afgraven van de toplaag hangt echter niet alleen af van de fosfaattoestand maar ook van de inpasbaarheid van de maatregel in het te herstellen hydrologische systeem. Dus de uiteindelijke keuze ten aanzien hiervan volgt pas na de behandeling van de synthese en de conclusies, bij bespreking van de herstel mogelijkheden (aan het einde van hoofdstuk 5)

In het kader van het bodemchemisch onderzoek zijn op 30 maart 2017 ter plaatse van de (voormalige) landbouwgronden op 14 locaties bodemonsters genomen: 4 locaties in voormalige landbouwgronden langs Galgenslatweg en 10 locaties in de bufferzone. Per locatie is op 3 dieptes een monster genomen. Ook zijn op enkele plekken referentiemonsters genomen, met name ter plaatse van goed ontwikkelde heidevegetatie elders in het Buurserzand. Het bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd door B-WARE en hiervan is ook een afzonderlijke rapportage opgesteld (zie bijlage 4) en een korte samenvatting van de resultaten is opgenomen in paragraaf 4.6.

4.2 Resultaten inventarisatie oppervlaktewatersysteem

Inleiding

Het projectgebied ligt in het grensgebied van twee waterschappen: waterschap Rijn en IJssel en waterschap Vechtstromen. Het projectgebied ligt voor het overgrote deel binnen de begrenzing van waterschap Rijn en IJssel. Alleen de uiterste noordoosthoek hiervan valt hierbuiten. In principe zou de grens van de waterschappen gelijk moeten zijn aan de grens van de afwateringseenheden in de praktijk, maar dat is niet het geval. Op grond van de veldinventarisatie wordt in de onderstaande tekst beschreven hoe het stelsel in werkelijkheid functioneert.

Externe stelsel

- De Slatleiding is de hoofdwaterloop van de gronden ten noorden en ten westen van het Galgenslat. De Slatleiding watert in zuidelijke richting via de vijver van het kerkhof af op de Buurserbeek. Deze vijver is uitgegraven in de bodem van het ven dat hier oorspronkelijk aanwezig was.
- In de akker aan de westzijde is een zijslot aanwezig en in het zuidelijke deel van dit gebied is buisdrainage aangetroffen.
- Ook in de akker ten noorden van het Galgenslat is buisdrainage aangetroffen. Via een verzamelslot aan de noordzijde en een duiker onder de Steenhaarweg watert dit systeem af op de Slatleiding.
- Rond de paardenweitjes ten noorden van de Steenhaarweg zijn (circa 0,5 meter diepe) greppels aanwezig. Ook dit stelsel watert af op de Slatleiding (een verbinding met de wegsloot langs de Oude Enschedese Weg ontbreekt). Er vindt hier in de huidige situatie echter alleen in natte winterperioden waterafvoer plaats. De greppels staan dus meestal droog.
- Ook rond de percelen ten oosten van de Oude Kampsweg zijn greppels / kleine slotjes aanwezig. Dit stelsel kan via twee routes afwateren: in noordoostelijke richting, via de wegsloot langs de Oude Enschedese Weg en in zuidwestelijke richting, via een duiker onder de Oude Kampsweg, naar de Slatleiding. Deze afvoerroute overschrijdt dus de grens tussen de waterschappen.
- Op de plek waar een haakse hoek in de Slatleiding aanwezig is mondt vanuit het noorden een zijslot uit in de Slatleiding.
- De gronden in een zone direct ten zuiden van de Oude Enschedeseweg wateren af via de wegsloot en vervolgens, via een duiker onder de weg, in noordelijke richting. Dus hoewel deze zone in principe tot het gebied van waterschap Rijn en IJssel behoort, vindt in de praktijk afwatering via het stelsel van waterschap Vechtstromen.

Interne stelsel

- In het natuurgebied zijn langs de Galgenslatweg en de Waarveldweg greppelrestanten aangetroffen. Verder is in het voormalige landbouwgrond tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas één greppelrestant aangetroffen. Deze restanten zijn over het algemeen (zeer) ondiep (< 0,3 m) en er zitten onderbrekingen (dammen / ophopingen van blad). Een deel van de greppelrestanten bevat in de winter wel water maar nergens is oppervlakkige afvoer geconstateerd. Desalniettemin is niet uit te sluiten dat ook dergelijke ondiepe greppelrestanten met onderbrekingen (in neerslagrijke perioden) nog een licht verdrogende werking hebben.
- Langs de Waarveldweg is ten zuiden van Tpb7 een dieper greppelrestant aanwezig. Hoewel ook hier geen oppervlakkige afvoer is geconstateerd, mag

verwacht worden dat met name dit traject wel voor enige reductie van de opbolling van de grondwaterspiegel in de winter zorgt, en dus een licht negatief effect heeft op het grondwatersysteem.

- Vanuit de vennen in het Galgenslat vindt geen oppervlakkige afvoer plaats, ook niet in natte winterperioden. In het verleden had het ven aan de zuidwestzijde een afvoergreppel, maar deze is al lange tijd gedempt.
- In natte winterperioden vindt vanuit de zuidelijke plassen van de Steenhaarlaagte (plas met L3 en plas bij B121) via een slenkje oppervlakkige afvoer plaats in zuidelijke richting. Dit slenkje watert via een stuwte af op het slotenstelsel van enclave Scholten. In het verleden was hier de Steenhaarleiding aanwezig. Via deze leiding verliep de afwatering van een voormalig landbouwgebied in de noordoosthoek van de Steenhaarlaagte (de Jordaansweide). Na aankoop en omvorming hiervan is de Steenhaarleiding in 2000 heringericht tot de huidige slenk en is de complete laagte een stuk natter geworden. De leiding is niet volledig gedempt omdat anders het waterpeil in de Steenhaarlaagte en ook de Steenhaarplas te ver zou oplopen in relatie tot de hier beoogde ecologische ontwikkeling.
- Vanwege de aanwezigheid van een kade ligt de Steenhaarplas gescheiden van de Steenhaarlaagte. Om in (zeer) natte perioden water uit de Steenhaarplas naar de Steenhaarlaagte af te kunnen voeren is (in het kader van de herinrichting in 2000) in deze kade een klepduiker aangebracht. Bij het bereiken van een peil van 30,0 mNAP zou langs deze duiker het wateroverschot afgevoerd moeten worden, en de klepconstructie dient ervoor om eventuele instroming van zuur water vanuit de Steenhaarlaagte te voorkomen (voor het geval dat het peil in de Steenhaarlaagte in neerslagrijke perioden tijdelijk hoger zou oplopen dan in de plas). Aangezien het peil van 30,0 mNAP (vrijwel) nooit wordt bereikt is de duiker overbodig.
- In het verleden (vanaf 1937 t/m jaren tachtig) waren ook ten zuidwesten en ten zuidoosten van de Steenhaarplas landbouwgebieden aanwezig (zie figuur 2.2b) De afvoersloot van het zuidwestelijke landbouwgebied waterde af op de Steenhaarplas. Bij de veldinventarisatie is vanaf de zuidoosthoek van de Steenhaarplas naar de voormalige landbouwenclave direct ten oosten van de kade een voormalige afvoergreppel aangetroffen: waarschijnlijk vond hierlangs waterafvoer plaats vanuit de Steenhaarplas naar de voormalige sloot rond het zuidoostelijke landbouwgebied, die op zijn beurt weer in verbinding stond met de Steenhaarleiding. Ofwel: in het verleden vond er wel (en ook een aanzienlijke) oppervlakkige afvoer vanuit de Steenhaarplas plaats, waardoor hier toen dus een relatief laag oppervlaktewaterpeil aanwezig was.

4.3 Resultaten onderzoek grondwatersysteem

De resultaten worden toegelicht aan de hand van de isohypsenkaart (figuur 4.1) en de drie ecohydrologische dwarsprofielen (zie figuur 4.2) die op basis van de veldmetingen zijn vervaardigd.

Bodemopbouw

- In het projectgebied is een zandbodem aanwezig en op de meeste plekken is in de ondergrond vanaf een diepte die uiteenloopt van circa 2 tot 4 m -mv (zandige) keileem aangeboord. Daar waar geen keileem is aangeboord bestaat de mogelijkheid dat deze op grotere diepte aanwezig is, maar het kan dus ook zo zijn dat de keileem hier ontbreekt.
- De zandlaag bestaat veelal uit leemarm (en soms zwak lemig) en hoofdzakelijk zeer fijn tot matig fijn zand en vormt een dunne watervoerende laag (watervoerend pakket 1A).
- De keileem vormt (daar waar aanwezig) een weerstandsbiedende laag. Hieronder is een tweede watervoerende zandlaag aanwezig (watervoerend pakket 1B) en op een diepte van circa 11 m -mv bevindt zich de bovenzijde van de tertiaire klei hier de (praktisch) ondoorlatende) hydrologische basis van het systeem vormt.
- Verder is in het noordelijke ven van het Galgenslat een zeer dunne veenlaag aangetroffen (van 0,1 meter) en in de Steenhaarplas vaak een leemlaagje (van 0,05 tot 0,15 m) aanwezig.

Ecohydrologisch functioneren Steenhaarplas

- In de wintersituatie treedt onder invloed van de opbollende grondwaterspiegel in de zandgronden (in de directe omgeving van de plas) een lichte grondwatervoeding van de Steenhaarplas op (zie isohypsenkaart en dwarsprofielen).
- Deze aanvoer vindt vanaf alle zijden plaats, dus ook vanuit het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas (dus ten westen van de Galgenslatweg). Dus dit voormalige landbouwgebied vormt een voedingsgebied van de Steenhaarplas.
- In de zomersituatie is de grondwaterspiegel in de omgeving juist lager dan in de plas, dus dan is er sprake van een lichte uitstroming van water (zie dwarsprofielen).
- Dit mechanisme van in- en uitstroming hangt samen met de hogere bergingscoëfficiënt van open water (bergingscoëfficiënt $\mu = 1,0$) ten opzichte van een zandbodem ($\mu = 0,1$ à $0,15$), waardoor bij een neerslagoverschot de grondwaterstand veel sneller stijgt in de zandbodem dan in het ven, en bij een verdampingsoverschot in de zomer juist het omgekeerde.
- Bij de opname van de (grond)waterstanden in de zomersituatie (op 11-7-2017) was (beneden de gordel met Gagel en Riet) de oostelijke oeverzone droog gevallen, maar is op het grotendeels zandige substraat van deze oeverzone alleen Knolrus en helaas geen Oeverkruid waargenomen.
- Bij de behandeling van de resultaten van het hydrochemisch onderzoek wordt nader ingegaan op de venontwikkeling.

Ecohydrologisch functioneren Galgenslat

- Het (grond)watersysteem van het Galgenslat bevindt zich vanwege de ondiepe ligging / aanwezigheid van de keileem op een iets hoger niveau dan dat van de Steenhaarplas.
- Onder invloed van de 's-winters enigszins opbollende grondwaterspiegel in de zandgronden aan de west- en (zuid)oostzijde treedt in de winter een zeer lichte grondwatervoeding van de vennen op.
- Aan de noordzijde treedt nu in de wintersituatie echter vrijwel geen opbolling van de grondwaterspiegel op, waardoor het noordelijke ven vanaf deze zijde momenteel 's-winters dus niet gevoed wordt met grondwater. Het ontbreken van de opbolling wordt veroorzaakt door de buisdrainage in de akker ten noorden van de Galgenslat en de drainerende werking van de Slatsleiding.
- De isohypsenkaart geeft een goed totaalbeeld van de sterk drainerende werking van de Slatsleiding en de zijsloten hiervan. Het effect hiervan werkt vooral sterk door in het westelijke vochtige heidegebied van het Galgenslat. In de wintersituatie wordt het wegzakken van de grondwaterstand nog wel voorkomen door de aanvulling vanuit het neerslagoverschot, maar in de loop van het voorjaar zakt de grondwaterstand snel weg wat uiteindelijk ook leidt tot een verlaagde zomergrondwaterstand in een honderden meters brede zone langs deze hoofdwaterloop, ofwel het grootste deel van het vennen- en vochtige heidegebied van het Galgenslat.
- Bij de metingen op 3-3-2017 is ook het oppervlaktewaterpeil van de vijver van het kerkhof ten zuidwesten van het Galgenslat gemeten. Er is hier toen een waterpeil van 28,96 mNAP gemeten. Vanwege dit lage peil heeft ook deze vijver een sterk drainerende werking op het grondwater. Dit is uiteraard ook logisch aangezien de vijver deel uitmaakt van het afvoersysteem. Omdat er rond de vijver geen grondwaterstanden zijn gemeten blijkt dit echter niet uit het isohypsenpatroon.
- Bovendien wordt het ecohydrologisch functioneren van het heiderestant negatief beïnvloed door de bosontwikkeling langs de randen van het heiderestant: vanwege het relatief sterke verdampingsverlies van (naald)bos ten opzichte van heide wordt de grondwateraanvulling gereduceerd waardoor de grondwaterstand in de zomer verder wegzakt en het (naald)bos zorgt voor een versterkte invang van verzurende depositie. In de huidige situatie is deze beïnvloeding echter van ondergeschikt belang ten opzichte van de eerder genoemde sterke aantastingen van het hydrologische systeem.

4.4 Belangrijkste resultaten hydrochemisch onderzoek

Inleiding

- In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten van het hydrochemisch onderzoek behandeld en wordt gelijk een koppeling gemaakt met het hydrologisch functioneren.
- Voor een goed begrip van de actuele situatie wordt eerst een beschrijving gegeven van de venontwikkeling van de Steenhaarplas in het verleden, op basis van beschikbare gegevens / literatuur en zoals ook is opgenomen in de rapportage van B-WARE (zie bijlage 4).
- Hierna volgt de interpretatie van de actuele hydrochemische situatie van de Steenhaarplas.
- Vervolgens wordt de koppeling met het hydrologisch functioneren van de Steenhaarplas behandeld.
- Tenslotte wordt kort ingegaan op de situatie van het noordelijke ven van het Galgenslat.

Steenhaarplas in het verleden (op basis van Buijs, 2011 en B-WARE, 2017)

- In de Steenhaarplas was in het verleden een bijzondere vegetatie aanwezig met Waterlobelia en Oeverkruid (Buijs, 2011). Er is een melding bekend van het voorkomen van zowel Oeverkruid als Waterlobelia in 1948 (De Haan & Siebum, 1987). In die tijd is het dus een voedselarm, zwak gebufferd, koolstof gelimiteerd water geweest.
- In de periode 1950-1983 kon vanuit een aan de zuidwestrand gelegen landbouwgebied, via een sloot, voedselrijk water het ven instromen waardoor het oligotrofe-mesotrofe karakter verloren is gegaan en op grote schaal Rietontwikkeling plaatsvond (Bellemakers et al., 1993).
- In 1983 werd het eutrofiërende aangrenzende landbouwgebied bij het natuurgebied betrokken en werd de aanvoer van eutroof water beëindigd (Bellemakers et al., 1993).
- Het ven is in 1990 uitgebaggerd. Al voor uitvoering van de baggerwerkzaamheden was het ven verzuurd (pH 4,1-4,2 en alkaliniteit 0 $\mu\text{eq/l}$; Bellemakers et al., 1993). De verzuring was waarschijnlijk het gevolg van een afgenomen grondwatervoeding richting de Steenhaarplas (Kiwa Water Research & EGG, 2007) en de atmosferische depositie (Bellemakers et al., 1993). Daarnaast was de bodem bedekt met een relatief dunne organische sliblaag van 10-20 cm met plaatselijk daaronder een 5-20 cm dikke leem-/kleilaag (Bellemakers et al., 1993). De bijzondere vegetatie is hierdoor verdwenen (Kiwa Water Research & EGG, 2007). Na uitvoering van de baggerwerkzaamheden is deze vegetatie korte tijd teruggekeerd (Brouwer et al., 2009). In 1992 werden op de droogvallende noordwest- en westrand, na 44 jaar verdwenen te zijn geweest, weer Oeverkruid en Waterlobelia gevonden. Na uitvoering van de maatregelen werd een pH gemeten van 3,9-4,7 en een alkaliniteit van 0-27 $\mu\text{eq/l}$ (Bellemakers et al., 1993). Omdat er toen geen aanvullende maatregelen tegen verzuring zijn getroffen, is het ven na verloop van tijd weer verzuurd en is de Waterlobelia volledig verdwenen (Brouwer et al., 2009).
- Tijdens een veldbezoek op 28 april 2011 (in het kader van het hydrologisch en hydrochemisch onderzoek van Buijs en B-WARE) werden enkele tientallen exemplaren Oeverkruid aangetroffen op de voormalige groeiplaats uit de jaren negentig. Verder werd vooral een dichte gordel van Gagel en Riet aangetroffen die direct over ging in een gordel met een enkele decimeters dikke laag veenmossen en Knolrus (Buijs, 2011). Er groeit vooral Waterveenmos en Geoord veenmos (Kiwa Water Research & EGG, 2007). Geconstateerd wordt dat er

kennelijk onvoldoende koolstoflimitatie optreedt om de groei van deze soorten te remmen. De waterkwaliteit in de plas (gemeten op 28-4-2011 en 17-6-2011) vertoont slechts geringe verschillen. De zuurgraad zit met een pH van 5,0 en 4,8 op de grens van zuur met zwak gebufferd en de buffercapaciteit is in juni 2011 kleiner dan 0,1 meq/l (0,062 meq/l). In april 2011 werd 2 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- gemeten en 53 $\mu\text{mol/l}$ CO_2 . Ten opzichte van de jaren negentig is de pH wel duidelijk gestegen (Buijs, 2011). Deze verhoging is te danken geweest aan de bekalking van het voormalige landbouwperceel aan de zuidwestkant in 2000 (in samenhang met de uitvoering van de herstelmaatregelen in de Steenhaarlaagte, onder andere het dempen van de Steenhaarleiding). In het ondergelopen deel van dit perceel werd in 2011 dan ook een pH van 5,5 en een HCO_3^- concentratie van 28 $\mu\text{mol/l}$ gemeten (Buijs, 2011).

Actuele situatie

- Het oppervlaktewater in de Steenhaarsplas (monster Bu2, locatie L5) heeft een pH van 4,9, een alkaliniteit van 0,2 meq/l en bevat 100 $\mu\text{mol/l}$ CO_2 , 3 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- en 51 $\mu\text{mol/l}$ calcium. De mate van buffering lijkt, op basis van deze eenmalige meting, min of meer gelijk aan de situatie van 2011: het water is wel zuur maar bevindt zich nog steeds nabij de grens van zuur en zwak gebufferd. Er zit relatief veel kooldioxide en nauwelijks bicarbonaat in het oppervlaktewater, wat bevorderlijk is voor de groei van Knolrus en veenmossen. Het oppervlaktewater in de Steenhaarplas is verder relatief arm aan P (1,0 $\mu\text{mol/l}$ P en 0,2 $\mu\text{mol/l}$ PO_4^{3-}), nitraathoudend (78 $\mu\text{mol/l}$) en arm aan ammonium (9 $\mu\text{mol/l}$) en sulfaat (51 $\mu\text{mol/l}$).
- Het grondwater in de met bos begroeide dekzandruggen rondom de Steenhaarplas (Tpb5, Tpb6 en B103 in dwarsprofiel B-B', Tpb11 in dwarsprofiel C-C' en Tpb12, Tpb13 en Tpb15 buiten de dwarsprofielen), heeft een gemiddelde pH van 4,5, een alkaliniteit van 0,1-0,2 meq/l en bevat 1255 $\mu\text{mol/l}$ CO_2 , (slechts) 28 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- en 42 $\mu\text{mol/l}$ calcium. Wat verder opvalt zijn de hoge aluminiumconcentraties (100-300 $\mu\text{mol/l}$), wat duidt op zuur grondwater. Het grondwater is ijzerarm (<10 $\mu\text{mol/l}$). Daarnaast is het grondwater op deze locaties over het algemeen fosforarm (<1 $\mu\text{mol/l}$) en sulfaatarm tot zwak sulfaathoudend (< 300-400 $\mu\text{mol/l}$). Lokaal is het grondwater verrijkt (Bu10 = Tpb12 en Bu11 = Tpb13): 60-64 $\mu\text{mol/l}$ en rijk (Bu 7 en Bu9: 278-339 μmol) aan nitraat. Mogelijke bronnen zijn stikstofinvang door bossen en uitspoeling uit (voormalige) landbouwgronden. De ammoniumconcentratie is laag (<10 $\mu\text{mol/l}$).
- Het grondwater onder het in 2000 bekalkte voormalige landbouwperceel aan de zuidwestzijde (Tpb14) heeft een pH van 5,6 en een alkaliniteit van 0,5 meq/l. Hier is het grondwater dus wel zwak gebufferd.
- Dit geldt ook voor het grondwater in het met heide begroeide gedeelte van de dekzandrug aan de zuidzijde van de Steenhaarplas (tpb7), waar een pH van 5,4 en een alkaliniteit van 0,6 meq/l is gemeten.
- Ook het grondwater op 2 à 3 meter diepte onder de oeverzone van de Steenhaarplas is met een gemiddelde pH van 5,5 en een gemiddelde alkaliniteit van 0,5 meq/l zwak gebufferd.

Op basis hiervan ontstaat het volgende totaalbeeld ten aanzien van de huidige hydrochemische situatie:

- Het grondwater op enige diepte onder de oeverzone is goed geschikt als voeding voor het ven, maar kan het ven in de huidige situatie blijkbaar in onvoldoende mate bereiken.
- Het grondwater onder de met bos begroeide delen van de dekzandruggen is vanwege de sterke invang van verzurende depositie vanuit de lucht sterk zuur en zodoende minder geschikt als voeding. Via ondiepe laterale aanvoer vanuit de dekzandruggen wordt het ven nu wel met dit zure grondwater gevoed.

- Momenteel treedt alleen vanuit het bekalkte grasland aan de zuidwestzijde voeding met zwak gebufferd grondwater op, en aan deze voeding is het te danken dat het water in de Steenhaarplas toch in zeer zwakke mate gebufferd is.

Koppeling met het hydrologisch functioneren

Voor de groei van isoëtiden is voldoende peildynamiek noodzakelijk. Als amfibische planten kunnen zij zeer goed langdurige periodes van droogval overleven. Concurrerende waterplanten (bijvoorbeeld waterveenmos) kunnen dit niet of veel minder goed en zijn in een dergelijk milieu sterk in het nadeel. Bovendien wordt door droogval organisch materiaal afgebroken, wordt ammonium omgezet naar nitraat, fosfaat gebonden aan ijzer en kan kooldioxide versneld uitgassen naar de atmosfeer, waardoor de beschikbaarheid van stikstof, fosfor en koolstof in het systeem laag blijft (B-WARE, 2017).

Op basis van de analyse van het (grond)waterstandsverloop (zie hoofdstuk 3) volgt dat door de demping van de Steenhaarleiding en het herstel van de Steenhaarlaagte de waterstand in de Steenhaarplas over de gehele linie met circa 20 cm is gestegen. Hierdoor treedt droogval van de oevers dus minder snel / vaak op, wat ongunstig is voor de isoëtiden.

In feite is dit vernattingsproces al veel langer gaande. De Steenhaarplas maakte vanaf de ontginning van percelen langs de plas in 1937 immers deel uit van de landbouwkundige afwateringsstructuur: water werd vanuit de plas via zuidoostelijke afvoerloop afgevoerd naar de Steenhaarleiding. Het waterpeil in de plas was toen dus nog een stuk lager.

Onder invloed van dit lage peil trad niet alleen vaker droogval van de oevers op, maar had het ven ook een veel sterkere drainerende werking op het grondwater, waardoor de bijdrage van het meer gebufferde diepere grondwater aan de voeding groter was dan nu. Dit betekent dus dat de aanwezigheid van de bijzondere vroegere vegetatie met Waterlobelia (zoals waargenomen in 1948) mogelijk samenhang met de aanwezigheid van een onnatuurlijk watersysteem. Met de toename van de bemesting van de landbouwpercelen / de verdere oplading van het systeem met meststoffen in de periode 1950-1980 verdween de waardevolle vegetatie echter vanwege eutrofiëring. Op het moment van opschonen in 1990 was het ven inmiddels (middels afdamming van de afvoersloot / de aanwezigheid van de kade) al lange tijd geïsoleerd van zijn omgeving, en onder invloed van het hoge peil werd de grondwatervoeding onderdrukt, waardoor de verzuring werd bevorderd.

Noordelijke ven van het Galgenslat

- Het oppervlaktewater in het noordelijke ven van het Galgenslat heeft een pH van 4,8, een alkaliniteit van 0,2 meq/l, bevat nauwelijks bicarbonaat en wel veel kooldioxide. Het is hiermee te typeren als een zuur ven.
- Het grondwater in de omgeving (Bu16=Tpb3 en Bu19=Tpb10) is zwak gebufferd. Het grondwater van Tpb3 heeft een zeer hoge nitraatconcentratie (2642 $\mu\text{mol/l}$), wat het gevolg is van de (actuele) bemesting van de betreffende akker.
- Het grondwater van B124 (Bu17) lijkt op het venwater. Vanwege de drainage van het natuurlijke intrekgebied is hier nu een omgekeerde waterbeweging gaande: het ven wordt niet gevoed vanuit de omgeving maar de omgeving wordt gevoed vanuit het ven.
- Door middel van beëindiging van de bemesting, het wegnemen van de buisdrainage en de drainerende werking van de Slatsleiding kan de voeding van het ven vanuit het noorden met zwak gebufferd grondwater worden hersteld, waardoor de venontwikkeling verbeterd kan worden.

4.5 Resultaten onderzoek bodemopbouw

De belangrijkste resultaten van het onderzoek naar de bodemopbouw zijn weergegeven op de kaart van figuur 4.3. Op deze kaart zijn per boorlocatie de bouwvoordikte en de diepte van de onderzijde van de (eventueel aanwezige) geroerde laag onder de bouwvoor aangegeven. Ook zijn de twee deelgebieden aangegeven waar oude venbodems zijn aangetroffen. Met uitzondering van deze twee deelgebieden is overal uitsluitend leemarm tot hooguit (zeer) zwak lemig, zeer fijn tot matig fijn zand aangetroffen. Zodoende is ten aanzien hiervan op de kaart geen onderscheid gemaakt.

De bouwvoordikte loopt veelal uiteen van 30 tot 40 cm en is in het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas soms iets geringer (20 à 25 cm). Op sommige plekken is onder de bouwvoor een geroerde laag aangetroffen. Dit kan het gevolg zijn van dieper ploegen of van ophoging van de bodem. Duidelijke kenmerken van ophoging zijn echter alleen in twee deelgebieden met oude venbodems aangetroffen.

Het eerste deelgebied met een oude venbodem betreft de laagte ten westen van het Galgenslat. Centraal in deze laagte is ter plaatse Bo76 onder de 30 cm dikke bouwvoor tot op een diepte van 55 cm -mv een bonte zandlaag aangetroffen (mix van sterk humeus, zwak humeus en humusarm zand), met hieronder een 10 cm dikke, sterk veraarde veenlaag, ofwel een oude venbodem die met 55 cm zand is opgehoogd. In het noordelijke deel van de laagte is ter plaatse van Bo8 onder de 30 cm dikke bouwvoor tot op een diepte van 55 cm -mv een geroerde bodem aangetroffen, wat erop wijst dat ook hier ophoging heeft plaatsgevonden. Op deze locatie ontbreekt de veenlaag echter.

Het tweede deelgebied met een oude venbodem betreft de zone met boorlocaties Bo109 en Bo110, ten oosten van het zuidelijke ven van het Galgenslat. Boring Bo109 is uitgevoerd in het graslandgebied en boring Bo110 in de bosstrook tussen het huidige ven en het graslandgebied. Ter plaatse van Bo109 is onder de 20 cm dikke bouwvoor tot op een diepte van 60 cm -mv een vlekkerige zandlaag aangetroffen, met hieronder een 10 cm dikke, sterk veraarde veenlaag. Ter plaatse van Bo110 is onder een 42 cm dikke vlekkerige zandlaag een 5 cm dikke veenlaag aangetroffen. Hieruit volgt dat deze zone de oostelijke uitloper vormde van het zuidelijk ven.

Vooraf in het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas is ook buiten de zone van de oude venbodem pleksgewijs een dunne geroerde laag onder de bouwvoor aangetroffen. Dit pleksgewijze karakter en ook de variabele bouwvoordikte duiden erop dat ook hier ophoging heeft plaatsgevonden. Bovendien is in het ontgonnen deel het reliëf uitermate vlak terwijl in het aangrenzende heiderestant wel een subtiel reliëf aanwezig is. Deze zaken wijzen erop dat egalisatie van de percelen heeft plaatsgevonden.

Op basis van vergelijking van het subtiel reliëf van het niet ontgonnen gebied met het vlakke reliëf van de ontgonnen delen kan worden afgeleid dat ook in het landbouwgebied aan de west- en noordzijde van het Galgenslat ook buiten de zone van het gedempte ven egalisatie heeft plaatsgevonden. De mate waarin hierbij ophoging van de lage delen heeft plaatsgevonden is echter geringer dan de bouwvoordikte (dus maximaal 40 cm) en zodoende zijn de sporen hiervan niet meer traceerbaar in de bodemopbouw.

4.6 Belangrijkste resultaten bodemchemisch onderzoek

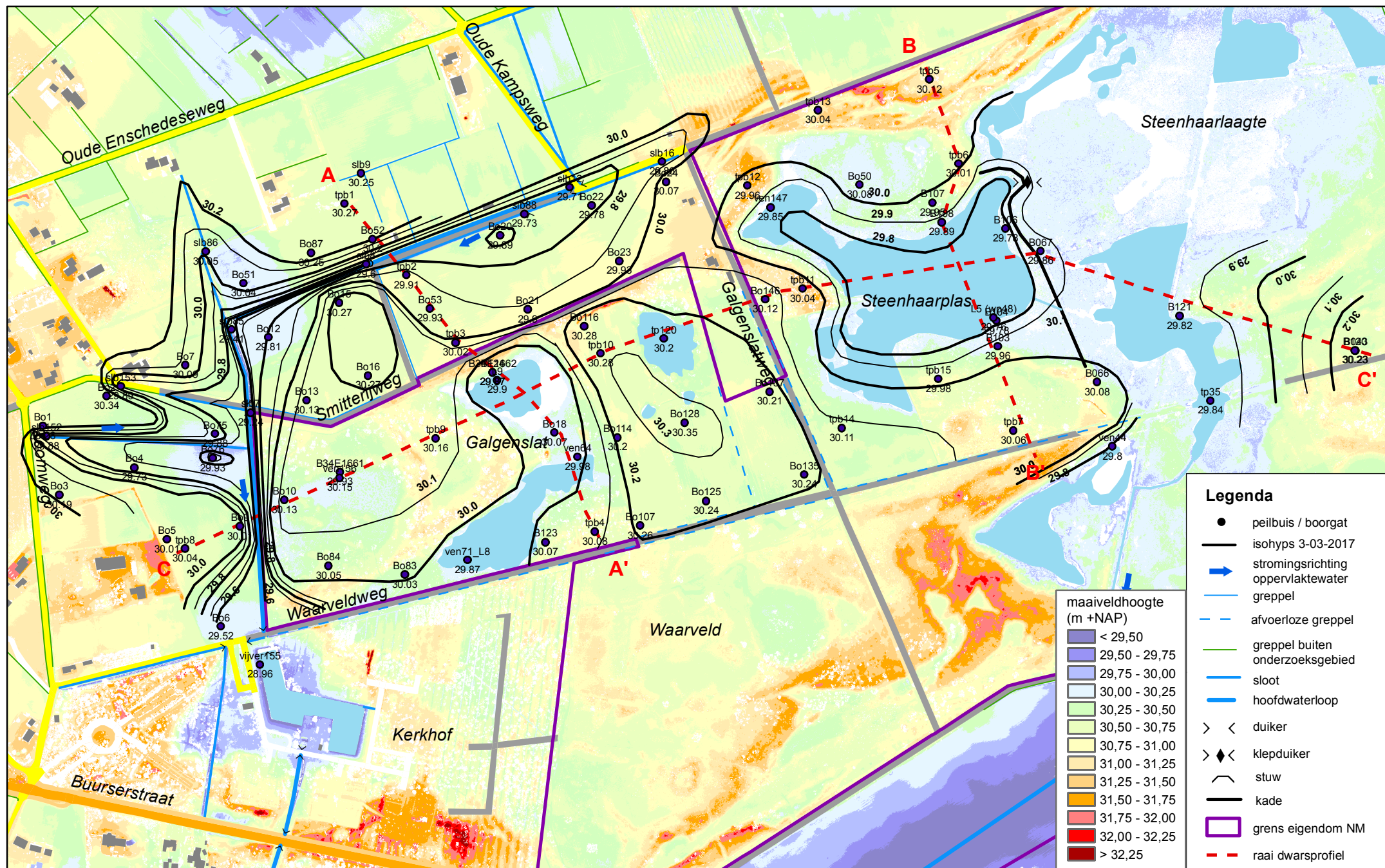
(voor volledige resultaten: zie B-WARE rapport in bijlage 4)

Algemene beeld

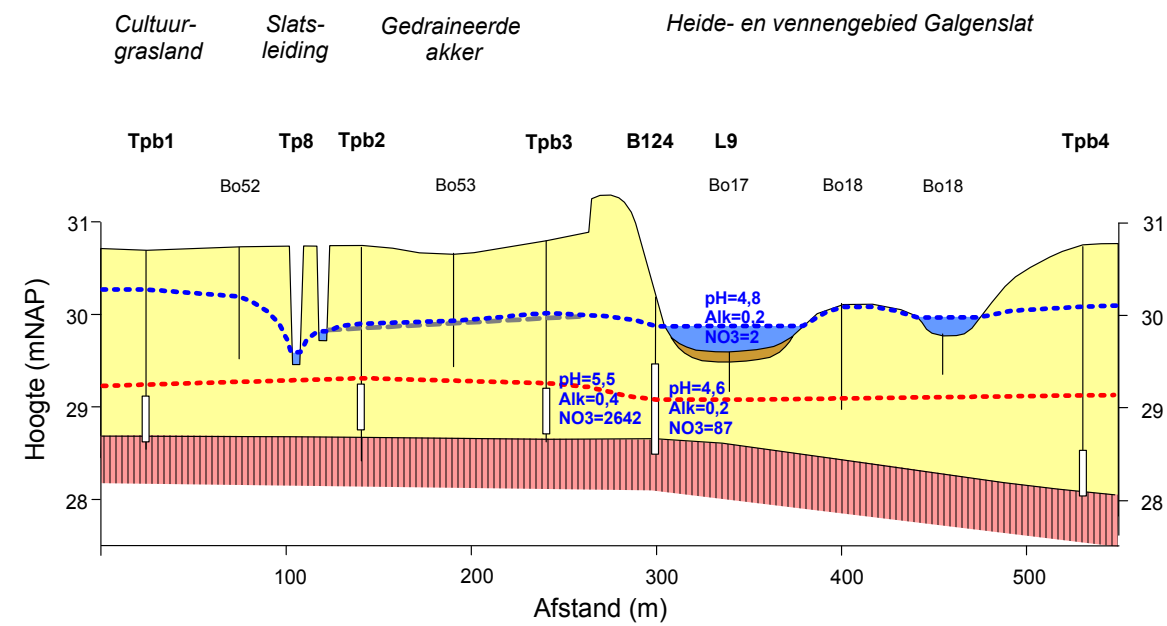
- De 25 à 45 cm dikke bouwvoor van de onderzochte (voormalige) landbouwgronden is (sterk) verrijkt met fosfaat en dus ongeschikt voor de ontwikkeling van soortenrijke schrale vegetatietypen.
- Direct onder de bouwvoor zijn de fosfaatconcentraties fors lager, waarbij lokaal sprake is van enige inspoeling van fosfaat vanuit de toplaag. Op meer dan 10 cm onder de bouwvoor zijn de fosfaatconcentraties nog lager.
- Door middel van afgraving van overwegend 30 à 40 cm (en eventueel in combinatie met een beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) kunnen fosfaat-gelimiteerde omstandigheden worden gecreëerd voor ontwikkeling van soortenrijke, schrale vegetatietypen.
- Dit betekent overigens niet automatisch dat uitvoering van deze maatregel wenselijk is. Dit is namelijk mede afhankelijk van de inpasbaarheid in het hydrologische systeem (zie hoofdstuk 5: synthese en conclusies).

Gedempte vennen

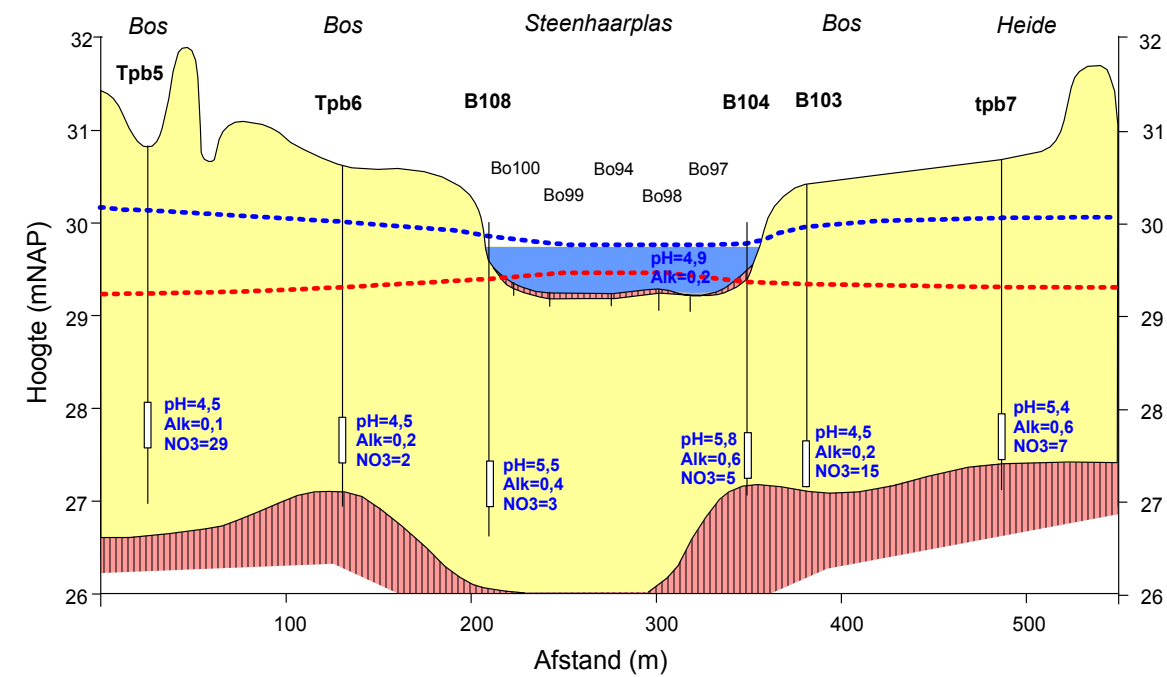
- Terwijl de bouwvoor en ook de ophogingslaag onder de bouwvoor (zeer) fosfaatrijk zijn, is de oude venbodem op locatie 3 fosfaatarm en bovendien calciumhoudend. Dus middels het afgraving tot op de oorspronkelijke venbodem kan niet alleen geomorfologisch herstel plaatsvinden maar ontstaan ook de juiste bodemchemische condities voor venherstel.
- Op de plek van de bemonstering van het gedempte vengedeelte ten oosten van het zuidelijke ven in het Galgenslat is de oorspronkelijke venbodem niet aangetroffen en bevatten ook de diepere bemonsterde zandlagen (van 45 tot 70 cm -mv en van 75 tot 95 cm -mv) nog behoorlijk veel fosfaat. Het hier dieper doordringen van fosfaat in vergelijking met locatie 3 komt waarschijnlijk vooral door de hogere positie van het ven in het hydrologische systeem, waardoor hier in sterkere mate infiltratie (en dus ook uitspoeling van fosfaat vanuit de toplaag) optreedt.



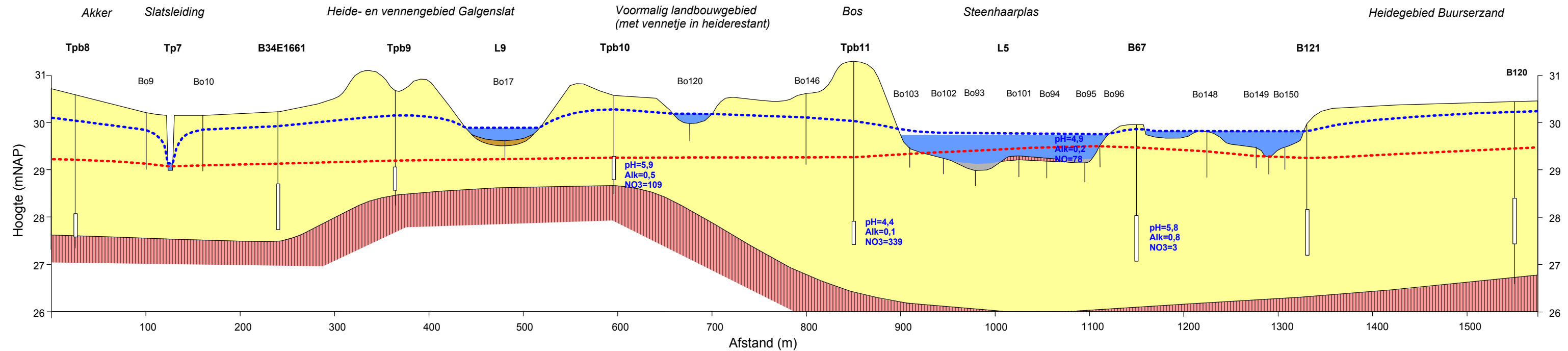
Ecohydrologisch dwarsprofiel A-A'



Ecohydrologisch dwarsprofiel B-B'



Ecohydrologisch dwarsprofiel C-C'

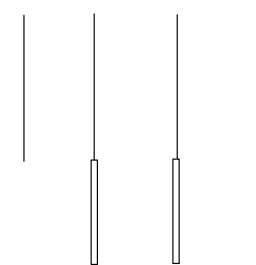


Legenda

- = open water (situatie 3-3-2017)
- = slib (organisch)
- = veen
- = zand
- = leem

- = (grond)waterspiegel op 3-3-2017 (bij benadering GXG-situatie)
- = (grond)waterspiegel op 18-7-2017 (bij benadering GXG-situatie)
- = buisdrainage

Bo16 Tpb2 B67 B34E1661

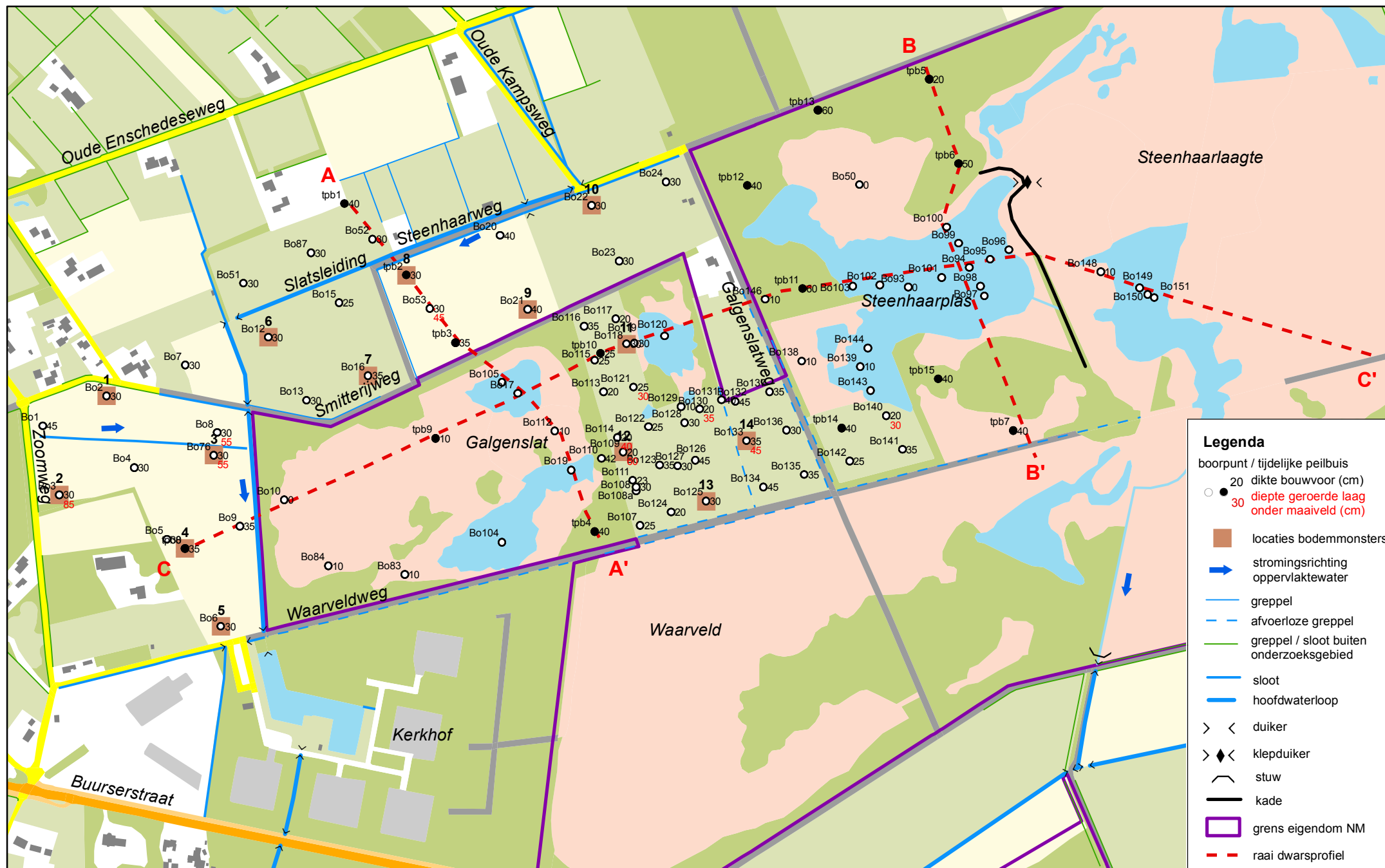


- = boorpunt /
- tijdelijke peilbuis /
- peilbuis NM /
- peilbuis provincie

- pH=4,4** = zuurgraad (-)
- Alk=0,1** = alkaliniteit (meq/l)
- NO3=339** = nitraatconcentratie (mmol/l)

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 4.2 Ecohydrologische dwarsprofielen Galgenslat, Steenhaarplas en omgeving



5 Synthese, conclusies en herstelmogelijkheden

Algemeen

- Vanwege het ondiep voorkomen van een dik pakket tertiaire kleien ligt de (praktisch) ondoorlatende hydrologische basis van het grondwatersysteem in het gebied op slechts circa 11 meter beneden maaiveld. In het projectgebied is vanaf een diepte van veelal 2 tot 4 m -mv bovendien meestal een weerstandsbiedende keileemlaag aangetroffen. Hierboven ligt een zeer dun watervoerend pakket (watervoerend pakket 1A) dat wordt gevormd door voornamelijk (matig) fijne dekzand en hieronder ligt een dun watervoerend pakket (watervoerend pakket 1B) dat wordt gevormd door grove zanden van de Formaties van Sterksel en Enschede.
- Het projectgebied ligt hoog en vormt (net als een groot deel van de rest van het Buurserzand) een infiltratiegebied. Het gebied heeft een subtiel, fijnmazig, vooral door dekzandafzettingen bepaald reliëf, met op een aantal plekken uitblazingslaagten en dekzandruggen. Vanwege stagnatie in de oppervlakkige afvoer, de beperkte laterale afvoer via de twee dunne watervoerende pakketten en geholpen door de weerstandsbiedende werking van de keileemlaag konden in de laagten veentjes / vennen tot ontwikkeling komen en waren ook elders in het gebied op grote schaal vochtige tot natte omstandigheden aanwezig. In samenhang met het extensieve gebruik (houtoogst en plaggen) was hier tot aan het begin van de 20^e eeuw net als in de rest van het Buurserzand een uitgestrekt vochtig tot nat heidegebied met vennen aanwezig (zie figuur 2.2a).
- Als gevolg van ontginning is een groot deel van het oorspronkelijke omvangrijke, vennenrijke, vochtige tot natte heidegebied verloren gegaan en door de drainerende werking van de slotenstelsels van de landbouwgronden, en met name de Steenhaarleiding en de Slatsleiding, verdroogde het resterende heidegebied met bijbehorende vennen.

Ecohydrologisch functioneren en knelpunten Steenhaarplas

- Ook de Steenhaarplas maakte deel uit van de landbouwkundige afwateringsstructuur: voor de ontwatering van het landbouwperceel aan de zuidwestzijde werd vanuit de plas via de (nu afgedamde) zuidoostelijke afvoerloop (en de sloten van het landbouwperceel ten zuidoosten van de plas) water afgevoerd naar de Steenhaarleiding. In relatie tot het lage venpeil trad niet alleen frequente droogval op van de venbodem in de zomer, maar werd ook de grondwatervoeding van het ven gestimuleerd. Onder invloed van de afvoer van het landbouwwater trad echter eutrofiëring op van de Steenhaarplas, waardoor de waardevolle venvegetatie van Waterlobelia en Oeverkruid hier verdween.
- Sinds halverwege jaren tachtig is door verwerving van landbouwgronden het tij gekeerd: door verwerving van het perceel ten zuidwesten van de Steenhaarplas kon de toevoer van voedselrijk landbouwwater naar de Steenhaarplas worden beëindigd. Vanwege de afkoppeling van het landbouwkundige afwateringssysteem steeg daarbij ook het waterpeil in de plas. Ook de gronden tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas werden verworven en de hier aanwezige slootjes werden gedempt. Na verwerving van het perceel ten zuidoosten van de plas en de Jordaansweide kon in 2000 ook de Steenhaarleiding worden grotendeels gedempt / omgevormd worden tot ondiep slenkje (benedenstroomse deel), waardoor een verregaand herstel werd gerealiseerd van vochtige heide en vennen in de Steenhaarlaagte en omgeving. Onder invloed hiervan steeg ook het waterpeil in de Steenhaarplas nog verder (met circa 20 cm).
- Ondanks het uitbaggeren van de plas in 1990 keerde de waardevolle venvegetatie met name vanwege te zure omstandigheden slechts kortstondig.

Vooral sinds het herstel van de Steenhaarlaagte (in 2000) treedt ook droogval van de venbodem te weinig frequent op voor een goede groei van isoëtiden (ofwel soorten als Waterlobelia en Oeverkruid). Onder invloed van het hoge peil is ook de grondwatervoeding minder sterk.

- In de huidige situatie is er alleen in natte winterperioden onder invloed van de opbollende grondwaterspiegel in de zandgronden in de omgeving van de plas sprake van een lichte grondwatervoeding. Alleen vanuit het bekalkte perceel aan de zuidwestzijde wordt de Steenhaarplas momenteel gevoed met zwak gebufferd grondwater. In het hoofdzakelijk met bos begroeide overige delen direct rond de plas is het grondwater vanwege invang van verzurende depositie vanuit de lucht namelijk sterk zuur en het zwak gebufferde grondwater dat in de oeverzone van de plas op grotere diepte vaak wel aanwezig is kan de plas in onvoldoende mate bereiken.
- Ook het paardenweitje langs de Galgenslatweg en het particuliere perceel verder zuidelijk langs de Galgenslatweg liggen in het voedingsgebied van de Steenhaarplas. Bemesting van deze percelen vormt daarom een bedreiging van de waterkwaliteit van de Steenhaarplas. Door een overeenkomst met Natuurmonumenten is de bemesting van het particuliere perceel sinds een aantal jaren gelegen beëindigd. Ook het voormalige landbouwgebied tussen de Steenhaarplas en het Galgenslat in ligt binnen het voedingsgebied, maar ook hier is de bemesting al lange tijd beëindigd.

Ecohydrologisch functioneren en knelpunten Galgenslat

- Het ecohydrologisch functioneren van het heiderestant Galgenslat wordt in de huidige situatie vooral sterk negatief beïnvloed door het ontwateringsstelsel van de landbouwgronden direct ten noorden en ten westen ervan (bestaande uit een combinatie van buisdrainage, enkele sloten en de Slatsleiding).
- Het oppervlaktewatersysteem (en met name de vijver) van kerkhof Het Waarveld heeft een drainerende werking de zuidwesthoek van het heiderestant.
- Uit modelberekeningen (TAUW, 2017) volgt dat ook het slotenstelsel van de landbouwenclave Scholten een negatieve invloed op het ecohydrologisch functioneren van het heiderestant Galgenslat.
- De greppelrestanten langs de onverharde wegen hebben hooguit een zeer lichte negatieve invloed op het ecohydrologisch functioneren van het Galgenslat (en ook de Steenhaarplas).
- Vanwege het beperkte doorlaatvermogen van de watervoerende pakketten, en geholpen door de weerstandsbiedende werking van de keileem, hebben de waterlopen(stelsels) in de ruimere omgeving (zoals het slotenstelsel verder naar het noorden en de Buurserbeek) geen negatieve invloed op het Galgenslat.
- De bosontwikkeling langs de randen van het heiderestant heeft het ecohydrologisch functioneren wel negatief beïnvloed: vanwege het relatief sterke verdampingsverlies van (naald)bos ten opzichte van heide is de grondwateraanvulling gereduceerd waardoor de grondwaterstand in de zomer verder wegzakt en het (naald)bos zorgt voor een versterkte invang van verzurende depositie.

Bodemkundige en bodemchemische situatie van (voormalige) landbouwgronden

- De bodem bestaat vrijwel uitsluitend uit leemarm tot hooguit (zeer) zwak lemig zand.
- In het landbouwgebied ten noorden en ten westen van het Galgenslat loopt de bouwvoordikte veelal uiteen van 30 tot 40 cm en in het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas zijn ook plekken aangetroffen met iets geringere bouwvoordikte (20 à 25 cm).

- Er zijn twee plekken aangetroffen waar ophoging heeft plaatsgevonden van een venbodem met zand. Op beide plekken is een dunne veraarde veenlaag met hierop een bonte zandlaag aangetroffen. Één van deze plekken is ook nu nog als laagte in het landschap herkenbaar: de laagte ten westen van het Galgenslat. Het tweede deelgebied betreft een oostelijke uitloper van het huidige zuidelijke ven in het Galgenslat en is niet meer herkenbaar in het landschap.
- Uit de topografische kaart van rond 1900 (zie figuur 2.2a) volgt dat ook ten noordwesten van het Galgenslat in het verleden een ven aanwezig was. De ligging van dit ven is nog wel te traceren in de hoogteligging (zie figuur 2.3) maar niet in de bodemopbouw. Mogelijk is echter ook hier de venbodem wel in lichte mate opgehoogd, maar omdat mate van ophoging geringer is dan de bouwvoordikte (van 30 cm) is dit niet meer traceerbaar in de bodemopbouw.
- Door egalisatie is ook het verdere reliëf van de (voormalige) landbouwgronden genivelleerd. Vooral in het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas is dit nog plaatselijk in de bodemopbouw zichtbaar, vanwege de aanwezigheid van een geroerde (ophogings)laagjes onder de bouwvoor. Elders is de mate waarin ophoging van de lage delen heeft plaatsgevonden geringer dan de bouwvoordikte en zijn (met uitzondering van de opgehoogde venbodems) zodoende geen sporen hiervan in de bodemopbouw aangetroffen.
- De bouwvoor van de (voormalige) landbouwgronden is sterk verrijkt met fosfaat en dus ongeschikt voor de ontwikkeling van soortenrijke schrale vegetatietypen.
- De laag direct onder de bouwvoor is hiervoor bij benadering wel geschikt. Vanaf een diepte van 10 cm onder de bouwvoor zijn de fosfaatconcentraties nog wat lager en de omstandigheden dus nog geschikter.

Herstelmogelijkheden Steenhaarplas

- In principe is het mogelijk om in de Steenhaarplas de juiste abiotische condities voor H3110 Zeer zwak gebufferde vennen / H3130 Zwak gebufferde vennen te creëren. Dit is mogelijk door realisatie van een kunstmatige afvoer van water vanuit de plas, waardoor de plas in sterkere mate grondwater gaat draineren vanuit zijn omgeving en de venbodem in de zomer eerder droogvalt. Zonder gebruik te maken van een pomp is een kunstmatige afvoer alleen mogelijk door aanleg van een afvoerloop. Omdat doorsnijding van de dekzandruggen rond de plas geen optie is (aangezien dit de voeding van de plas vanuit de dekzandruggen sterk zou verstoren), zou voor het creëren van de afvoerloop in feite een aanzienlijk deel van de Steenhaarleiding weer moeten worden aangelegd. Belangrijk nadeel hiervan is dat zowel de plas als de afvoerloop een verdrogende werking op hun omgeving zullen gaan hebben, waardoor dus het functioneren van het hydrologische systeem van de Steenhaarplas en Steenhaarlaagte als geheel wordt aangetast, wat met name sterk ten koste zou gaan van de hier nu aanwezige grote oppervlakte aan vochtige heide en vennen. Dus de instandhouding van de grondwaterafhankelijke natuur als geheel is alleen mogelijk indien het natuurlijke systeem wordt gerespecteerd en in het natuurlijke systeem ligt de Steenhaarplas nou eenmaal hoog, is de grondwatervoeding zwak en is de peildynamiek beperkt waardoor (de oeverzones) van het ven niet snel droogvallen.
- Andere maatregelen die overwogen kunnen worden zijn omvorming van het bos in het voedingsgebied naar heide. Hiermee wordt in de eerste plaats de invang van verzurende depositie verminderd en wordt in de tweede plaats de grondwatervoeding van het ven gestimuleerd, omdat vanwege het geringere verdampingsverlies een betere grondwateraanvulling en dus een sterkere opbolling kan plaatsvinden van de grondwaterspiegel in het intrekgebied. Bovendien kan bekalking van de bodem in het intrekgebied overwogen worden (ter compensatie van de verzurende depositie vanuit de lucht) van dit tot heide te herstellen voedingsgebied. Naar verwachting zijn deze maatregelen echter onvoldoende voor herstel van de waardevolle venvegetatie, want de

grondwatervoeding blijft onder invloed van het hoge peil immers minimaal en ook de droogval zal te weinig frequent blijven plaatsvinden.

- Beseft moet ook worden dat er elders in het Buurserzand plekken zijn waar in relatie tot het functioneren van het natuurlijke hydrologische systeem wel voeding van vennen optreedt met gebufferd grondwater, namelijk in de natuurlijke slenken aan de noord- en oostzijde van het Buurserzand, waar de (recentelijk herstellende) zwak gebufferde vennen van de Knoeflaagte en de Rietschot liggen. Verder liggen er in het gebied ten westen van het Galgenslat en in de enclave Scholten mogelijkheden voor ontwikkeling van zwak gebufferde vennen. Dus in dit bredere perspectief gezien levert het streven naar herstel van natuurlijke systemen uiteindelijk de meeste ecologische winst op voor het natuurgebied als geheel en is het ook niet onoverkomelijk dat de Steenhaarplas een zuur ven blijft.
- Het is ook geen goede optie om in de winter meer water in de Steenhaarplas / Steenhaarlaagte vast te houden door de huidige lichte afvoer in natte winterperioden te reduceren / beëindigen, om zo het gebied nog verder te vernatten, met daarbij het idee de grondwatervoeding van vennen elders in het gebied wellicht te versterken. In de eerste plaats zou dit namelijk ten koste gaan van de delen met goed ontwikkeld habitatype H4010A Vochtige heide rond de plas (vanwege verdrinking van de vegetatie). In de tweede plaats zou dit de huidige lichte grondwateraanvoer naar de Steenhaarplas zelf nog verder onderdrukken. In de derde plaats draagt dit ook helemaal niet bij aan een betere grondwatervoeding van vennen elders in het gebied, aangezien het hierbij gaat om lokale systeempjes die gevoed worden middels opbolling van de grondwaterspiegel in de zandgrond in de directe omgeving van de vennen.

Herstelmogelijkheden Galgenslat

- Vanwege de gunstige geohydrologische opbouw is het (relatief) gemakkelijk om het hydrologische systeem van het Galgenslat op verregaande wijze te herstellen en hier zodoende duurzame instandhouding en kwaliteitsverbetering van habitatypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwakgebufferde vennen te realiseren. Anders dan bij veel andere verstoorde natte natuurgebieden hoeven hier voor het gewenste systeemherstel namelijk alleen lokale maatregelen getroffen te worden.
- Hiervoor is in de eerste plaats aanpassing van de inrichting en het gebruik van de landbouwgronden aan de noord- en westzijde van het Galgenslat noodzakelijk. De onderbouwing van deze conclusie en de wijze waarop deze aanpassing dient te worden uitgevoerd wordt uitgewerkt in hoofdstuk 6. Daarbij is tevens de juiste wijze van inrichting uitgewerkt voor een goede ecologische ontwikkeling van de betreffende gronden zelf.
- Uit grondwatermodelberekeningen die door het deskundigenteam zijn uitgevoerd volgt dat voor het beoogde systeemherstel van het Galgenslat in combinatie hiermee ook de drainerende werking van het waterlopenstelsel van de enclave Scholten dient te worden weggenomen. De hierbij noodzakelijke aanpassingen in de waterhuishouding worden via een ander traject door het deskundigenteam uitgewerkt.
- Ten derde dienen voor het systeemherstel enkele interne maatregelen in het Natura 2000-gebied getroffen te worden. Ook deze maatregelen worden in hoofdstuk 6 toegelicht en uitgewerkt.
- De paardenweitjes aan de noordzijde van de Steenhaarweg kunnen worden gehandhaafd en naar verwachting kan hier een lichte vorm van ontwatering (middels de huidige greppels) aanwezig blijven zonder dat dit ten koste gaat van het beoogde systeemherstel. Ook de wijze waarop de inrichting van de paardenweitjes het best kan gaan aansluiten op het herin te richten gebied wordt in hoofdstuk 6 behandeld.

- Hoewel ook het diepe oppervlaktewatersysteem van het kerkhof een knelpunt vormt, is aanpak hiervan niet goed mogelijk. Verhoging van de drainagebasis zou namelijk ten koste gaan van de drooglegging van het kerkhof, en ook het (bijvoorbeeld) aanbrengen van een scherm tot op de keileem zal naar verwachting geen afdoende reductie opleveren van het waterverlies, omdat ook dan waterverlies zal blijven optreden via de goed doorlatende grofzandige laag onder de keileem, middels wegzijging door de keileemlaag heen. Het waterverlies is ook niet onoverkomelijk in relatie tot het beoogde systeemherstel van het Galgenslat als geheel. Naar verwachting betekent dit vooral dat geen volledig herstel van de zuidwesthoek van de Galgenslat kan worden gerealiseerd, maar hier bevinden zich ook geen grondwaterafhankelijke habitattypen. Dus omdat het knelpunt klein is in relatie tot het beoogde systeemherstel en er in relatie tot de instandhouding van het habitatype H4010A Vochtige heide (of andere grondwaterafhankelijke habitattypen) geen knelpunt aanwezig is, kan dit waterverlies het best geaccepteerd kan worden.
- Anderzijds zal bij handhaving van de huidige inrichting met de vijver, de afvoerloop hiervan en de sloot ten westen hiervan het kerkhof naar verwachting ook geen hinder ondervinden van de (in hoofdstuk 6 uitgewerkte) wel noodzakelijke maatregelen voor realisatie van het beoogde systeemherstel.

6 Aanpassing van de inrichting en het gebruik

6.1 Inleiding

Op basis van de resultaten van het vooronderzoek is in dit hoofdstuk de benodigde aanpassing van inrichting en gebruik uitgewerkt voor het herstel van het hydrologische systeem van met name het Galgenslat, en hiermee duurzame instandhouding en kwaliteitsverbetering van habitattypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwakgebufferde vennen in dit gebied. Voor de landbouwgronden waar aanpassing van inrichting en gebruik noodzakelijk is, is tevens de juiste wijze van inrichting uitgewerkt voor een goede ecologische ontwikkeling van de betreffende gronden zelf.

Ook wordt uitgewerkt op welke wijze ontwatering en afwatering van de paardenweitjes ten noorden van de Steenhaarweg mogelijk is zonder dat dit ten koste gaat van het beoogde systeemherstel. Tevens wordt uitgewerkt op welke wijze kan worden voorkomen dat in de wijdere omgeving (grond)wateroverlast optreedt als gevolg van de maatregelen voor realisatie van het beoogde systeemherstel. In de uitwerking als geheel wordt ook gestreefd naar de realisatie van een geleidelijke overgang van natuur- naar cultuurgronden en bebouwing met bijbehorende erven en tuinen.

Dit is gedaan in paragrafen 6.2 t/m 6.5 aan de hand van de volgende drie figuren:

- Figuur 6.1: kaart met de inrichtingsmaatregelen.
- Figuur 6.2: kaart met aanpassing van het gebruik.
- Figuur 6.3: kaart met toekomstige oppervlaktewaterhuishouding, na realisatie van de aanpassing van de inrichting.

6.2 Aanpassing van de inrichting en het gebruik van de landbouwgronden aan de noord- en westzijde

Voor het herstel van het hydrologische systeem van het Galgenslat, en hiermee duurzame instandhouding en kwaliteitsverbetering van habitattypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwakgebufferde vennen in dit gebied, dient de sterk drainerende werking van het ontwateringsstelsel van de landbouwgronden ten noorden en ten westen ervan te worden weggenomen. Dit betekent dat in deze zone de sloten en de Slatleiding dienen te worden gedempt en de buisdrainage dient te worden verwijderd of onklaar gemaakt (zie figuur 6.1). Op deze wijze zal niet alleen de verdroging van het heiderestant worden bestreden, maar zal ook de aanvoer van (zwak gebufferd) grondwater naar het heiderestant, en met name het noordelijke ven, met onder meer het habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen, hersteld worden.

Uit de resultaten van het uitgevoerde grondwatersysteemonderzoek en het hydrochemisch onderzoek volgt dat het daarbij essentieel is dat ook de bemesting van het noordelijke landbouwgebied wordt beëindigd (zie figuur 6.2), anders zal namelijk bij herstel van het hydrologische systeem vanwege de uitspoeling van meststoffen (en met name nitraat) eutrofiëring optreden van met name het noordelijk ven, waardoor hier geen instandhouding / kwaliteitsverbetering van het habitatype H3130 Zwakgebufferde vennen mogelijk is. Ook zal bij het herstel van het hydrologische systeem vanuit het westelijke landbouwgebied in de zomer weer een lichte laterale voeding naar het westelijke deel van het heiderestant gaan optreden (een nadere toelichting op dit proces wordt verderop in de tekst gegeven). Dit betekent dat ook de bemesting van het westelijke landbouwgebied dient te worden beëindigd, anders zal bij herstel van het hydrologische systeem vanwege het uitspoelen van meststoffen eutrofiëring optreden van het westelijke deel van het heidegebied, waardoor hier geen goede instandhouding / kwaliteitsverbetering mogelijk is van het habitatype H4010A Vochtige heide.

Bij het opheffen / dempen van het ontwaterings- / afwateringsstelsel zullen de landbouwgronden aan de west- en noordzijde grotendeels nat tot zeer nat worden en zonder bemesting zal de productiviteit van de gronden bovendien sterk afnemen. Dit betekent dat het, voor de duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitattypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwakgebufferde vennen in het Galgenslat, niet alleen noodzakelijk is tot een aanpassing van de inrichting te komen, maar ook tot een aanpassing van het gebruik.

Herstel van soortenrijke schrale vegetatietypen ter plaatse van de in te richten (voormalige) landbouwgronden is in feite alleen goed mogelijk bij het (minimaal) afgraven van de bouwvoor. Met name daar waar de (voormalige) landbouwgronden voedingsgebieden vormen voor de vennen, is het afgraven van de bouwvoor echter niet goed verenigbaar met het beoogde systeemherstel, omdat uit de resultaten van het veldonderzoek volgt dat er dan namelijk in de voedingsgebieden geen goede opbolling van de grondwaterspiegel in de winter meer kan plaatsvinden en dit het belangrijkste mechanisme is voor grondwatervoeding van de vennen. In relatie hiermee is het in de eerste plaats onverstandig om op grote schaal de bouwvoor van het voormalige landbouwgebied tussen het Galgenslat en de Steenhaarplas af te graven, want uit het veldonderzoek volgt dat dit gebied een voedingsgebied vormt voor de Steenhaarplas. Ook in de zone ten noorden van het noordelijke ven van het Galgenslat kan afgraving van de bouwvoor beter achterwege blijven, aangezien dit gebied het toekomstige voedingsgebied vormt voor het noordelijke ven van het Galgenslat. Dit vormt overigens geen risico voor eutrofiëring van het noordelijke ven, aangezien fosfaat hier (ter plaatse van de dekzandrug) in de toplaag van de bodem blijft opgeslagen (omdat de toplaag van de bodem hier in de zomer droog zal blijven vallen) en niet zal uitspoelen, en bij beëindiging van de bemesting nitraat snel uit het systeem zal verdwijnen.

Het ven in de in te richten landbouwgrond ten westen van het heiderestant kan wel worden hersteld. Hier liggen kansen voor ontwikkeling van een zwakgebufferd ven in combinatie met een omvangrijke zone met heischraal grasland / vochtige heide in de omgeving van het ven. Met deze ontwikkeling kan tevens de kwaliteit van het bestaande areaal H3130 Zwakgebufferde vennen in het Natura 2000-gebied worden verbeterd, omdat met het toenemen van de totale oppervlakte ook de soortenrijkdom van met name de lilbellen- en herpetofauna van de bestaande vennen toeneemt, vanwege de betere uitwisselingsmogelijkheden tussen de vennen.

In de laagte waarin dit westelijke ven ligt kan het afgraven van de bouwvoor ook op grotere schaal worden toegepast zonder dat dit ten koste gaat van het beoogde systeemherstel. Voorwaarde hierbij is dat het niveau van de overlooptdremmel van deze laagte hierdoor niet te laag wordt gemaakt. Het betreft hierbij de kleine zandrug die vanaf peilbuis tpb8 in zuidwestelijke richting naar de Slatsleiding loopt en hier in de zuidwesthoek van het heiderestant ook doorloopt (zie hoogtekkaart: figuur 2.3). In de huidige situatie ligt deze drempel op 30,5 mNAP. Het gewenste overlooptniveau van de laagte bedraagt 30,2 mNAP, want dit niveau sluit goed aan op het heiderestant en bij dit niveau raakt al een aanzienlijk deel van het her in te richten westelijke landbouwgebied in de winter in lichte mate geïnundeerd (met een waterdiepte van 10 à 20 cm). Dus met ook hier afgraven van de circa 30 cm dikke bouwvoor ontstaat precies het juiste overlooptniveau.

Met de venontwikkeling wordt (vanwege de hoge bergingscoëfficiënt van open water ten opzichte van zand), tevens het wegzakken van de waterstand in de zomer verminderd, waardoor ook het aangrenzende heidegebied in de zomer beter vochtig zal blijven. Ofwel: met de venontwikkeling wordt niet alleen een goede ecologische ontwikkeling van het in te richten gebied zelf mogelijk gemaakt, maar ook een beter systeemherstel in het westelijke deel van het Galgenslat en dus de duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering het habitatype H4010A Vochtige heide in dit gebied.

In relatie tot het achterwege laten van het afgraven van de bouwvoor zal de bodem van de in te richten grond aan de noordzijde voedselrijk blijven, maar kan met behulp van een maai-beheer wel een kruiden- en structuurrijk grasland tot ontwikkeling worden gebracht of er kan gekozen worden voor begrazing.

6.3 Paardenweitjes en realisatie van een kleine randsloot aan de noordzijde

De paardenweitjes ten noorden van de Steenhaarweg kunnen worden gehandhaafd en hier kan een lichte vorm van ontwatering (middels de huidige greppels) aanwezig blijven zonder dat dit ten koste gaat van het beoogde systeemherstel.

Hiertoe dient in de eerste plaats het traject van de Slatsleiding op de zuidgrens van de zone met de paardenweitjes te worden omgevormd naar een greppel van circa 0,5 meter diep. Deze tot greppel om te vormen waterloop gaat via de reeds aanwezige noord-zuid georiënteerde greppels afwateren naar de sloot op de noordgrens van de paardenweitjes. Deze sloot op de noordgrens kan het best worden doorgetrokken in westelijke richting, zodat een kleine randsloot ontstaat waarmee tevens uitstralende effecten van de maatregelen in de in te richten zone worden voorkomen. Deze sloot mag uiteraard niet te diep worden (maximaal circa 0,5 meter), want dan worden de positieve effecten van de eerder genoemde maatregelen op onnodige wijze teniet gedaan.

De afvoer van de sloot kan het best in westelijke richting langs de noordwestelijke laagte en vervolgens in noordelijke richting plaats gaan vinden, naar het slotenstelsel langs en ten noorden van de Oude Enschedeseweg (via een bestaande duiker onder de weg). Dit betekent dat afwatering dan niet langer via het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel maar via het beheergebied van Waterschap Vechtstromen plaats zal gaan vinden. Middels de inrichting van de noordwestelijke laagte als bergingsgebied (zie paragraaf 6.4), kan deze aanpassing van de afwatering worden gerealiseerd met een minimale belasting van het oppervlaktewatersysteem van Waterschap Vechtstromen in perioden met (extreem) hoge neerslag.

Rond het westelijke in te richten gebied hoeft bij afgraving van de bouwvoor in feite geen randsloot of greppel gehandhaafd of aangelegd te worden. De hoger gelegen weg en wijdere omgeving wordt hier door de afgraving van de bouwvoor al van voldoende drooglegging voorzien. Voordeel van deze aanpak is dat er ook geen negatieve beïnvloeding van het hydrologische systeem kan optreden door een dergelijke randsloot.

Het paardenweitje langs de Galgenslatweg en ook het particuliere perceel verder zuidelijk langs de Galgenslatweg liggen in het voedingsgebied van de Steenhaarplas. Bemesting van deze percelen vormt daarom een bedreiging van de waterkwaliteit van de Steenhaarplas. Het is zodoende belangrijk om ook hier geen bemesting toe te staan. Voor het zuidelijke perceel is hierin de afgelopen jaren overigens al voorzien middels een informele overeenkomst met Natuurmonumenten.

6.4 Aanpassing van de inrichting en het gebruik van de noordwestelijke laagte

Bij de benodigde aanpak van de Slatleiding is de noordwestelijke laagte vanwege te natte omstandigheden niet meer geschikt voor landbouwkundig gebruik. Het is een interessante optie om in deze laagte en een zone hieromheen de fosfaatrijke bouwvoor af te graven en dit gebied te gebruiken voor een combinatie van natuurontwikkeling en waterberging. Door het afgraven van de fosfaatrijke bovengrond zijn er vooral hogerop de flank van de laagte mogelijkheden voor ontwikkeling van vochtige heischrale grasland / vochtige heide, terwijl in de laagte zelf het afvoerwater van de paardenweitjes en de noordelijke randsloot in perioden met hoge neerslagpieken tijdelijk kan worden geborgen alvorens het gedoseerd in noordelijke richting wordt afgevoerd. Hiermee kan dus met een minimale belasting van het noordelijke stelsel de benodigde aanpassing van de afwatering van de gronden aan de noordzijde van het projectgebied worden gerealiseerd, en wordt tevens een bijdrage geleverd aan de wateroverlastbestrijding in Nederland. Bij de keuze voor deze inrichting dient in relatie tot de beoogde natuurontwikkeling in combinatie met het afgraven van de fosfaatrijke toplaag uiteraard ook de bemesting van het betreffende gebied zelf te worden beëindigd. Normale bemesting van de gronden ten westen en ten noorden van de laagte is geen probleem, aangezien de natuurdoelen voor de laagte zelf in relatie tot het gebruik als bergingslaagte minder hoog zijn.

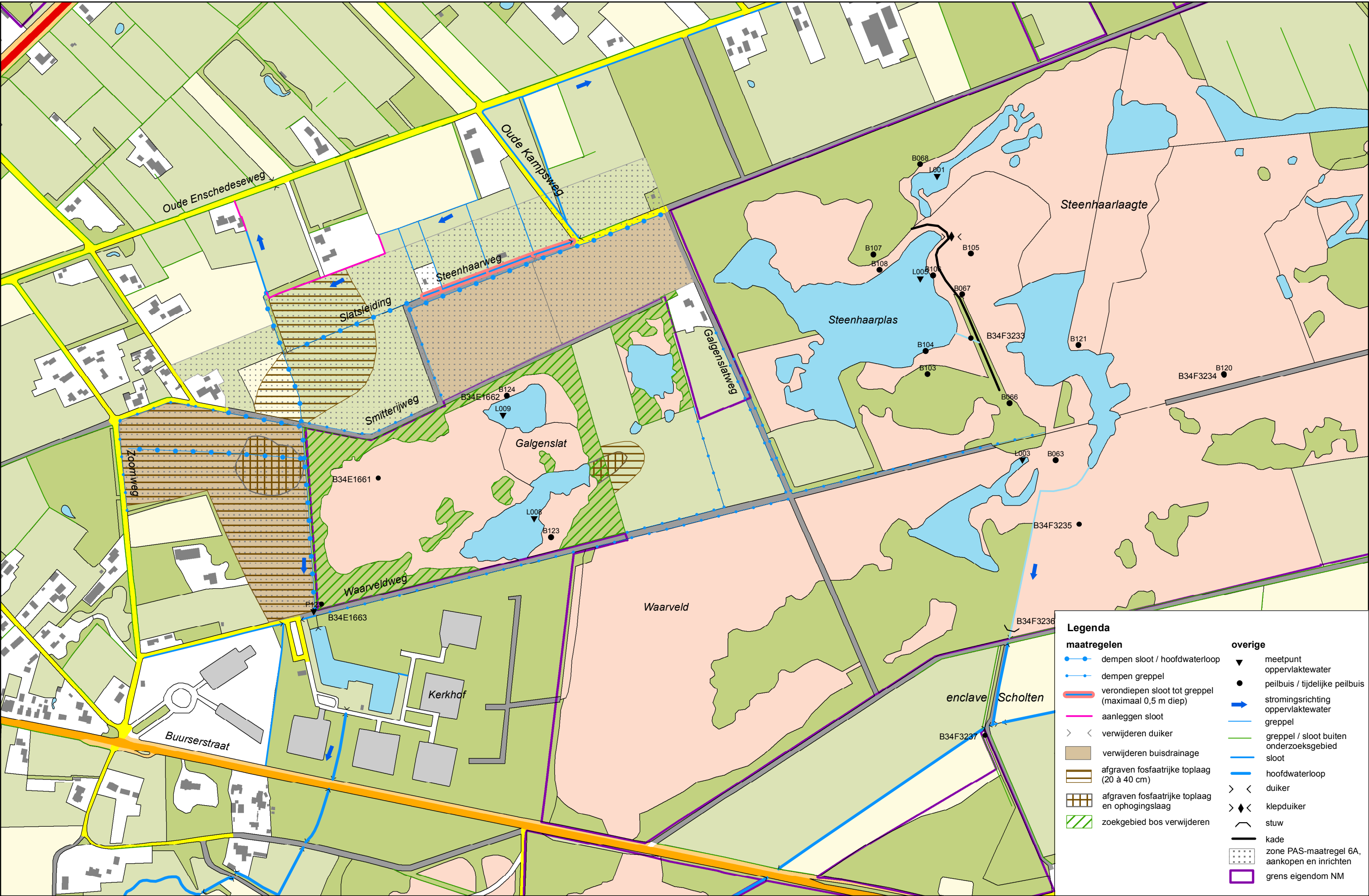
6.5 Interne aanpassingen in het Natura 2000-gebied

Hoewel de interne greppelrestanten hooguit een zeer licht negatief effect hebben op het ecohydrologisch functioneren van het gebied, is het raadzaam ze te dempen of om te vormen tot zakslootjes, om hiermee uit te sluiten dat ze nog enige negatieve invloed op het systeem kunnen uitoefenen. Met omvorming tot zakslootjes wordt bedoeld dat de greppels / slootjes middels het dempen van trajecten / aanbrengen van dammen op korte onderlinge afstand gecompartmenteerd worden in kleine delen, die dienst kunnen doen als infiltratievoorziening in neerslagrijke perioden, waarmee wateroverlast op de paden zoveel mogelijk wordt voorkomen. Alleen de greppel langs het pad ten zuiden van de Steenhaarplas dient wel per se volledig gedempt te worden, omdat deze greppel een dekzandrug doorsnijdt: alleen bij volledige demping is een goed herstel van de opbolling van de grondwaterspiegel in natte winterperioden gegarandeerd. Dit is hier ook geen probleem in relatie tot het gebruik van het pad, omdat ook het pad hier hoog ligt en, zodoende ook bij systeemherstel niet (langdurig) drassig zal worden.

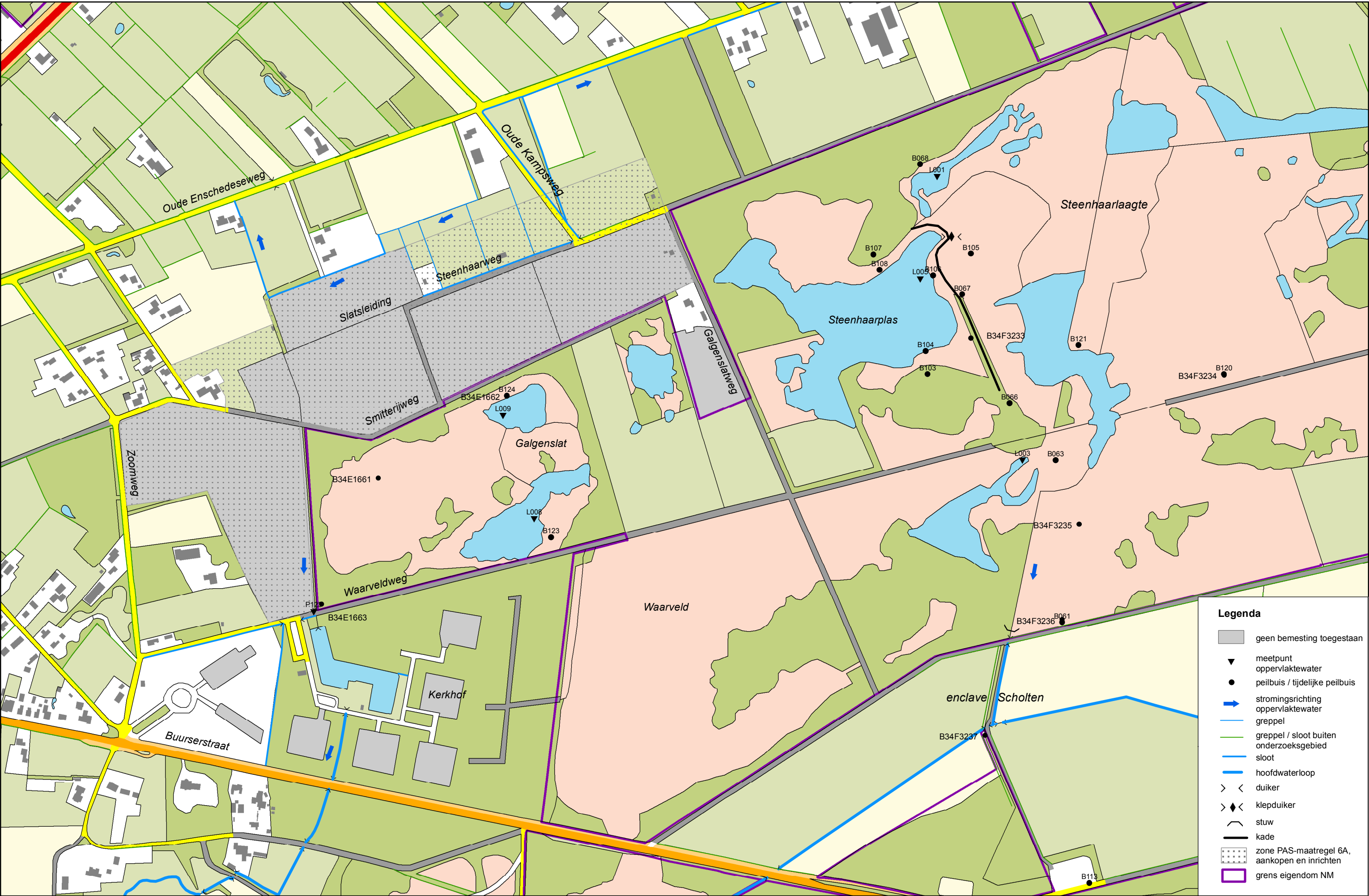
Plaatselijk kan in het Galgenslat ook een areaaluitbreiding van het habitatype H4010A worden gerealiseerd, indien in combinatie met de bovengenoemde systeemherstelmaatregelen de hier nu aanwezige Pijpenstrootje-vegetatie wordt geplagd.

Voor de instandhouding en kwaliteitsverbetering van het habitatype H4010A Vochtige heide is het tevens raadzaam om (in samenhang met de overige voorgestelde maatregelen) het bos langs met name de buitenrand van het Galgenslat grotendeels te verwijderen. Zodoende kan in deze zone (en met name in de noordwesthoek) ook areaaluitbreiding van het habitatype H4010A Vochtige heide plaatsvinden.

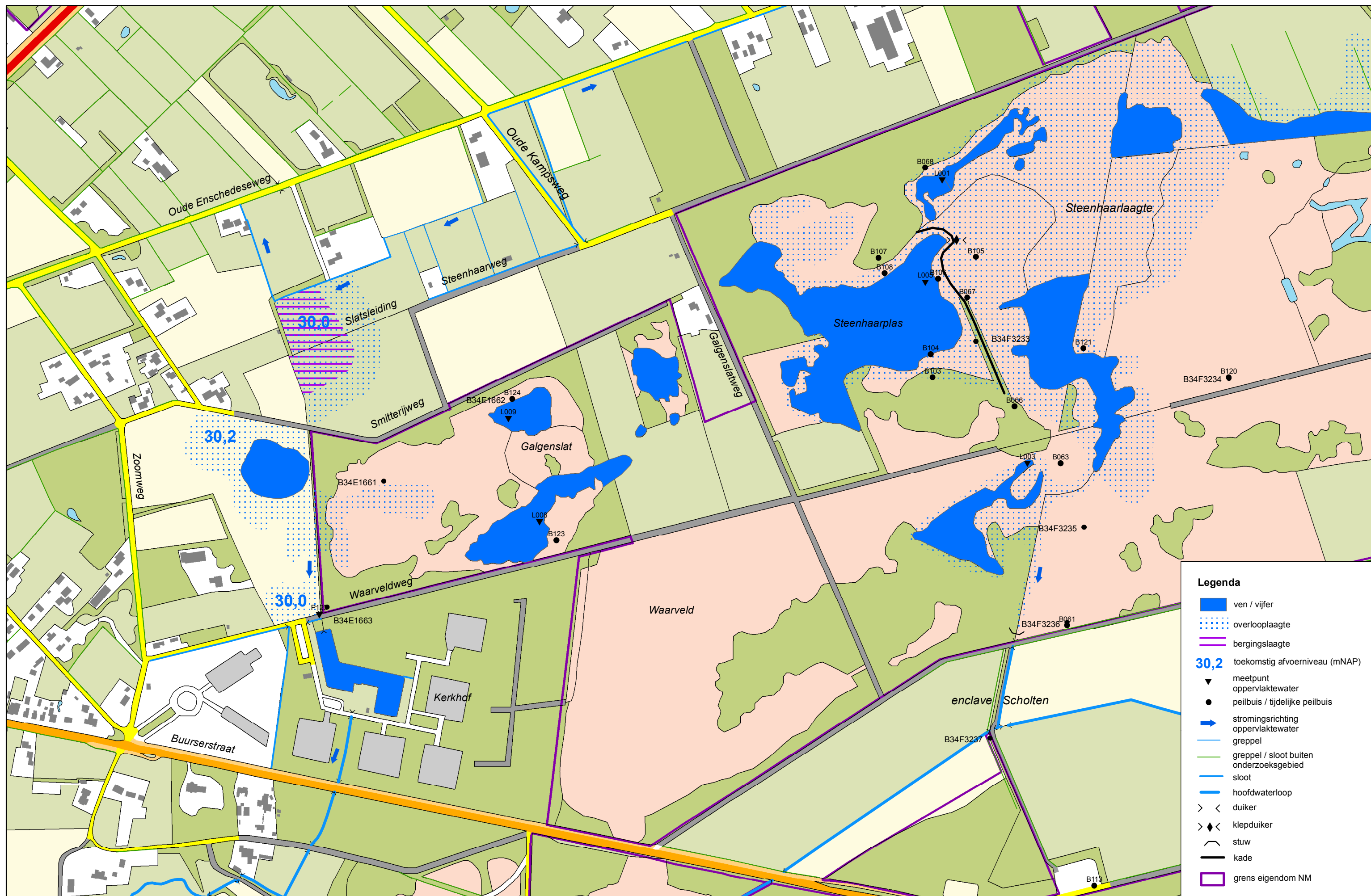
Verder kan de uitloper van het zuidelijke ven van het Galgenslat worden hersteld. Het hier lokaal weer verwijderen van de opgebrachte grond en het verwijderen van de bouwvoor in een zone hieromheen heeft geen nadelige consequenties voor het beoogde systeemherstel. Het herstel van de oostelijke uitloper van het zuidelijke ven biedt kansen voor uitbreiding van het habitatype H3160 Zure vennen en in de zone hieromheen liggen kansen voor uitbreiding van het habitatype H4010A Vochtige heide.



Figuur 6.1 Inrichtingsmaatregelen Galgenslat en Steenhaarplas



Figuur 6.2 Aanpassing van het gebruik Galgenslat en Steenhaarplas



Literatuur

ALTENBURG & WYMENGA, 2013. De vegetatie van het Buurserzand en het Witte Veen in 2012. In opdracht van Natuurmonumenten.

BUIJS, R.G, 2011. Hydrologisch onderzoek Steenhaarplas. Buijs Hydro-Ecologisch Onderzoek en Advies, in opdracht van Natuurmonumenten.

HULLENAAR, J.W. VAN 'T, 1996. Grondwatermodellering Buurserzand - Effecten van verdrogingsbestrijdingsmaatregelen op de hydrologie van het Buurserzand. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

HULLENAAR, J.W. VAN 'T, 1998. Herstel van veenmoeras en vennen in het Buurserzand - Onderzoek naar de mogelijkheden van hydrologisch herstel van de Steenhaar-laagte. Ecohydrologisch Adviesbureau Hullenaar, in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten.

HULLENAAR, J.W. VAN 'T & J.S. BELL, 2002. Evaluatie van het hydrologisch meetnet Buurserzand. Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar, in opdracht van Natuurmonumenten.

LENSINK, 1982. Beheerplan Buurserzand 1983-1993. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

NITG-TNO, 2000. Geologische kaart van Nederland, blad 34 Oost.

PROVINCIE OVERIJSSSEL, 1997. Vegetatiekaart Buurserzand en omgeving (digitaal bestand). Provincie Overijssel, Zwolle.

PROVINCIE OVERIJSSSEL, 2015. Natura 2000 ontwerp-beheerplan Buurserzand & Haaksbergerveen.

PROVINCIE OVERIJSSSEL, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Buurserzand en Haaksbergerveen.

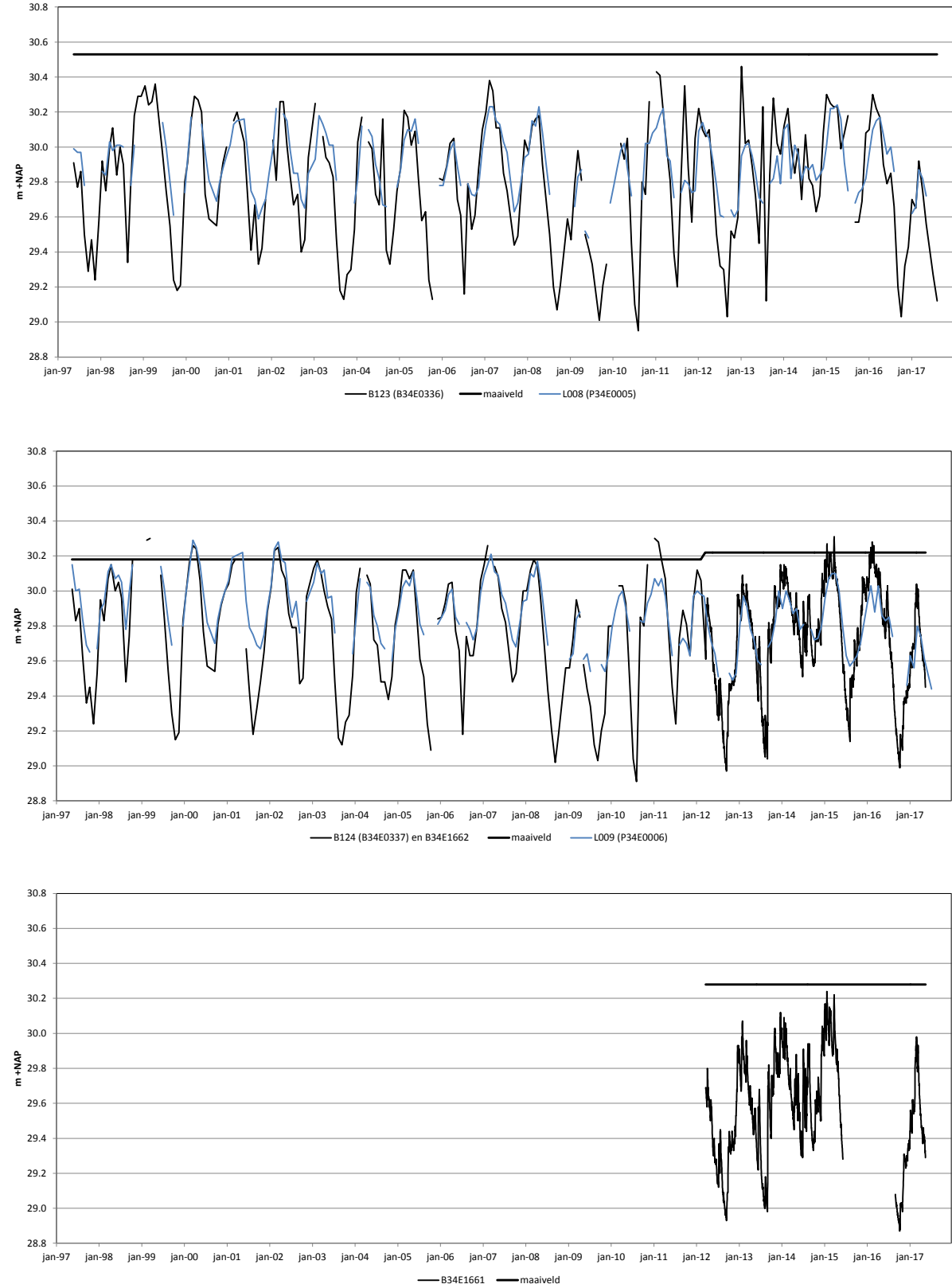
STIKOBA, 1972. De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Haaksbergen, schaal 1 : 10.000. Rapport nr. 958, Stiboka, Wageningen.

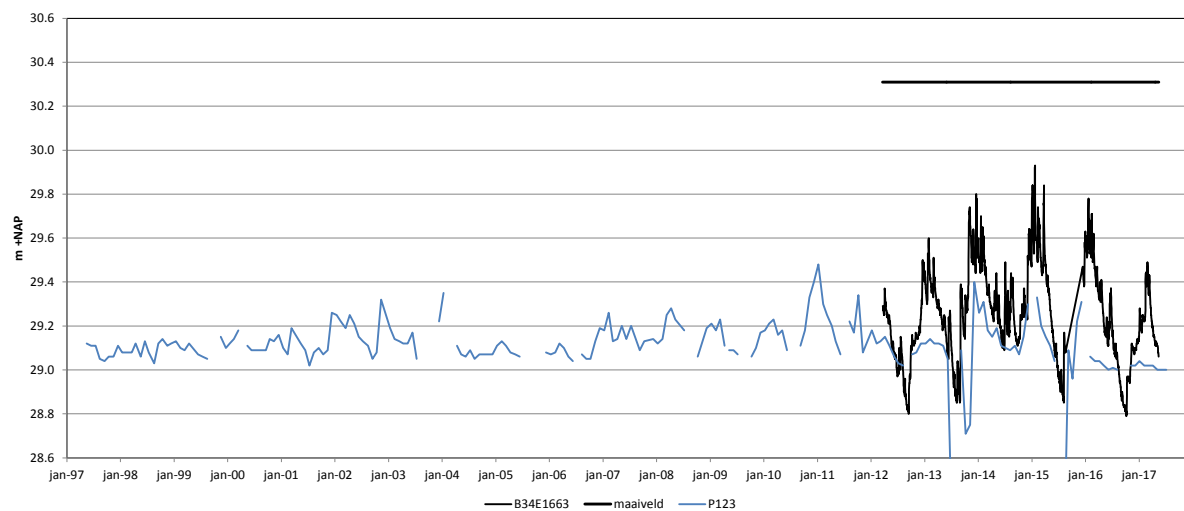
TAUW, 2017. Modeloptimalisatie Buurserzand, 25 augustus 2017, kenmerk R002-1240705HWC-mdg-V02-NL. In opdracht van de gemeente Haaksbergen.

Overzicht bijlagen

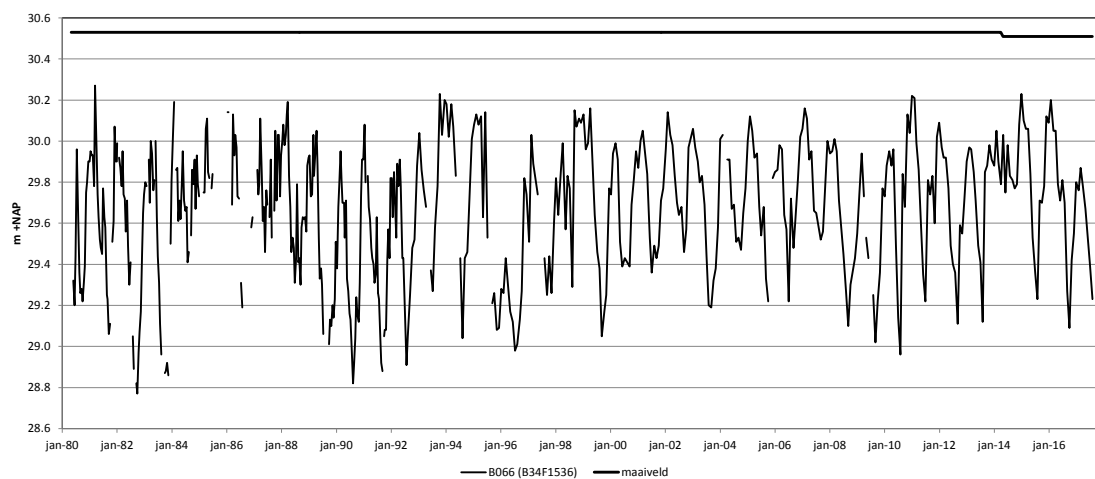
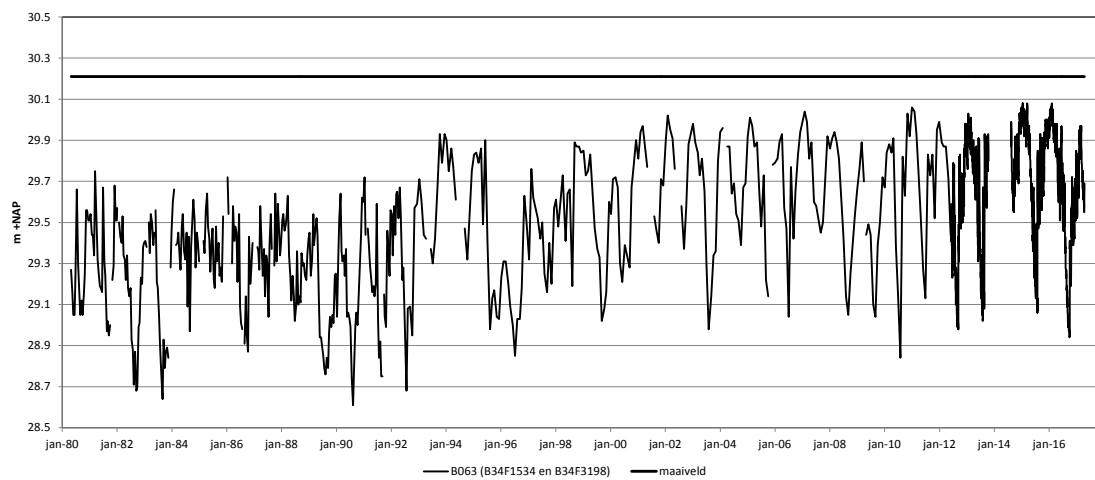
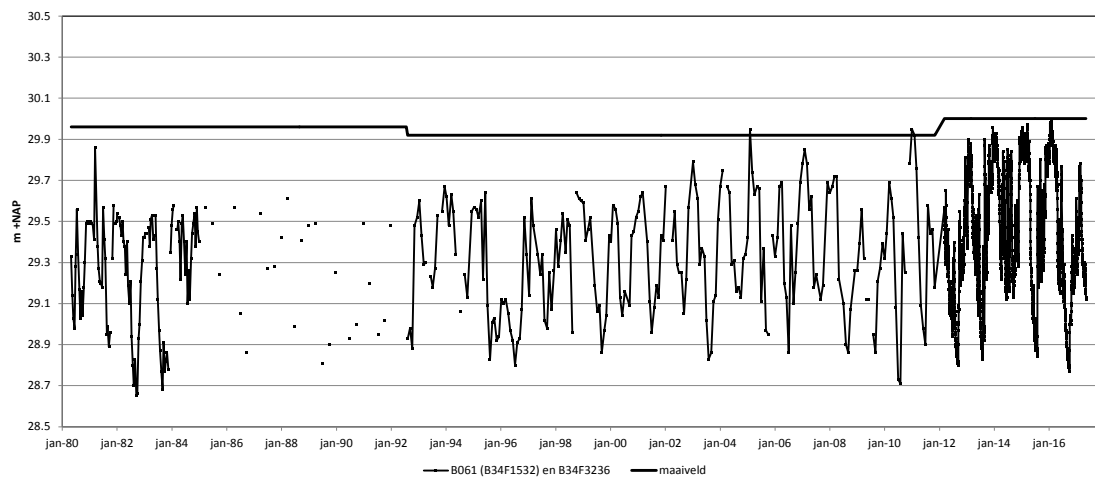
- 1 Grafieken grondwaterstandsverloop
- 2 Resultaten tijdreeksanalyse met behulp van Menyanthes
- 3 Boorbeschrijvingen tijdelijke peilbuizen
- 4 B-WARE rapport 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek Galgenslat en Steenhaarplas'

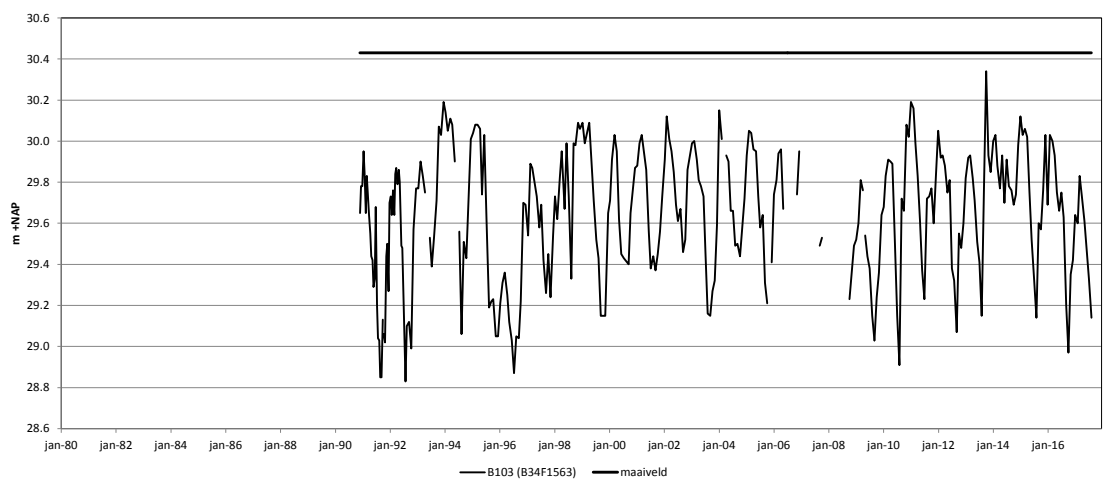
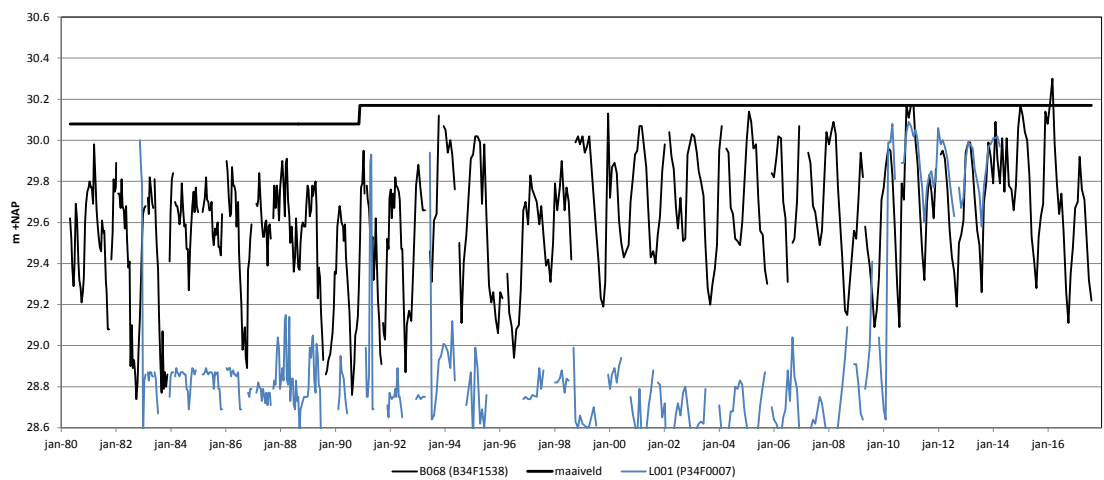
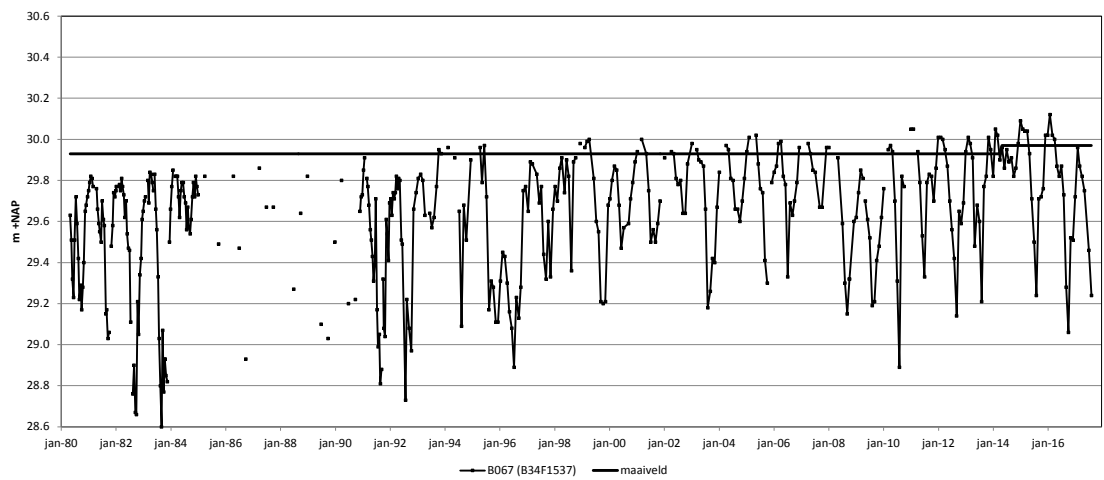
Bijlage 1 Grafieken Grondwaterstandsverloop Galgenslat

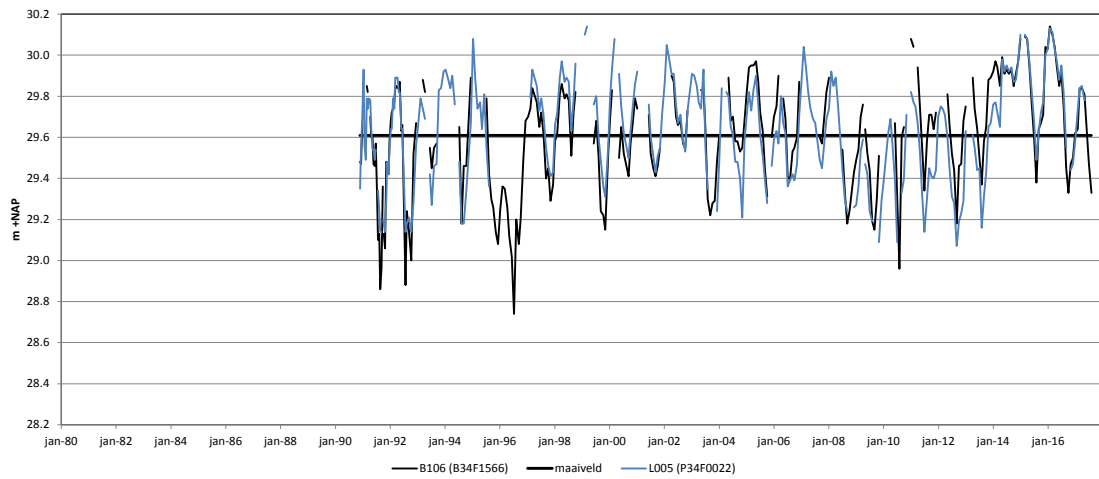
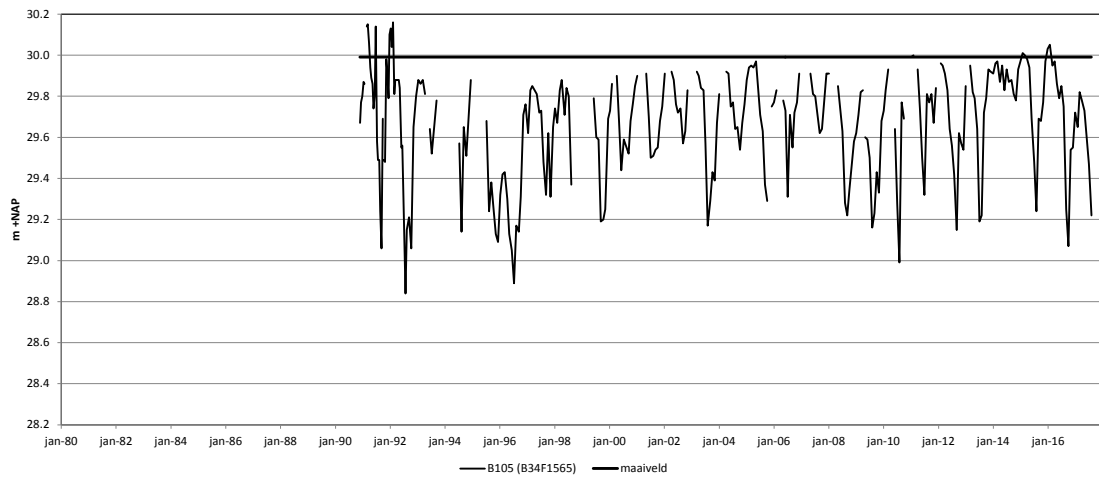
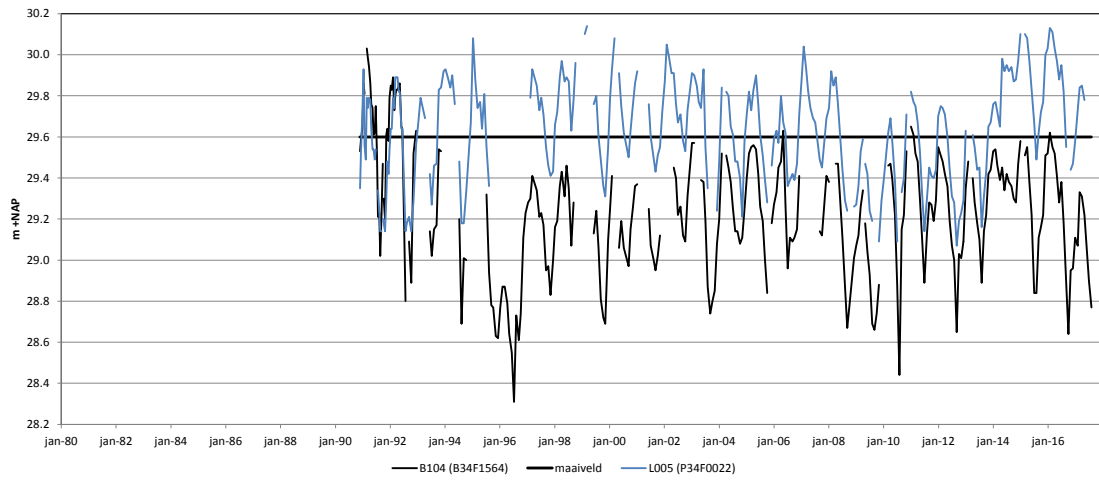


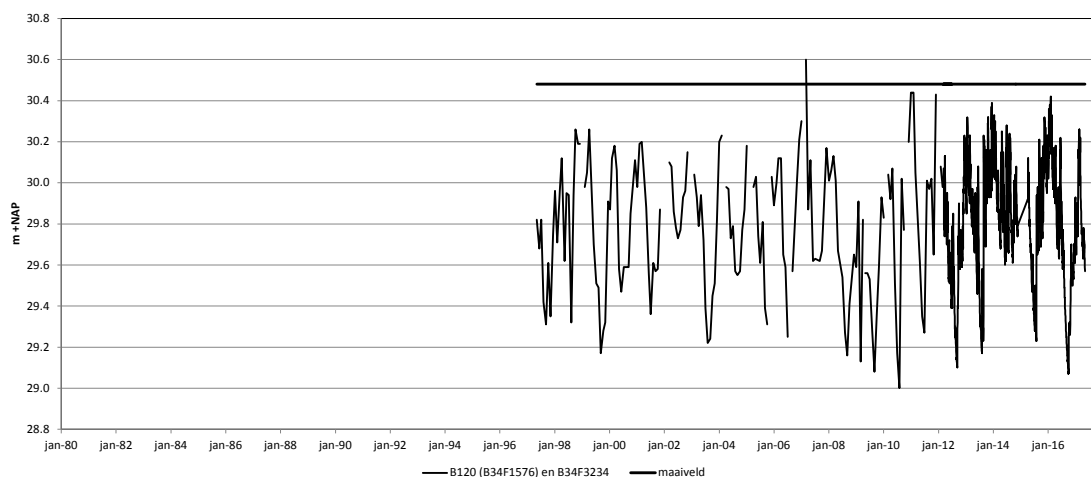
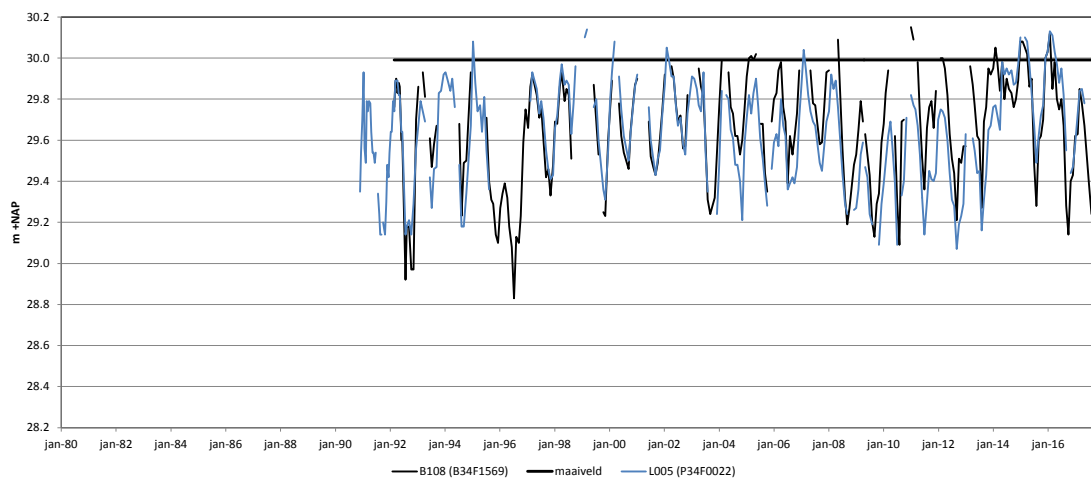
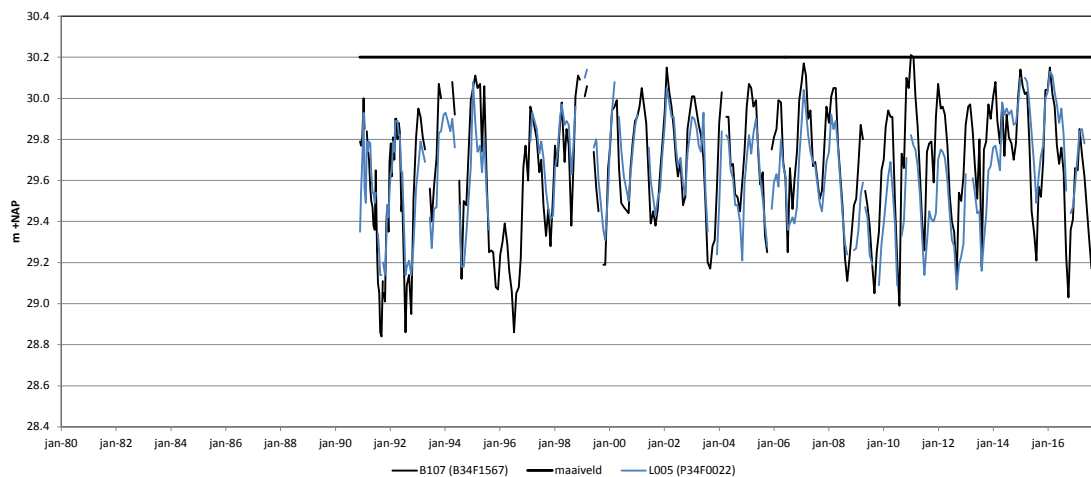


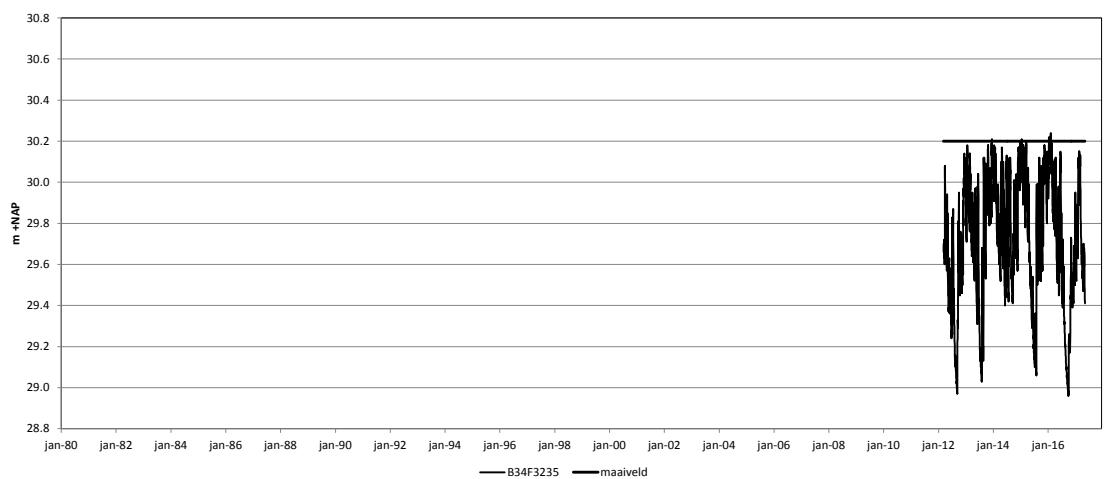
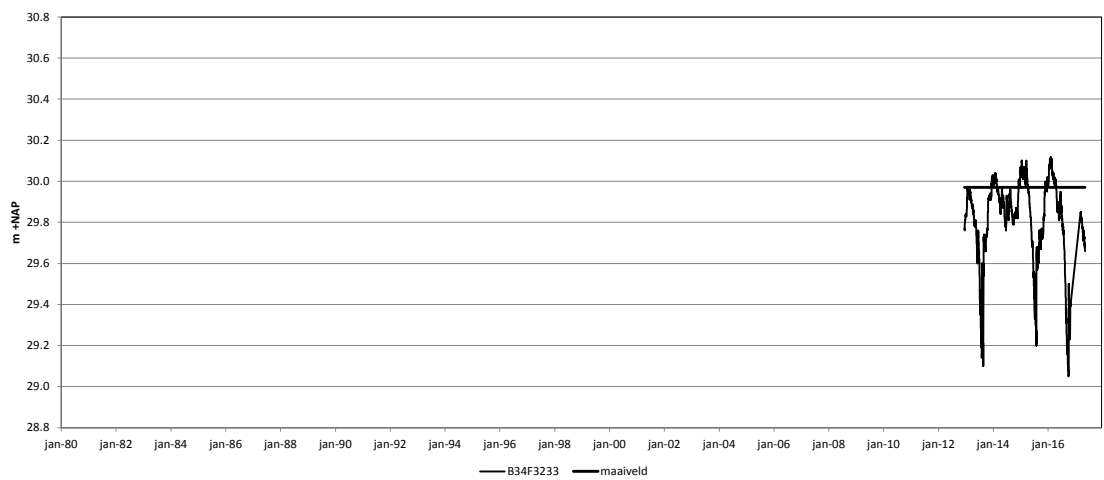
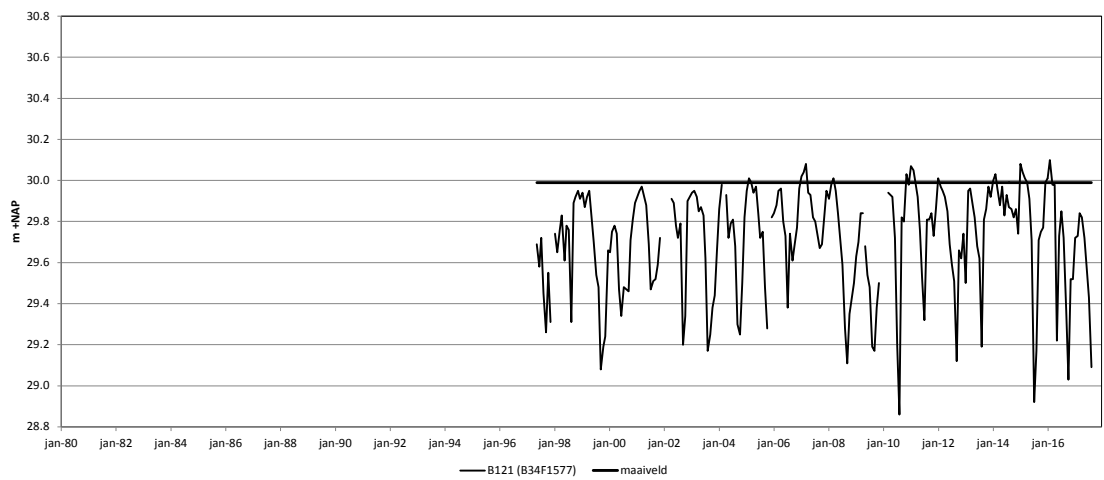
Bijlage 1 Grafieken Grondwaterstandsverloop Steenhaarplas

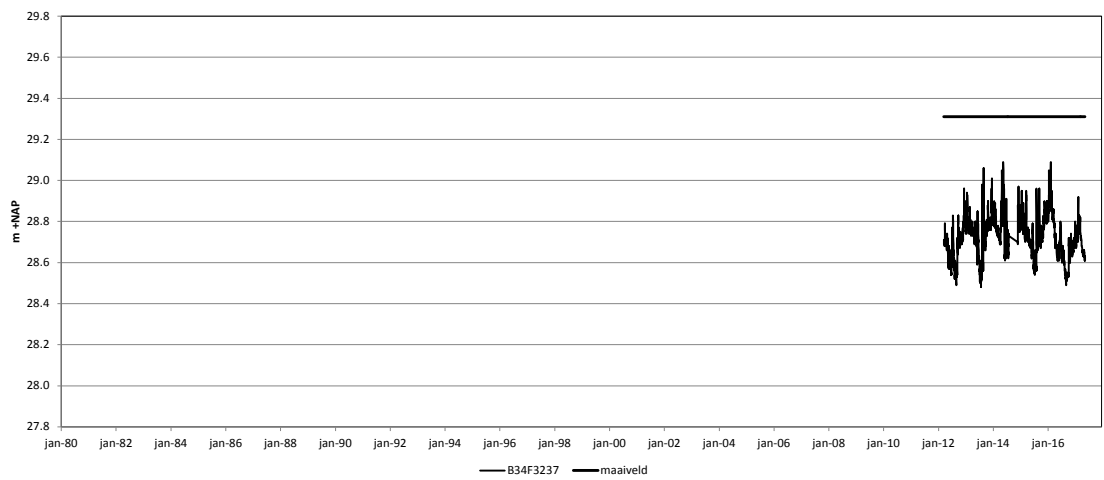












Bijlage 2 : Resultaten tijdreeksanalyse m.b.v. Menyanthes

Lineair

Peilbuis	Gecombineerd	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B123		1	67.0	0.20	0.19	29.7	407	53	1.30	0.18
B124	B34E1662	1	81.3	0.14	0.08	29.5	540	34	1.07	0.06
B061	B34F3236	1	69.3	0.16	0.11	29.3	283	22	1.19	0.09
B063		1	53.6	0.22	0.11	29.3	343	32	0.90	0.09
B066		1	71.2	0.17	0.12	29.4	375	27	1.03	0.08
B067		1	59.8	0.18	0.14	29.5	356	32	0.96	0.10
B068		1	64.0	0.18	0.11	29.5	326	27	1.11	0.11
B103		1	71.5	0.17	0.13	29.5	358	28	1.12	0.10
B104		1	51.0	0.22	0.13	29.4	236	42	1.81	0.34
B105		1	58.9	0.17	0.14	29.7	302	35	1.29	0.15
B106		1	64.7	0.16	0.12	29.4	419	34	0.89	0.08
B107		1	74.3	0.16	0.11	29.5	367	26	1.12	0.09
B108		1	66.3	0.15	0.11	29.5	396	35	1.01	0.10
B120	B34F3234	1	70.8	0.16	0.12	29.6	393	34	0.99	0.07
B121		1	55.7	0.17	0.15	29.8	196	38	1.61	0.32

Lineair met stap op 1 oktober 2000

Peilbuis	Gecombineerd	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV	STEP TREND	SDEV
B061	B34F3236	1	78.8	0.14	0.10	29.1	335	21	1.15	0.07	0.23	0.02
B063		1	84.4	0.13	0.10	29.1	381	22	1.03	0.06	0.37	0.01
B066		1	80.6	0.14	0.12	29.4	406	25	1.13	0.07	0.20	0.02
B067		1	76.3	0.14	0.13	29.4	386	27	1.11	0.09	0.24	0.02
B068		1	80.5	0.14	0.10	29.4	367	23	1.22	0.09	0.25	0.01
B103		1	80.0	0.14	0.12	29.4	397	26	1.18	0.09	0.19	0.02
B106		1	76.0	0.13	0.11	29.4	404	29	1.07	0.09	0.19	0.02
B107		1	82.5	0.13	0.10	29.4	391	23	1.20	0.08	0.18	0.02
B108		1	75.5	0.13	0.10	29.4	412	31	1.10	0.10	0.18	0.02
B120	B34F3234	1	74.4	0.15	0.11	29.3	458	38	0.94	0.06	0.20	0.03
B121		1	64.6	0.15	0.14	29.5	311	50	1.33	0.19	0.23	0.03

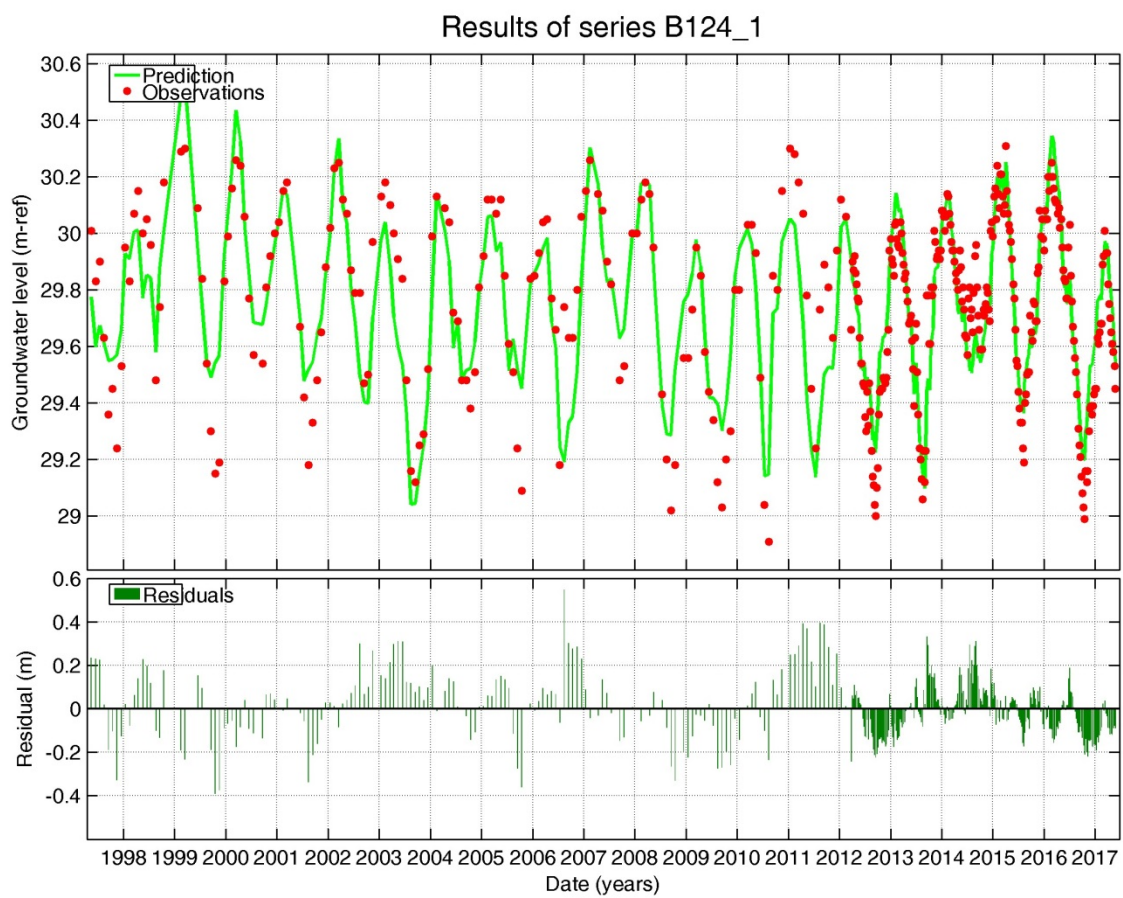
Lineair nieuwe peilbuizen verdrogingsmeetnet met korte reeksen

Peilbuis	Gecombineerd	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B34E1661		1	87.9	0.11	0.07	28.9	763	70	0.75	0.04
B34E1663		1	86.0	0.08	0.06	29.0	353	26	0.88	0.05
B34F3233		1	0.0	0.22	0.07	28.9	1713	445	1.00	0.18
B34F3235		1	79.8	0.14	0.12	29.3	517	52	0.83	0.06

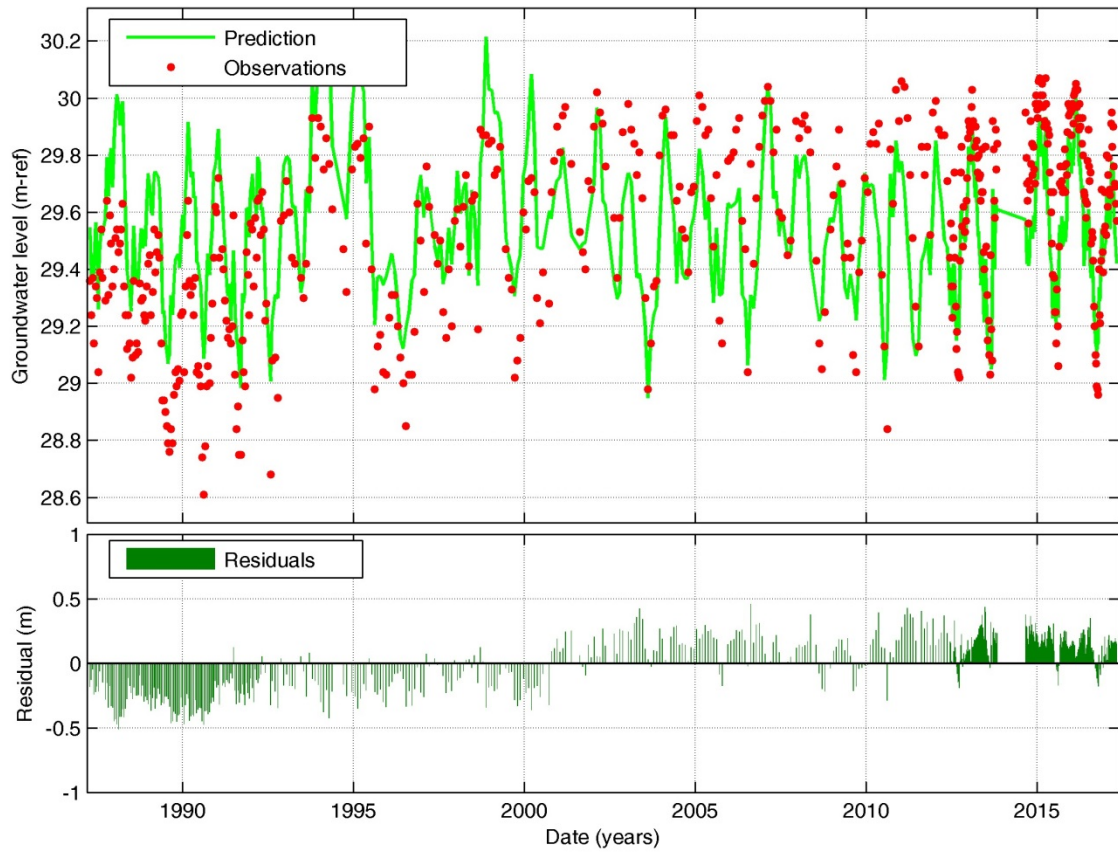
Non-lineair

Peilbuis	Gecombineerd	filter	EXPVAR %	RMSE	RMSI	DBASE (mNAP)	M0 PREC	SDEV	M02 PREC	SDEV	EVAP F	SDEV
B34F3233		1	87.8	0.08	0.05	11.6	137600	37	3390000	14.60	1.04	0.06

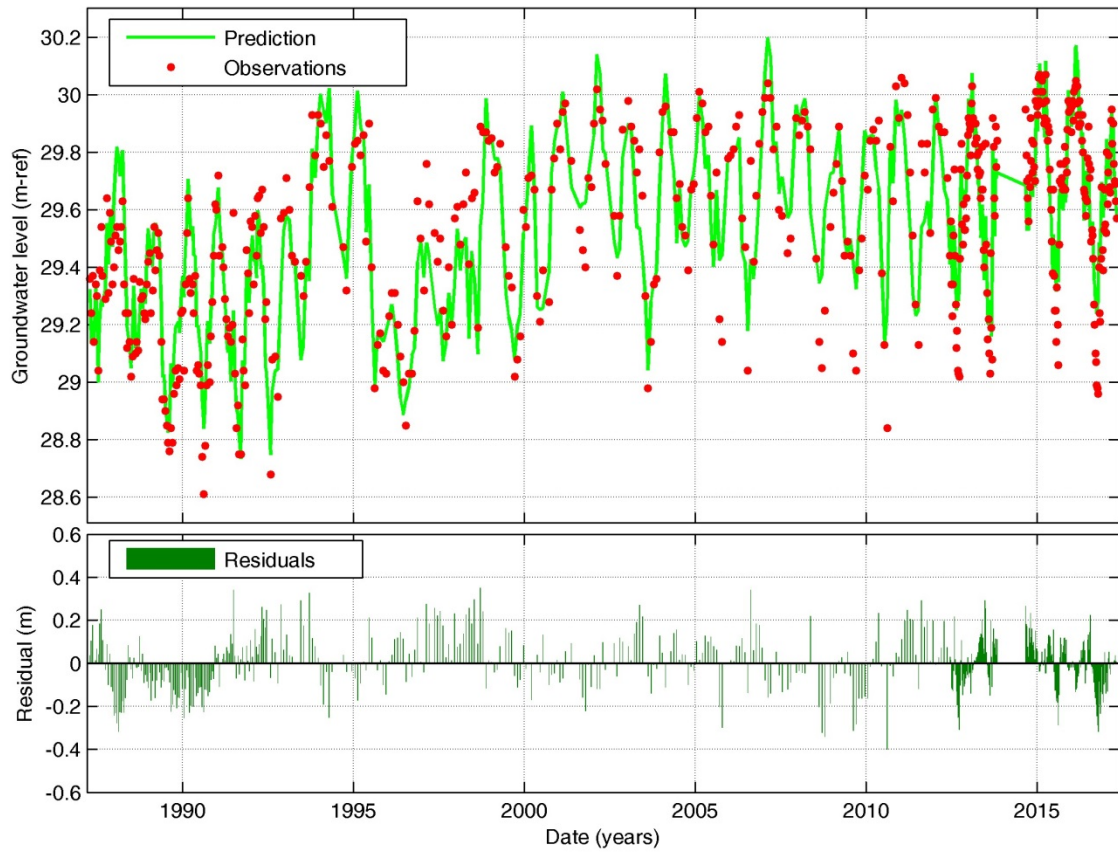
Bijlage 2 Resultaten tijdreeksmodellering m.b.v. Menyanthes



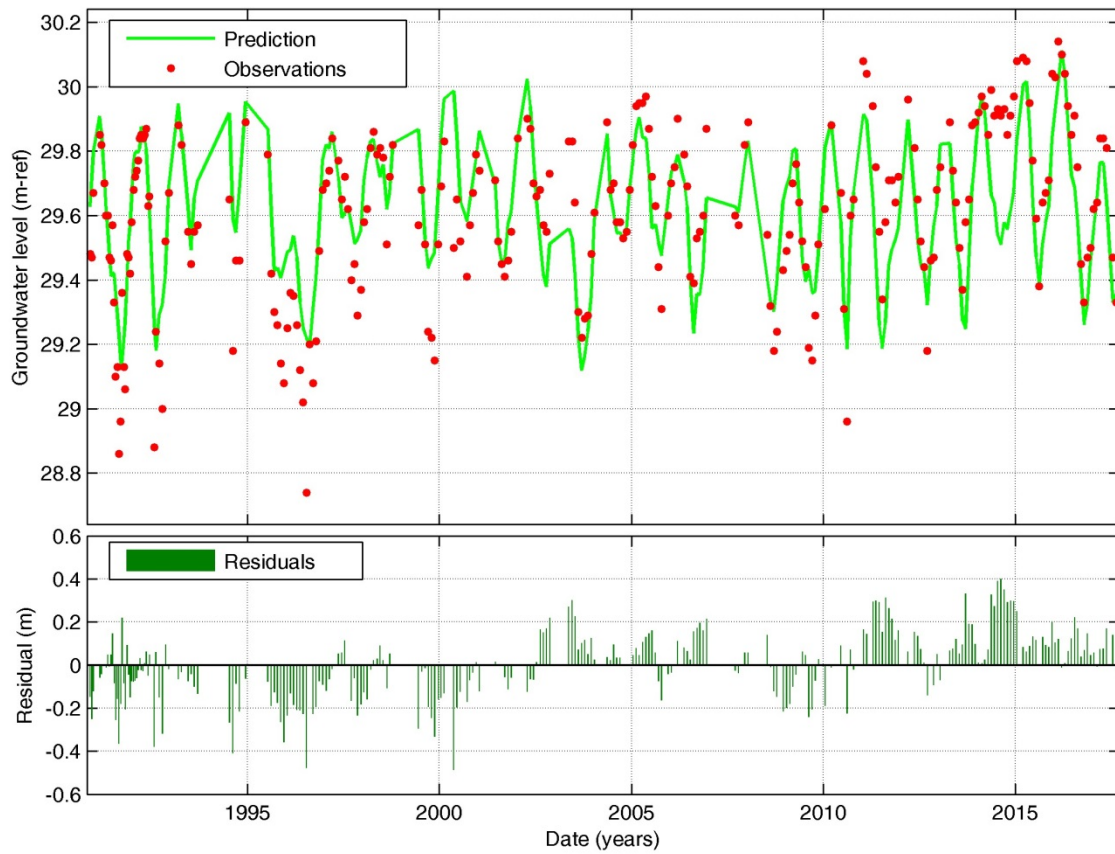
Results of series B063_1



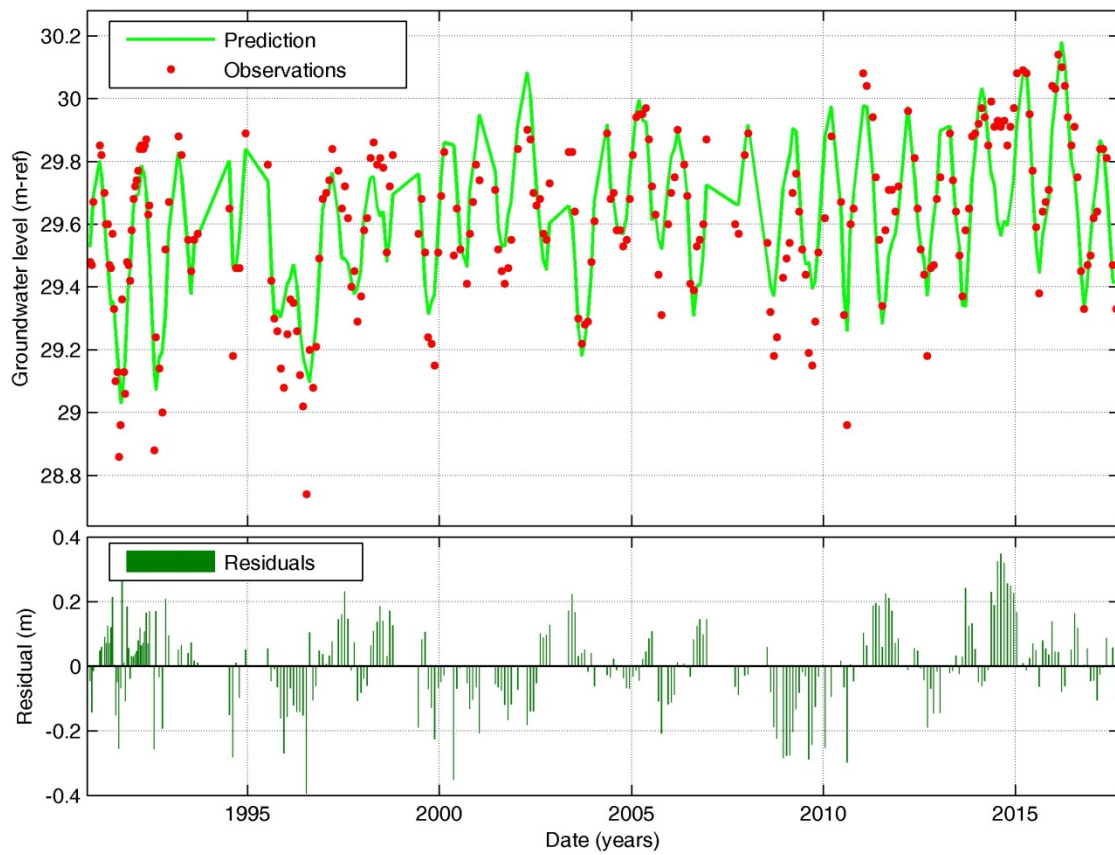
Results of series B063_1 step 1 okt 2000



Results of series B106_1



Results of series B106_1 step 1 okt 2000



Bijlage 3 Boorbeschrijvingen tijdelijke peilbuizen Galgenslat & Steenhaarplas

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb1
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-mrt-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249495
		Y-coördinaat:	464429

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.71 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, matig humeus		
40	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, roest		
70	200	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak grindig, roestvlekken		
200	220	leem, blauw-grijs, matig zandig, roestvlekken, (keileem)		
	220	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	50	cm -mv
Opmerkingen:		AGWST:	70	cm -mv
		GLG:	120	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb2
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-mrt-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249571
		Y-coördinaat:	464341

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.75 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	30	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, matig humeus		
30	50	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, matig roestvlekken, humus fibers		
50	80	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, iets meer humus fibers		
80	160	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak grindig		
160	210	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs		
210	230	leem, licht blauw-grijs, sterk zandig, (keileem)		
	230	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	70	cm -mv
Opmerkingen:		AGWST:	110	cm -mv
		GLG:	140	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb3
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-mrt-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249631
		Y-coördinaat:	464259

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.79 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	35	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, matig humeus		
35	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, matig ijzerrijk, iets humus fibers		
60	170	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs		
170	200	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak lemig		
200	210	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), zwak lemig, stenen (≥ 63-200 mm), matig roestvlekken		
210	220	leem, blauw-grijs, matig zandig, (keileem)		
	220	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	70	cm -mv
Opmerkingen:		GLG:	150	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb4
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	22-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249805
		Y-coördinaat:	464024

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.85 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
-5	0	strooisel		
0	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker grijs-zwart, sterk humeus		
40	50	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker bruin-rood, iets verkit, ijzerrijk		
50	75	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), geel-bruin, matig roestvlekken		
75	180	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, iets humeus fiber, enkel grindje		
180	270	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker grijs-bruin, zwak lemig		
270	280	zand, grijs, sterk lemig, (keileem)		
	280	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	60	cm -mv
Opmerkingen:		GLG:	130	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb5
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	22-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250217
		Y-coördinaat:	464581

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	20	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker bruin-grijs, sterk humeus		
20	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, sterk ijzerhoudend		
40	60	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht geel-bruin		
60	100	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest, iets humus fibers		
100	290	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht grijs, enkel grindje		
290	380	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, enkel grindje		
380	390	zand, uiterst grof (Mz: 420-2000 µm)		
390	400	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs		
	400	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	50	cm -mv
Opmerkingen:		AGWST:	105	cm -mv
		GLG:	160	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb6
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	22-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250253
		Y-coördinaat:	464477

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.61 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	25	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs-zwart, sterk humeus		
25	50	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, humeus, sterk ijzerhoudend		
50	70	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, spoor roest, humus fibers		
70	290	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin		
290	350	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak lemig, zwak grindig		
350	370	leem, grijs-groen, matig zandig, stug, enkel steentje (keileem)		
	370	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	60	cm -mv
Opmerkingen:		AGWST:	100	cm -mv
		GLG:	180	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb7
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	23-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250318
		Y-coördinaat:	464150

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.71 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, matig humeus
10	25	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, sterk humeus
25	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, humeus, ijzerhoudend
40	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, veel roest, iets humus fibers
70	180	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs, enkel grindje
180	330	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht grijs-bruin, zwak lemig, enkel steentjes
330	360	leem, groen-grijs, matig zandig, (keileem)
360		Boring beëindigd.

Boormethode:				Bentoniet: nee	
				GHG:	50 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	105	cm -mv	GLG:	150 cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb8
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-mrt-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249298
		Y-coördinaat:	464004

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.61 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	35	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs-zwart, matig humeus
35	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, sterk ijzerrijk
40	50	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), rood-bruin, matig ijzerrijk, iets humus fibers
50	240	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs, enkel grindje, iets humus fibers
240	300	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, gereduceerd
300	310	leem, donker grijs, matig zandig, roest, (keileem)
310		Boring beëindigd.

Boormethode:				Bentoniet: nee	
				GHG:	50 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	90	cm -mv	GLG:	140 cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb9
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	2-mrt-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249607
		Y-coördinaat:	464140

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.69 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	10	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, matig humeus
10	30	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs-bruin, spoor roest
30	45	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, matig ijzerrijk, humus fibers
45	70	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest, enkel humus fibers
70	160	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm) tot matig grof (Mz: 210-300 µm), licht grijs, matig grindig
160	220	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs
220	240	leem, blauw-grijs, matig zandig, (keileem)
	240	Boring beëindigd.

Boormethode:					Bentoniet: nee	
					GHG:	30 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	80	cm -mv	GLG:	120	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb10
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	23-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249810
		Y-coördinaat:	464244

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.58 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	25	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, matig humeus
25	35	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, matig ijzerhoudend
35	70	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, spoor roest, iets humus fibers
70	190	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, enkel grindje
190	210	leem, groen-grijs, zwak zandig, stug (keileem)
	210	Boring beëindigd.

Boormethode:		Bentoniet: nee	
		GHG:	40 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST: 70 cm -mv	GLG:	80 cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb11
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	22-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250061
		Y-coördinaat:	464323

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 31.29 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	35	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker grijs-zwart, sterk humeus
35	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker rood-bruin, humeus, sterk ijzerhoudend
40	60	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), rood-bruin, humeus, ijzerrijk
60	120	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht geel, zwak lemig
120	320	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, enkel grindje
320	360	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, matig grindig
360	390	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht grijs, zwak lemig
	390	Boring beëindigd.

Boormethode:	Bentoniet: nee			
			GHG:	70 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	160	cm -mv	GLG: cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb12
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	22-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	249993
		Y-coördinaat:	464450

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.88 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot	
0	20	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak humeus
20	40	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs-zwart, sterk humeus
40	60	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, sterk ijzerhoudend
60	90	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-rood, iets roestvlekken, iets humus fibers
90	180	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, enkel grindje
180	250	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), iets grindjes
250	355	zand, matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak lemig
355	370	leem, blauw-grijs, matig zandig, (keileem)
	370	Boring beëindigd.

Boormethode:				Bentoniet: nee	
				GHG:	70 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	120	cm -mv	GLG:	160 cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb13
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	22-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250080
		Y-coördinaat:	464543

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 31.03 m NAP

Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	20	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs, humeus		
20	60	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs, sterk humeus		
60	80	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker rood-bruin, sterk ijzerhoudend		
80	110	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, iets humus fibers		
110	160	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin-grijs, enkel grindje		
160	430	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, heel iets grindje		
	430	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	60	cm -mv
Opmerkingen:		AGWST:	140	cm -mv
		GLG:		cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb14
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	23-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250107
		Y-coördinaat:	464153

Plaatsomschrijving:

Hoogte maaiveld: 30.42 m NAP

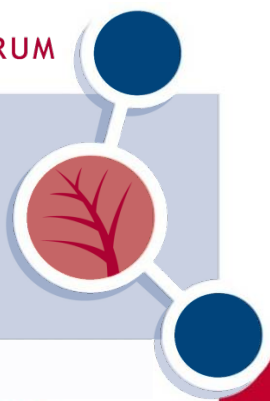
Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.

Van	Tot			
0	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs-zwart, sterk humeus		
40	70	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht bruin, iets humus fibers		
70	340	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs-bruin, enkel grindjes		
340	390	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), grijs-groen, schelpen resten		
390	410	leem, blauw-grijs, sterk zandig, (keileem)		
	410	Boring beëindigd.		
Boormethode:		Bentoniet: nee		
		GHG:	20	cm -mv
Opmerkingen:		AGWST:	40	cm -mv
		GLG:	90	cm -mv

Terreinnaam:	Galgenslat	Boringnummer:	tpb15
Beschreven door:	R. Buijs	Datum:	23-feb-17
Kaartblad nr.:	34	X-coördinaat:	250228
		Y-coördinaat:	464212
Plaatsomschrijving:			
Hoogte maaiveld: 30.73 m NAP			
Boorbeschrijving - diepte in cm beneden mv.			
Van	Tot		
0	30	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), donker grijs-zwart, sterk humeus	
30	40	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker rood-bruin, matig humeus, ijzerhoudend	
40	70	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), donker rood-bruin, iets humus fibers, matig ijzerhoudend	
70	340	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm), licht bruin, enkel grindje	
340	460	zand, zeer fijn (Mz: 105-150 µm) tot matig fijn (Mz: 150-210 µm), licht grijs, zwak lemig, iets grindjes	
	460	Boring beëindigd.	
Boormethode:		Bentoniet:	nee
		GHG:	50 cm -mv
Opmerkingen:	AGWST:	GLG:	160 cm -mv

Bijlage 4

**B-WARE rapport 'Bodem- en hydrochemisch onderzoek
Galgenslat en Steenhaarplas'**



BODEM- & HYDROCHEMISCH ONDERZOEK GALGENSLAT EN STEENHAARPLAS



- Eindrapportage -

BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK

GALGENSLAT EN STEENHAARPLAS

Eindrapportage

Mark van Mullekom

Hilde Tomassen

Fons Smolders



Titel rapport:

Bodem- en hydrochemisch onderzoek Galgenslat en Steenhaarplas, eindrapportage

Auteurs:

Mark van Mullekom, Hilde Tomassen & Fons Smolders

Rapportnummer: RP-16.145.17.48

Opdrachtgever:

Natuurmonumenten & Bell Hullenaar



Bell Hullenaar

**Ecohydrologisch
Adviesbureau**

Informatie:

Onderzoekcentrum B-WARE BV
Radboud Universiteit Nijmegen
Mercator III, Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen

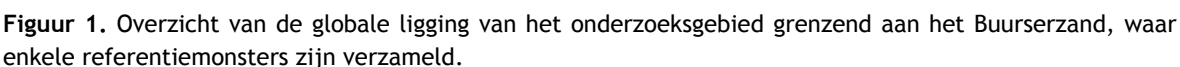
Contactpersoon:

Mark van Mullekom
Tel: 024-2122204
m.vanmullekom@b-ware.eu
www.b-ware.eu

INHOUDSOPGAVE

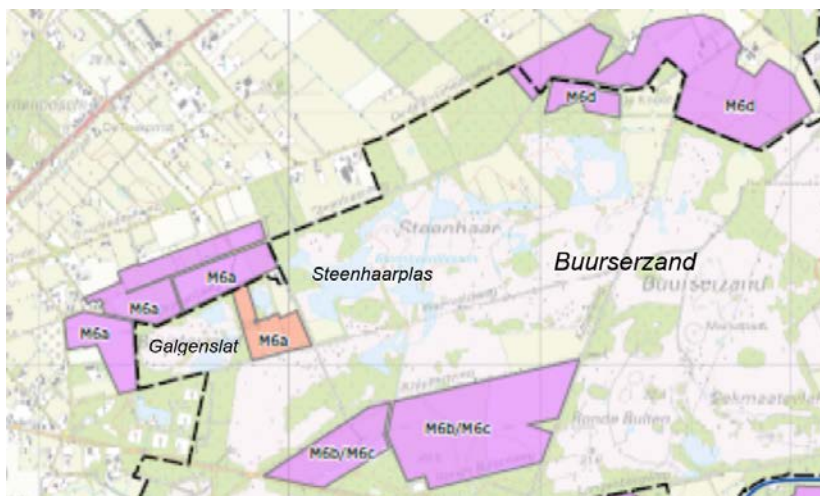
1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding (bron: Bell-Hullenaar)	1
1.2 Aanpak bodem- en hydrochemisch onderzoek	3
1.3 Leeswijzer	4
2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond	5
2.1 Nutriëntenlimitatie	5
2.2 Fosfaatbeschikbaarheid	5
2.3 Verschrappingsmaatregelen	6
2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen	8
2.5 Uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater	8
3. Materiaal en methoden	11
3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden	11
3.2 Veldwerkzaamheden referentiemetingen Buurserzand	12
3.3 Veldwerkzaamheden hydrochemisch onderzoek	14
3.4 Chemische analyse	15
4. Resultaten bodem- en hydrochemisch onderzoek	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Bodemchemie	17
4.3 Waterkwaliteit	22
4.4 Kansen voor de natuurontwikkeling	26
4.5 Referentiemetingen Buurserzand	37
4.6 Aanvullende maatregelen	38
5. Conclusies en aanbevelingen	43
5.1 Belangrijkste conclusies bodem- en hydrochemie	43
5.2 Aanbevelingen	45
6. Literatuur	47
7. Bijlagen	51

Het Buurserzand (Figuur 1) betreft een ecologisch waardevol voornamelijk heidegebied in de



nodig in het ecohydrologisch functioneren van het gebied en de bodemkundige en bodemchemische toestand.

De Steenhaarplas betreft een groot ven. In dit ven kwam in het verleden een waardevolle vegetatie voor van zwak gebufferde vennen, met onder andere Waterlobelia en Oeverkruid. De waardevolle vegetatie verdween als gevolg van eutrofiëring in samenhang met de instroming van landbouwwater. Nadat dit knelpunt was weggenomen en het ven in 1990 werd uitgebaggerd, keerden de waardevolle soorten weliswaar terug, maar vanwege te zure omstandigheden was het herstel slechts van korte duur. Vraag is wat de oorzaak is van de zure omstandigheden en of het wenselijk / mogelijk is de zwak gebufferde omstandigheden terug te laten keren, dan wel de zure omstandigheden te accepteren. Om deze vragen te beantwoorden is zowel nader inzicht nodig in het ecohydrologisch als in het hydrochemisch functioneren van het ven in relatie tot zijn omgeving (= PAS-maatregel M23).



Figuur 2. Uitsnede van PAS-maatregelenkaart Buurserzand.

Ook tussen het heidegebied van het Galgenslat en de Steenhaarplas was in het verleden landbouwgrond aanwezig. Deze landbouwgrond is al enkele decennia geleden door Natuurmonumenten aangekocht. Herinrichting van deze voormalige landbouwgrond heeft echter nog vrijwel niet plaatsgevonden. Zodoende is in het kader van de PAS voor dit gebied de maatregel 'inrichten' opgenomen (eveneens als PAS-maatregel 6A). Voor dit deelgebied is het zodoende de vraag op welke wijze inrichting het best plaats kan vinden in relatie tot (in de eerste plaats) het beoogde systeemherstel en (in de tweede plaats) de ecologische ontwikkeling van het gebied zelf. Ook hier geldt dat eerst vooronderzoek nodig is om deze vraag goed te kunnen beantwoorden.

Doelstellingen van het project zijn:

- Het bepalen van de noodzaak tot aanpassing van de inrichting en het gebruik van de landbouwgronden ten noorden en ten westen van het Galgenslat voor de realisatie van een goed systeemherstel ten behoeve van duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering van habitattype H4010A Vochtige heide met bijbehorende vennetjes met onder meer habitattype H3130 Zwakgebufferde vennen in het Galgenslat.
- Indien deze noodzaak aanwezig is:
 - Het afleiden van de juiste wijze van inrichting voor de realisatie van een goed systeemherstel ten behoeve van duurzame instandhouding / kwaliteitsverbetering van het Galgenslat met habitattype H4010A vochtige heide met bijbehorende vennetjes met onder meer habitattype H3130 Zwakgebufferde vennen.
 - Het afleiden van de juiste wijze van inrichting voor een goede ecologische ontwikkeling van het betreffende gebied zelf, liefst met uitbreiding en (daarmee

.....
tevens) kwaliteitsverbetering van de habitattypen H4010A Vochtige heide en H3130 Zwakgebufferde vennen.

- Het afleiden van de mogelijkheden / wenselijkheid voor herstel van de Steenhaarplas als habitatype H3130 Zwakgebufferd ven.

De ecohydrologische systeemanalyse werd uitgevoerd door ecohydrologisch adviesbureau Bell-Hullenaar. Onderzoekcentrum B-WARE heeft het bodem- en hydrochemisch onderzoek uitgevoerd. De resultaten hiervan worden in deze rapportage beschreven.

1.2 Aanpak bodem- en hydrochemisch onderzoek

De fosfaatrijkdom van de bodem is bepaald aan de hand van een bodemchemisch onderzoek. Op 14 locaties in het gebied zijn daarvoor op verschillende diepten bodemmonsters verzameld en chemisch geanalyseerd. Daarnaast zijn op 20 locaties door Bureau Bell-Hullenaar monsters van het freatische grondwater (17) en oppervlaktewater (3) verzameld. Deze werden geanalyseerd op het laboratorium van Onderzoekcentrum B-WARE.

In het natuurgebied Buurserzand zijn door Onderzoekcentrum B-WARE op een aantal locaties referentiemonsters verzameld.

Op basis van de bodem- en hydrochemische onderzoeksresultaten wordt aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke (natte) natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschrallingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Concreet worden daarbij de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

Bodemchemisch onderzoek landbouwpercelen:

- Hoe hoog zijn de P-concentraties in de geanalyseerde bodemlagen en hoe lang duurt het om deze te verschrallen door middel van maaien en afvoeren of uitmijnen?
- Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor, wat is de geadviseerde ontgrondingsdiepte?
- Welke natuurpotenties zijn er op de voormalige landbouwgronden?
- Wat zijn de biogeochemische omstandigheden op de referentielocaties in het Buurserzand?
- Welke aanvullende maatregelen zijn vereist bij de omvorming van de voormalige landbouwgronden naar soortenrijke natuurbeheertypen?

Hydrochemisch onderzoek:

- In hoeverre is het water van de Steenhaarplas gebufferd en hoe verhoudt de waterkwaliteit zich tot de waterkwaliteit in het verleden?
- Is het naar de Steenhaarplas stromende grondwater gebufferd en hoe kan eventueel de grondwaterkwaliteit verbeterd worden?
- In hoeverre is het grondwater ter hoogte van tpb14 gebufferd?
- Is de aanwezigheid van een dun leemlaagje in de Steenhaarplas gunstig voor de ontwikkelingsmogelijkheden?
- In hoeverre is het vanuit hydrochemisch oogpunt mogelijk om de verzuurde Steenhaarplas te herstellen tot een (zeer) zwak gebufferd ven?
- Is het noordelijke ven in het Galgenslat (habitatype zwak gebufferd ven) gebufferd?
- Is het toestromende grondwater naar het noordelijke ven in het Galgenslat gebufferd en zo nee, is de mate van buffering te verbeteren?
- In hoeverre wordt het grondwater in het Galgenslat antropogeen beïnvloed?

- Levert het niet afgraven van de P-rijke toplaag in het voormalige landbouwgebied vanuit hydrochemisch oogpunt tot risico's voor de aanwezige natuur?

Naast de bodemchemie, het bodemtype en de grondwaterkwaliteit is ook de (variatie in) grondwaterstanden van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Het (geo)hydrologische aspect maakt geen onderdeel uit van het door Onderzoekcentrum B-WARE uitgevoerde onderzoek maar wordt door Bureau Bell Hullenaar geïntegreerd in het uiteindelijke advies. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de fosfaattoestand en de kansrijkdom qua bodemchemie. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het hydrologische systeem. De hoogteligging en bodemopbouw spelen hierbij een belangrijke rol.

Bureau Bell Hullenaar zal de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek integreren met de genoemde aspecten en de meest geschikte inrichtingsmaatregelen vaststellen. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

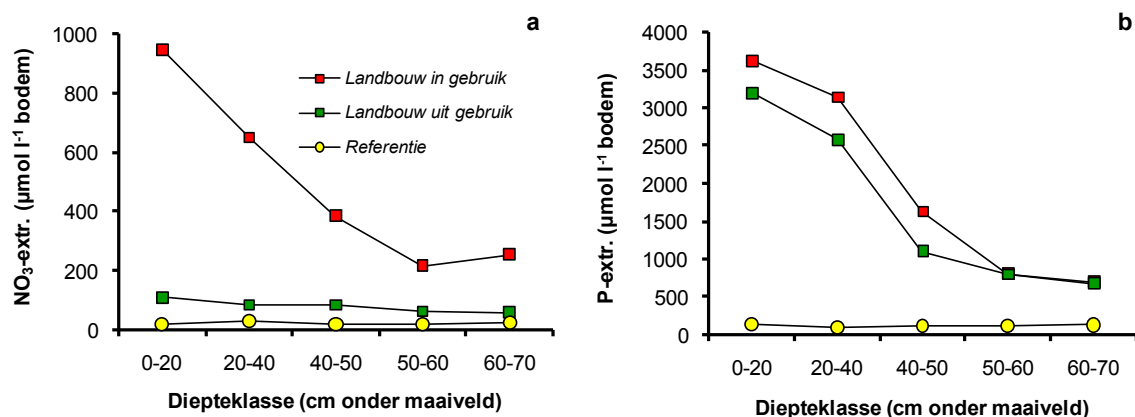
1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de problemen bij en kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden en in hoofdstuk 3 worden de toepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek gepresenteerd en de kansen voor de natuurontwikkeling plus de mogelijke (inrichtings)maatregelen die daarvoor nodig zijn toegelicht. In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. In hoofdstuk 6 staat een overzicht van de gebruikte literatuur, gevolgd door de bijlagen (boorprofielen) in hoofdstuk 7.

2. NATUURONTWIKKELING OP VOORMALIGE LANDBOUWGROND

2.1 Nutriëntenlimitatie

De kansen op een goede natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) (Lamers e.a., 2005). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de nog steeds hoge stikstofdepositie en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 3; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006).

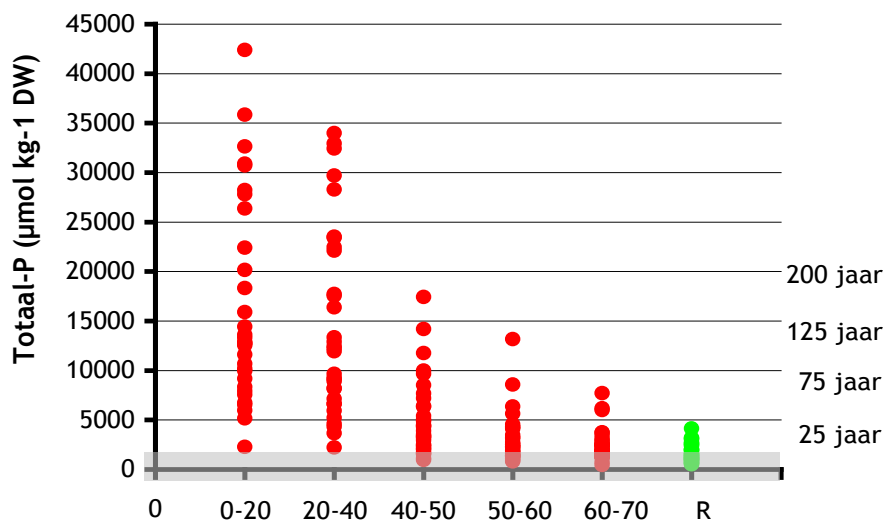


Figuur 3. Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

2.2 Fosfaatbeschikbaarheid

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 3; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende diepten de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



Figuur 4. Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

2.3 Verschrallingsmaatregelen

Verschralling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

Extensieve begrazing

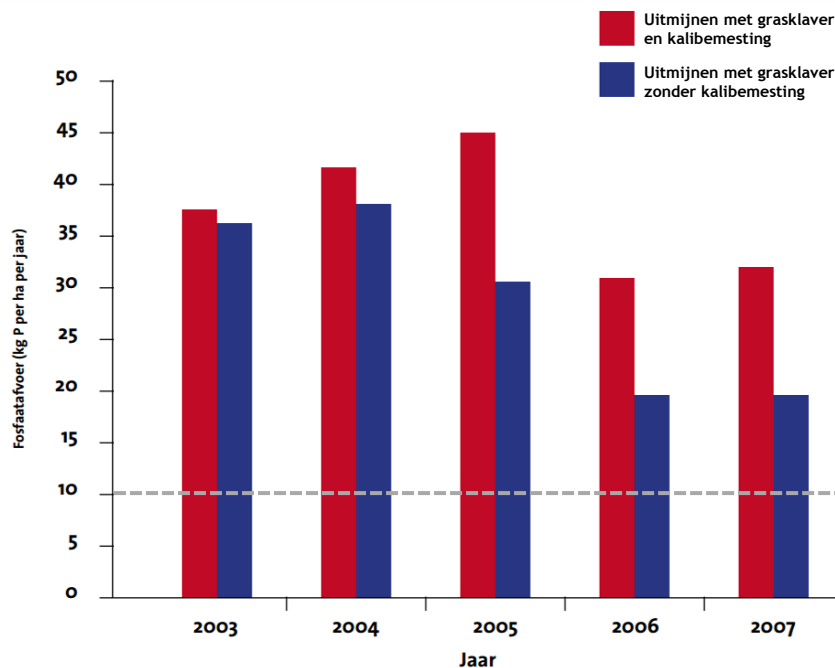
Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 4, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschraling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschralingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



Figuur 5. Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide (P_2O_5) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaienveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgroning kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog

.....

aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig (zie paragraaf 2.4), zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

2.4 Aanvullende (beheer)maatregelen

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschralling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013). Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska e.a., 2007).

Uiteraard is het voor het realiseren van een gewenst natuurdoeltype niet alleen van belang dat de bodemchemie geschikt is maar tevens dat de hydrologie van het systeem op orde is. Met name in grondwaterafhankelijke systemen (bijv. nat schraalland en dotterbloemhooiland) zullen veelal aanvullende hydrologische maatregelen nodig zijn. Deze maatregelen moeten vaak in de omgeving genomen worden omdat grondwaterafhankelijke systemen vaak gevoed worden door grondwater dat inrijgt op aanzienlijke afstand. Een bijkomend voordeel van verschrallen via ontgronden is dat door verlaging van het maaiveld de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld stijgen, waardoor waarschijnlijk minder ingrijpende hydrologische maatregelen in de omgeving noodzakelijk zijn.

2.5 Uitspoeling van fosfaat en nitraat naar het grondwater

De kwaliteit van natte natuurgebieden kan eveneens worden verbeterd door middel van externe maatregelen. Dit zijn maatregelen die bijvoorbeeld op aangrenzende landbouwgronden noodzakelijk zijn. Deze noodzaak kan onder meer zijn ingegeven door de vermestende invloed van deze landbouwgronden op de natuur door middel van uitspoeling naar het grondwater. Verlaging van de P- en N-concentraties in de toplaag door middel van een verschrallingsbeheer en/of het verminderen/stoppen van bemesting zal leiden tot lagere concentraties in de toplaag en daarmee (op termijn) ook tot lagere concentraties in de diepere bodemlagen en tot verminderde uitspoeling naar het grondwater. Hierbij dient te worden opgemerkt dat nitraat relatief mobiel is en fosfaat relatief immobiel. Wanneer de stikstofbemesting wordt verminderd zal de nitraatuitspoeling al relatief snel verminderen (Figuur 3). Fosfor spoelt relatief langzaam uit. Na het verminderen van de P-bemesting zal vanuit P-verzadigde bodems de uitspoeling van fosfaat naar diepere bodemlagen (en het grondwater) nog voor langere tijd (vermoedelijk decennia) door gaan. Met

.....
behulp van een uitmijnsbeheer kan de P-verzadiging van de toplaag van de bodem worden verlaagd waardoor de P-uitspoeling sneller afneemt.

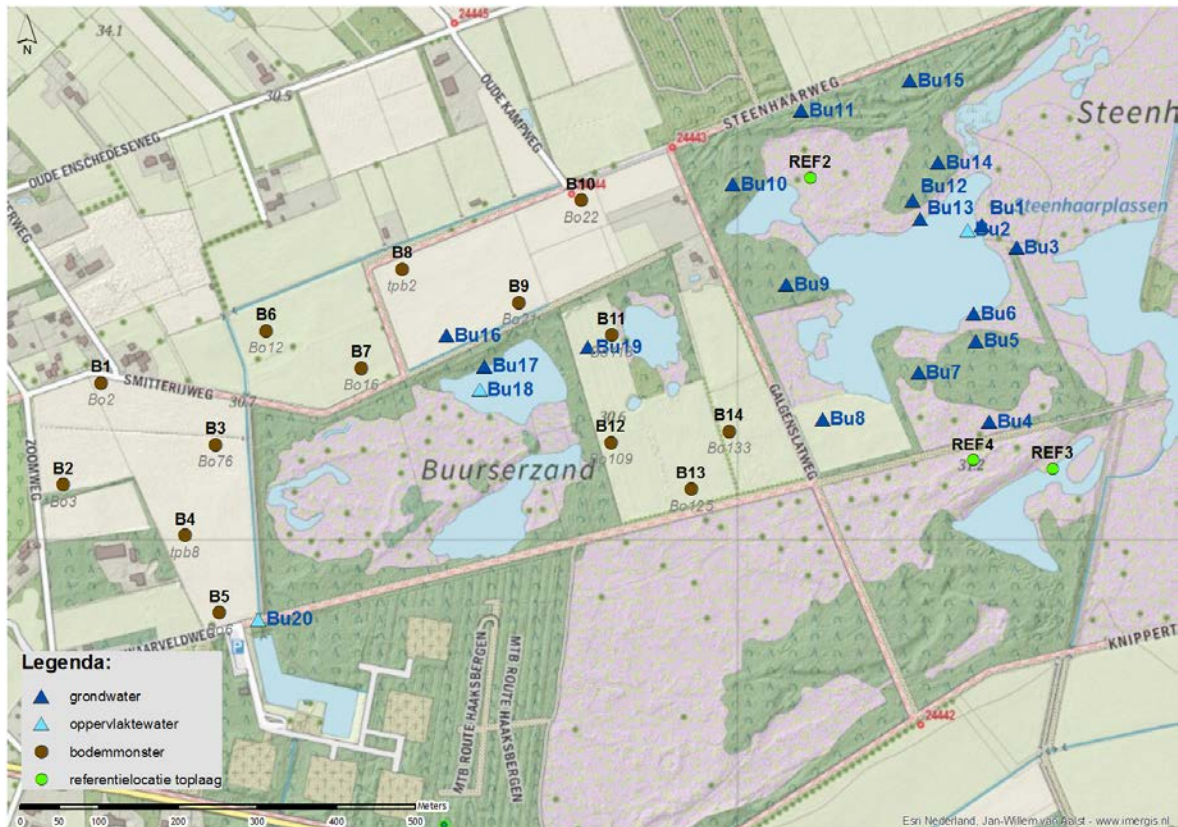
Het risico op P-uitspoeling kan worden vastgesteld door de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) van een bodem te meten. Als in het deel van het bodemprofiel boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) de FVG hoger is dan 25% bestaat kans op uitspoelen van fosfaat en wordt de bodem als fosfaatverzadigd beoordeeld (Schoumans, 2004). Bij lagere waarden is dit risico minder groot. Uit recent onderzoek in de omgeving van Oldenzaal (van Mullekom & Smolders, 2017) blijkt dat de grenswaarde van een fosfaatverzadigingsgraad van 25% overeen komt met $\pm 1900 \mu\text{mol/l}$ Olsen-P ($R^2 = 0,86$), $8,6 \text{ mmol/kg}$ P-oxalaat ($R^2 = 0,92$) en $24 \text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{g P-AL}$ (ammoniumlactaat-azijnzuur; $R^2 = 0,86$). In plaats van de FVG kunnen dus ook andere P-gerelateerde bodemparameters een goede indicatie geven voor de mate waarin de bodems P-verzadigd zijn. Uit het onderzoek bleek tevens dat de uitspoeling van fosfaat en nitraat het sterkst is voor akkers en duidelijk minder voor graslanden.

.....

3. MATERIAAL EN METHODEN

3.1 Veldwerkzaamheden bodemonderzoek voormalige landbouwgronden

Op 30 maart 2017 werden voor het bodemchemisch onderzoek op 14 locaties ondiepe boringen (tot 100 cm onder maaiveld) gezet. De locaties werden door Bureau Bell Hullenaar geselecteerd. Voor de exacte ligging van de boorlocaties zie Figuur 6. De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met GPS (Tabel 1). Het bodemprofiel werd globaal beschreven (zie Bijlage 1 voor de profielbeschrijvingen).



Figuur 6. Topografische kaart met de ligging van de locaties waar de bodem (B1 t/m B14) en het grond- of oppervlaktewater (Bu1 t/m Bu20) werden bemonsterd.

Er werden bodemonsters verzameld van de toplaag van de bouwvoor (0-20 cm-mv), het restant van de bouwvoor (alleen in graslanden), de bodemlaag direct onder de bouwvoor (0-10 cm onder de bouwvoor) en de bodemlaag daaronder (10-20 cm onder de bouwvoor). Op een aantal locaties werd van deze bemonsteringsstrategie afgeweken op basis van het aangetroffen bodemprofiel. De bodemonsters werden in afgesloten zakken vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In totaal werden 50 bodemonsters verzameld en geanalyseerd.

Tabel 1. XY-coördinaten, landgebruik (type: GS = grasland, AK = akker) en code van de 14 boorlocaties in het Galgenslat. Voor ligging van de locaties zie Figuur 6.

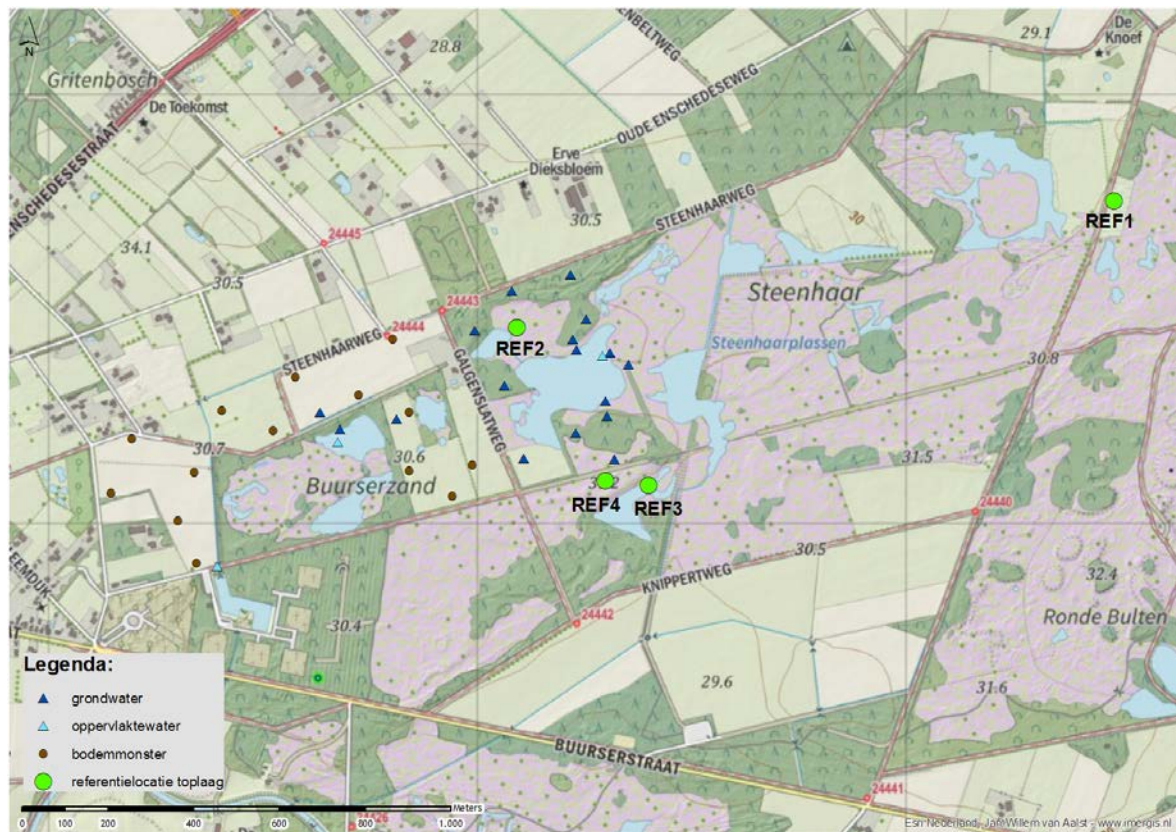
Locatie	Code boorpunt	Landgebruik	X	Y
B1	Bo2	AK	249202	464192
B2	Bo3	AK	249144	464070
B3	Bo76	AK	249334	464119
B4	Tpb8	AK	249298	464004
B5	Bo6	AK	249343	463908
B6	Bo12	GS	249401	464264
B7	Bo16	GS	249524	464217
B8	Tpb2	AK	249571	464341
B9	Bo21	AK	249720	464299
B10	Bo22	AK	249799	464427
B11	Bo118	GS	249842	464256
B12	Bo109	GS	249838	464123
B13	Bo125	GS	249940	464063
B14	Bo133	GS	249990	464137

3.2 Veldwerkzaamheden referentiemetingen Buurserzand

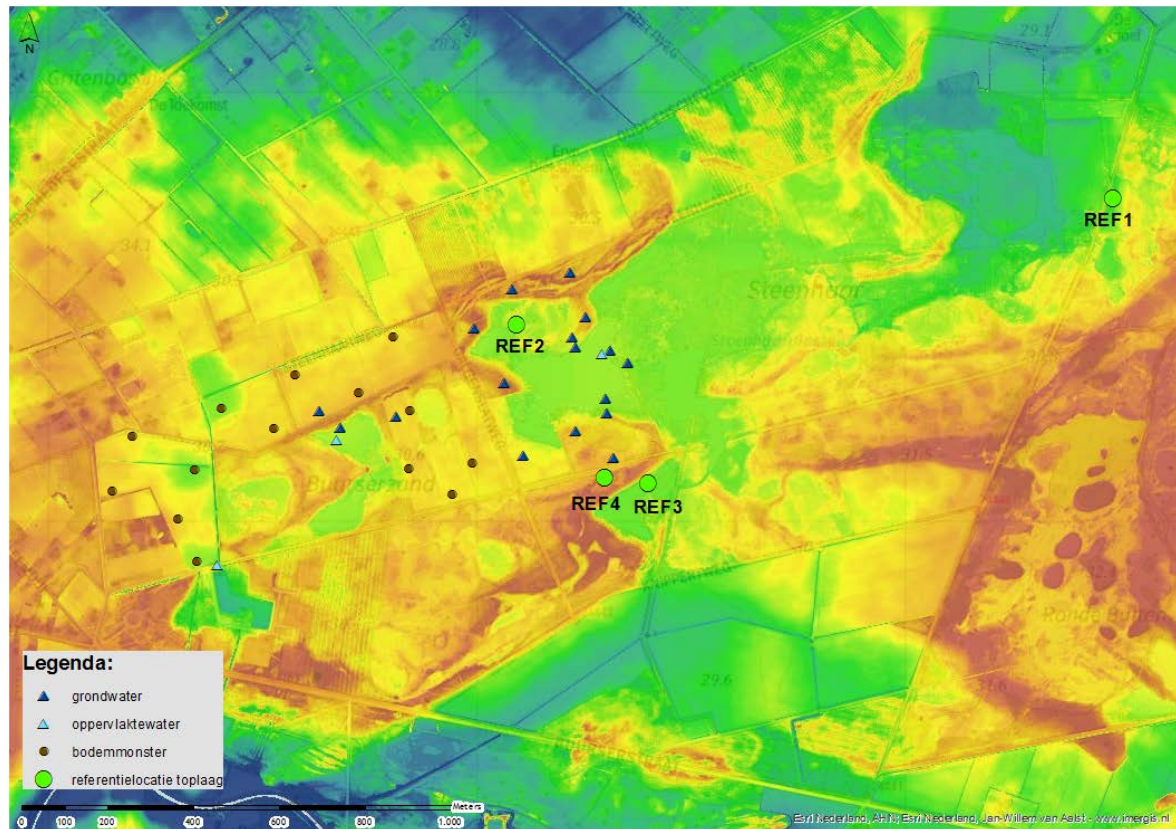
Op 4 april 2017 werden door Onderzoekcentrum B-WARE op vier locaties referentiemonsters van de toplaag van de bodem verzameld in het natuurgebied Buurserzand (Tabel 2, Figuur 7 & Figuur 8). REF1 werd verzameld in een schraalgrasland (Meujenboersven), REF2 in een natte heide, REF3 op de oever van een zuur ven en REF4 in een droge heide (Tabel 2).

Tabel 2. Overzicht referentielocaties (REF1 t/m REF4) in het Buurserzand. Voor ligging van de locaties zie Figuur 6 en Figuur 7.

Locatie	X	Y	Type	Dominante soorten	Diepte	Bodemtype
REF1	251484	464752	blauwgrasland (natter)	Veldrus	0-15	zwart zand
REF2	250091	464458	vergraste natte heide	Gewone dophei, veenmossen	0-15	zand, toplaag humeus
REF3	250398	464090	oever zuur ven	Waterveenmos, Pijpenstrootje, Veenpluis	0-15	zand, toplaagje sterk humeus/venig zand
REF4	250297	464101	droge heide	Struikhei	0-15	zand, podzol



Figuur 7. Topografische kaart met de ligging van de referentielocaties (REF1 t/m REF4) in het Buurserzand.



Figuur 8. Hoogtekaart met de ligging van de referentielocaties (REF1 t/m REF4) in het Buurserzand.



Figuur 9. Links: foto van de bemonsterde oever van het zure ven (REF3) in het Buurserzand en rechts: foto van de droge heide (REF4) in het Buurserzand (beide situatie begin april 2017). Voor ligging van de referentielocaties zie Figuur 7 en Figuur 8. Foto's: Hilde Tomassen.

3.3 Veldwerkzaamheden hydrochemisch onderzoek

Op 30 maart 2017 werden door Jan-Willem van 't Hullenaar op 20 locaties watermonsters verzameld (17x freatisch grondwater en 3x oppervlaktewater) (Tabel 3). Deze monsters werden gekoeld bewaard en op 31 maart 2017 geanalyseerd bij Onderzoekcentrum B-WARE.

Tabel 3. Overzicht van de door Bureau Bell Hullenaar op 30 maart 2017 verzamelde watermonsters.

Code	Locatie	Soort	X	Y
Bu1	B106	grondwater	250309	464398
Bu2	L5	Oppervlaktewater Steenhaarplas	250290	464392
Bu3	B67	grondwater	250352	464370
Bu4	tpb7	grondwater	250318	464150
Bu5	B103	grondwater	250301	464252
Bu6	B104	grondwater	250298	464286
Bu7	tpb15	grondwater	250228	464212
Bu8	tpb14	grondwater	250107	464153
Bu9	tpb11	grondwater	250061	464323
Bu10	tpb12	grondwater	249993	464450
Bu11	tpb13	grondwater	250080	464543
Bu12	B107	grondwater	250221	464429
Bu13	B108	grondwater	250230	464406
Bu14	tpb6	grondwater	250253	464477
Bu15	tpb5	grondwater	250217	464581
Bu16	tpb3	grondwater	249631	464259
Bu17	B124	grondwater	249679	464220
Bu18	L9	oppervlaktewater	249673	464190
Bu19	tpb10	grondwater	249810	464244
Bu20	P123	oppervlaktewater	249393	463900

3.4 Chemische analyse

Per bodemmonster werden vervolgens de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid;
- Olsen-P (plantenbeschikbare P fractie);
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium;

Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Het vochtpercentage van het verse bodemmateriaal werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 48 uur bij 60 °C. Omdat de bakjes precies tot aan de rand werden afgevuld (volume = 40 ml) konden later ook de concentraties worden omgerekend naar mol per liter bodemvolume. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

Olsen-extractie

Plantenbeschikbaar fosfaat werd met behulp van een Olsen-extractie (Olsen e.a., 1954) bepaald. Het principe van deze extractiemethode is dat natriumbicarbonaat (NaHCO_3) zorgt voor een daling van de concentratie opgeloste calciumionen via de vorming van onoplosbaar calciumcarbonaat (CaCO_3). Hierdoor stijgt de concentratie opgelost fosfaat. Natriumbicarbonaat brengt ook de labiele, voor planten snel beschikbare, proportie van de organische fractie in oplossing. Voor de Olsen-extractie werd aan 3 gram droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l^{-1} natriumbicarbonaat (NaHCO_3) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bij 4 °C bewaard tot verdere analyse. De Olsen-P concentraties werden berekend in μmol per liter bodem.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen gedroogde bodem afgewogen in teflon destructievaatjes. Aan het bodemmateriaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2 , 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruëerd in gesloten teflon vaatjes en na afkoelen werden het destruaat nauwkeurig overgebracht en aangevuld tot 100 ml met milli Q water. De monsters werden in polyethyleenpotjes bij 4 °C bewaard voor verdere analyse. Concentraties van elementen werden berekend in μmol per liter bodem.

Zoutextractie (NaCl-extractie)

Bij een natriumchloride(zout)-extractie worden aan het bodemadsorptiecomplex gebonden ionen verdrongen door natrium en chloride. Met deze extractie kan onder andere de pH, ammonium- en nitraatbeschikbaarheid van de bodem bepaald worden. Daarnaast kan op basis van de

.....

aluminium/calcium-ratio een goede inschatting gemaakt worden van de buffercapaciteit van de bodem. Voor een zoutextractie werd aan 17,5 gram verse bodem 50 ml 0,2 mol l⁻¹ natriumchloride (NaCl) toegevoegd. Gedurende 120 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna de pH werd gemeten. Het supernatant werd onder vacuüm verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. De elementenconcentraties werden berekend in µmol per liter bodem.

Analyse grond- en oppervlaktewater

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl₂ elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (CO₂ en HCO₃) werd bepaald met behulp van infrarood gasanalyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De monsters voor de Auto-analysers werden bewaard bij een temperatuur van -20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

Elementenanalyse (ICP en Auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in oppervlaktewater, bodemvocht en bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, ICP-OES iCAP 6000). De concentraties nitraat (NO₃⁻) en ammonium (NH₄⁺) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van respectievelijk salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl⁻) en fosfaat (PO₄³⁻) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium (Na⁺) en kalium (K⁺) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.

4. RESULTATEN BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt de bodemchemie beschreven en in paragraaf 4.3 de waterkwaliteit. In paragraaf 4.4 worden de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Paragraaf 4.5 bevat een overzicht van de referentiemetingen in het Buurserzand. Tenslotte worden in paragraaf 4.6 enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling gegeven.

4.2 Bodemchemie

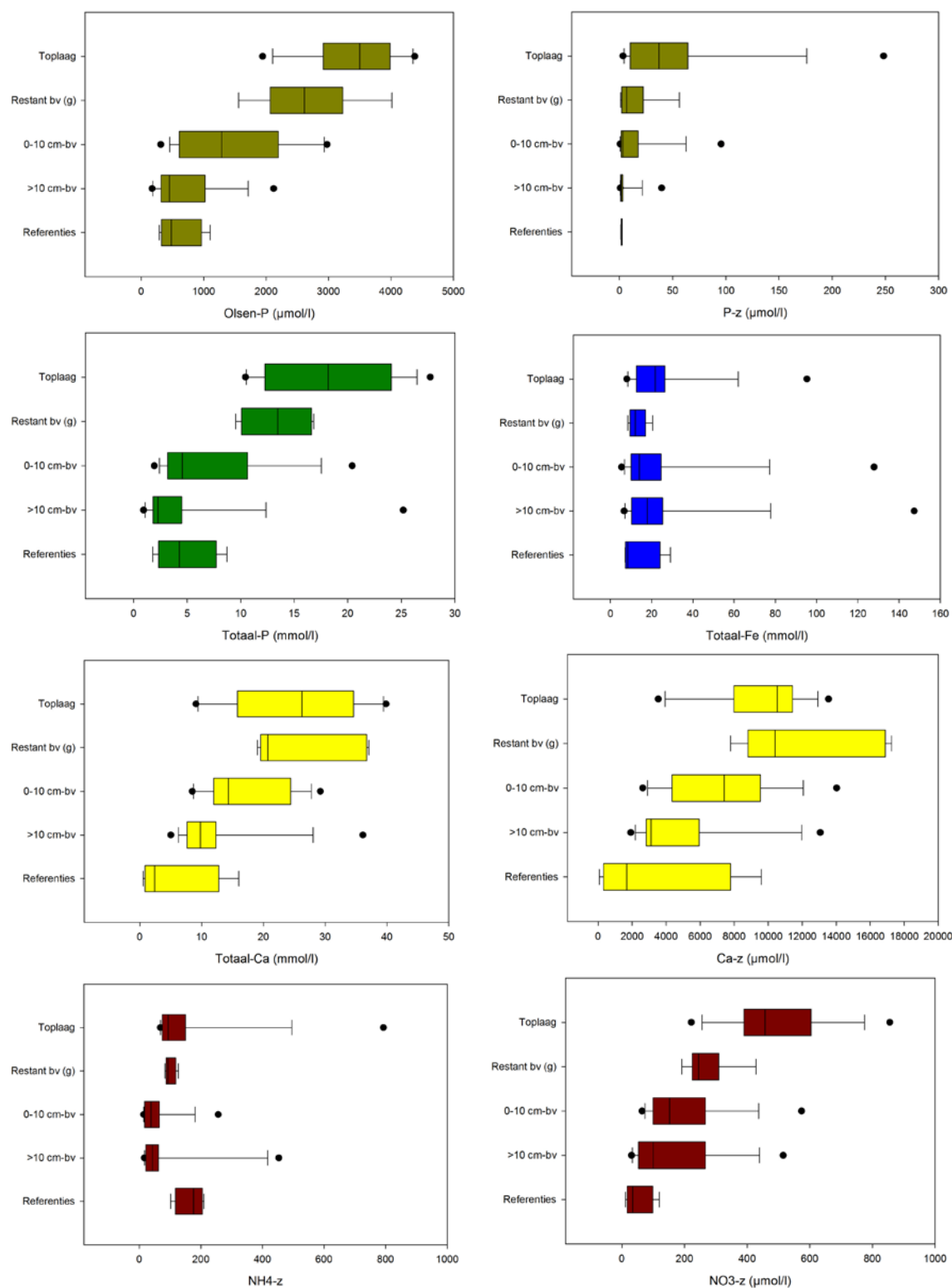
Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties in deze rapportage uitgedrukt per liter verse bodem.

In het agrarisch gebied binnen Galgenslat werd op 14 locaties de bodemchemie van verschillende bodemlagen in beeld gebracht. In Tabel 8 wordt per locatie de bodemchemie gegeven.



Figuur 10. Impressie van het onderzoeksgebied in het Galgenslat. Foto's: Hilde Tomassen.

In Figuur 11 staan boxplots van een aantal belangrijke bodemchemische variabelen op verschillende diepten. De toplaag van de bouwvoor (matig humeus (gemiddeld 5% organische stof) zand; dikte ± 20 -30 cm) is verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (± 3000 -4000 $\mu\text{mol/l}$ Olsen-P) en totaal-P (± 12 -25 mmol/l bodem) (Figuur 11). In het onderste deel van de bouwvoor is de Olsen-P en totaal-P concentratie iets lager dan in de toplaag van de bouwvoor. De onderkant van de bouwvoor is alleen bemonsterd in graslanden en niet in akkers (akkers hebben waarschijnlijk een meer uniforme bouwvoor).



Figuur 11. Boxplots van de Olsen-P, totaal-P, P-NaCl, totaal-Fe, totaal-Ca, Ca-NaCl, NO_3^- -NaCl en NH_4^+ -NaCl concentraties van de geanalyseerde bodems. In de Boxplot is onderscheid gemaakt tussen de verschillende bemonsteringsdiepten: toplaag van de bouwvoor ± 0 -20/30 cm ($n=14$), restant bouwvoor ($n=6$; alleen bemonsterd in graslanden en niet in akkers), 0-10 cm onder de bouwvoor ($n=14$), >10 cm onder de bouwvoor ($n=16$) en de referentielocaties ($n=4$). De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

Direct onder de bouwvoor zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties fors lager dan in de bouwvoor, waarbij lokaal sprake is van inspoeling van fosfaat uit de toplaag. De Olsen-P concentraties blijven relatief hoog als gevolg van de hoge P-beschikbaarheid op de calciumarme tot zwak calciumhoudende zandgronden. Op meer dan 10 cm onder de bouwvoor zijn de P-concentraties lager. De P-concentraties op de referentielocaties variëren fors (Figuur 11) aangezien zowel zure, voedselarme locaties (droge en natte heide, venoever) als een zwak-matig voedselrijk, meer gebufferd blauwgrasland zijn bemonsterd (paragraaf 4.5).

Als gevolg van (relatief recent) landbouwkundig gebruik zijn in de toplaag hoge P-zout concentraties gemeten. Dit is een labiele fractie die snel beschikbaar is voor de groei van grassen of gewassen en relatief snel uit kan spoelen naar diepere bodemlagen, het grondwater en/of het oppervlaktewater (Figuur 12). De labiele P-concentraties nemen af in de diepte en zijn steeds laag voor de referentielocaties.



Figuur 12. FLAB-ontwikkeling in sloten in het Galgenslat als gevolg van de uit- en afspoeling van (labiel gebonden) fosfaat uit bemeste landbouwgronden. Foto's: Hilde Tomassen.

De bodem is ijzerarm tot zwak ijzerhoudend (<30 mmol/l). Alleen op locatie 2 zijn hogere ijzerconcentraties gemeten (± 100 -150 mmol/l). Daarnaast is de toplaag in het onderzoeksgebied overwegend zwak-matig calciumhoudend (overwegend 10-35 mmol/l Ca-totaal en 8.000-12.000 $\mu\text{mol/l}$ zoutuitwisselbaar calcium). Zowel de concentratie totaal-Ca als uitwisselbaar Ca (Ca-z, Ca-NaCl) neemt sterk af in de diepte (Figuur 11). De hogere concentraties in de (zwak-matig humeuze) toplaag kunnen het gevolg zijn van bekalking tijdens het landbouwkundig gebruik om de pH, en daarmee de productie, te optimaliseren. De concentratie totaal-Al is gemiddeld 124 mmol/l bodem en is een maat voor de hoeveelheid lutum in de bodem. Er is overwegend sprake van een zwak lemige zandbodem.

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. De concentraties nitraat en ammonium zijn bepaald in de zoutextracten (Tabel 8). Op de landbouwgronden zijn hoge nitraatconcentraties (± 400 -600 μmol per liter bodem) gemeten in de toplaag. Deze hoge stikstofconcentraties zijn het gevolg van (recente) bemesting. De nitraatconcentraties nemen af in de diepte. De ammoniumconcentraties zijn lager (<100 -200 $\mu\text{mol/l}$) omdat het ammonium wordt genitrificeerd tot nitraat. Alleen onder natte of (zeer) zure omstandigheden kan ophoping van ammonium plaatsvinden (zoals bijvoorbeeld op de zure referentielocaties).

.....

Hoge stikstofconcentraties zijn vaak een minder groot probleem voor de beoogde natuurontwikkeling dan fosfaat. Nitraat is, in tegenstelling tot fosfaat, relatief mobiel en zal als gevolg van uitspoeling en nitrificatie- en denitrificatieprocessen op een natuurlijke manier uit het systeem verdwijnen (zie ook Figuur 3). De uitspoeling van nitraat naar het grondwater kan wel een effect hebben op de ijzerconcentratie van het grondwater. Nitraatrijk grondwater bevat over het algemeen namelijk nauwelijks ijzer doordat opgelost ijzer wordt geoxideerd door nitraat en neerslaat in de bodem. Ijzerrijk grondwater is juist positief voor de ontwikkeling van natte natuurtypen omdat dit fosfaat kan immobiliseren. In paragraaf 4.3 wordt de kwaliteit van het freatische grondwater in het gebied beschreven.

Bodemcorrelaties

In Figuur 13 (linksboven) zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van de geanalyseerde bodems tegen elkaar uitgezet. Als gevolg van verschillen in grondgebruik (bemestingsduur en -intensiteit), bodemtype (zand, humeus zand) en bodemchemie (variatie in ijzer- en/of calciumconcentraties), zijn er grote verschillen in Olsen-P en totaal-P concentraties aanwezig.

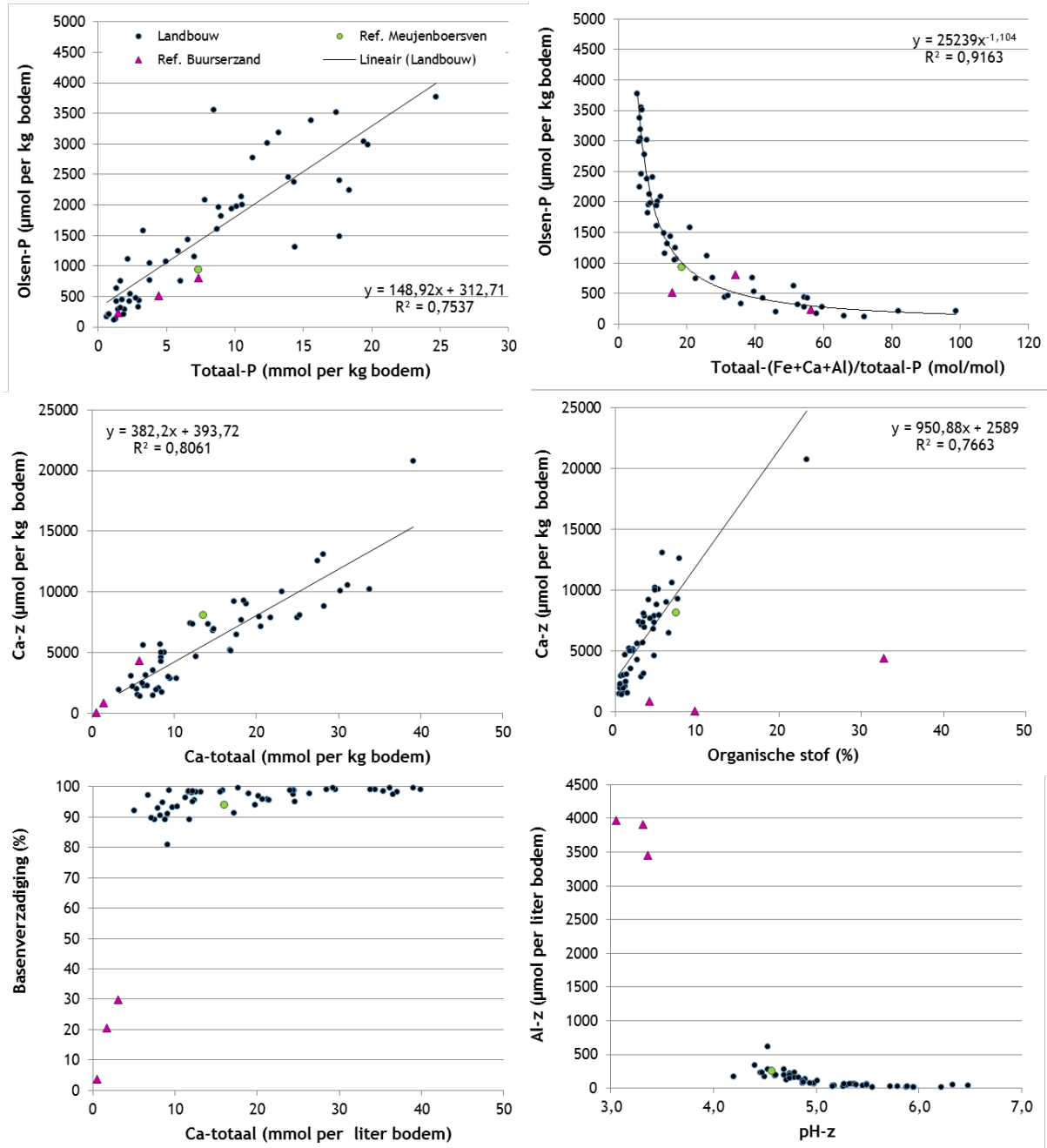
Calcium-, ijzer- en aluminiumconcentraties kunnen de beschikbaarheid van fosfaat beïnvloeden. In Figuur 13 (rechtsboven) is deze correlatie weergegeven. Fosfor wordt in bodems effectief geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ (onder anaerobe condities) en FePO_4 onder aerobe condities. Naast ijzer zorgt ook calcium voor fosfaatbinding in de bodem. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook klei/leem deeltjes (de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor het lutumpercentage) zijn een sterke P-binder. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer, calcium en aluminium ten opzichte van totaal-P, blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag.

Behalve de nutriëntenbeschikbaarheid is de zuurgraad van de bodem in belangrijke mate sturend voor de vegetatieontwikkeling. De buffercapaciteit geeft de mate aan waarin een bodem in staat is te compenseren voor veranderingen in zuurconcentraties. Bij bodem-pH waarden hoger dan pH 6,2 hebben we te maken met (bi)carbonaatbuffering. Wanneer in de bodems geen carbonaat meer aanwezig is, komt de bodem in het kation-uitwisselings-buffertraject terecht. Dit buffertraject bevindt zich globaal tussen een pH van 4,5 en 6,5. Een zoutextract geeft een beeld van de hoeveelheid uitwisselbare kationen.

Uit Figuur 13 (linksmidden) blijkt dat de concentratie totaal-Ca en de uitwisselbare calciumconcentratie (Ca-z) zeer goed correleren in de voormalige landbouwbodems. De totaal-calciumconcentratie is dan ook, net als de concentratie zoutextraheerbaar calcium (Ca-zout), een indicatieve parameter voor het vaststellen van de mate van buffering van een bodem. Deze parameters zijn in grote mate bepalend voor de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen (zie paragraaf 4.4). De concentratie Ca-z correleert ook sterk met de concentratie organisch stof in de bodem (Figuur 13, rechtsmidden). Organisch materiaal vormt een belangrijk deel van het bodemadsorptiecomplex in de bodem, zodat bij een toename van de concentratie organisch stof ook meer kationen als calcium gebonden kunnen worden. Indien het bodemadsorptiecomplex volledig is opgeladen met basische kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} en K^+) is de basenverzadiging 100%. In de landbouwbodems is de indicatieve basenverzadiging gemiddeld 96% (Tabel 8), dus het bodemadsorptiecomplex is vrijwel geheel opgeladen met basische kationen. Voor de mate van buffering is de concentratie zoutuitwisselbaar calcium echter het meest indicatief.

Bodems met een totaal-Ca concentratie van meer dan 15-20 mmol/l bodem hebben meestal een hoge basenverzadiging (> 90%; Figuur 13, linksonder). In niet tot zwak gebufferde bodems kan de bodem in de aluminiumbufferrange (pH < 4,5) komen. De basische kationen worden dan vervangen

door zuurionen of aluminium (H^+ en Al^{3+}) en de concentratie zuurionen in het bodemvocht neemt dan toe en de pH zal dalen. Naarmate de pH lager wordt neemt de aluminiumconcentratie in het zoutextract toe (Figuur 13, rechtsonder). Dit komt omdat aluminiumhydroxiden in oplossing gaan bij een lage bodem pH. Dit is vooral het geval op de zure referentielocaties in het Buurserzand.



Figuur 13. Correlaties tussen enkele relevante bodemchemische variabelen in Galgenslat en de referentielocaties in het Buurserzand en het Meujenboersven.

4.3 Waterkwaliteit

Op zeventien locaties in het gebied werd de kwaliteit van het freatisch grondwater bepaald en op drie locaties de kwaliteit van het oppervlaktewater (Figuur 6). De resultaten worden gegeven in Tabel 4.

Tabel 4. Kwaliteit van het grondwater (GW) en oppervlaktewater (OW). Concentraties zijn, uitgezonderd de pH en alkaliniteit, gegeven in $\mu\text{mol/l}$. Alk = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in meq/l .

Nr	Locatie	Type	pH	alk	CO ₂	HCO ₃ ⁻	Al ³⁺	Ca ²⁺	Fe ²⁺	P	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻
OMGEVING STEENHAARPLAS																	
Bu4	tpb7	GW rug	5,4	0,6	921	105	19	54	2	0,2	35	7	1	-	15	199	103
Bu5	B103	GW rug	4,5	0,2	3234	39	162	62	33	0,5	257	15	9	-	42	705	997
Bu7	tpb15	GW rug	4,5	0,2	908	13	86	19	5	0,2	53	278	2	-	31	277	188
Bu9	tpb11	GW rug	4,4	0,1	972	11	252	43	1	0,6	365	339	7	-	59	617	718
Bu10	tpb12	GW rug	4,4	0,1	1033	11	302	33	2	0,4	389	60	2	-	35	790	1062
Bu11	tpb13	GW rug	4,6	0,2	849	13	102	19	1	0,1	181	64	1	-	22	410	343
Bu14	tpb6	GW rug	4,5	0,2	1237	18	144	90	7	0,3	273	2	5	-	22	521	571
Bu15	tpb5	GW rug	4,5	0,1	890	11	126	14	2	0,1	198	29	1	-	13	367	364
gemiddeld			4,6	0,2	1255	28	149	42	7	0,3	219	99	4	-	30	486	543
Bu1	B106	GW laagte	5,4	0,5	3316	376	38	114	47	1,3	19	10	20	-	28	296	180
Bu3	B67	GW laagte	5,8	0,8	2427	708	18	226	31	1,7	23	3	57	-	48	321	226
Bu6	B104	GW laagte	5,8	0,6	1710	408	14	80	57	0,5	12	5	12	-	27	250	177
Bu8	tpb14	GW laagte	5,6	0,5	1718	270	45	225	2	0,7	49	5	0	-	13	118	49
Bu12	B107	GW laagte	4,7	0,2	3088	57	73	96	50	1,4	227	6	32	-	26	550	655
Bu13	B108	GW laagte	5,5	0,4	1208	163	21	30	28	1,2	22	3	27	-	13	256	167
gemiddeld			5,5	0,5	2244	331	35	129	36	1,1	59	5	25	-	26	298	242
Bu2	L5	OW ven	4,9	0,2	100	3	32	51	6	1,0	51	78	9	0,2	31	184	124
OMGEVING NOORDELIJKE VEN GALGENSLAT																	
Bu16	tpb3	GW rug	5,5	0,4	1152	158	61	878	3	0,4	152	2642	2	-	434	426	297
Bu19	tpb10	GW rug	5,9	0,5	692	218	40	200	1	0,7	51	109	1	-	46	114	42
Bu17	B124	GW laagte	4,6	0,2	849	13	92	14	2	0,1	100	87	7	-	63	322	339
Bu18	L9	OW ven	4,8	0,2	83	2	4	10	2	0,9	20	2	5	0,5	41	94	57
LANDBOUWSLOOT																	
Bu20	P123	OW sloot	5,9	0,4	790	243	38	547	10	1,1	275	938	20	0,3	271	447	623

De Steenhaarplas (Bu2)

In de Steenhaarplas was in het verleden een bijzondere vegetatie aanwezig met Waterlobelia en Oeverkruid (Buijs, 2011). Er is een melding bekend van het voorkomen van zowel Oeverkruid als Waterlobelia in 1948 (De Haan & Siebum, 1987). In die tijd is het dus een voedselarm, zwak gebufferd, koolstof gelimiteerd water geweest. In de periode 1950-1983 kon vanuit een aan de westrand gelegen landbouwgebied, via een sloot, voedselrijk water het ven instromen waardoor het oligotrofe-mesotrofe karakter verloren is gegaan en op grote schaal rietontwikkeling plaatsvond (Bellemakers et al., 1993). In 1983 werd het eutrofiërende aangrenzende landbouwgebied bij het natuurgebied betrokken en werd de inlaat van eutroof water beëindigd. Inlaat van landbouwwater en de bufferende werking van in de ondergrond aanwezige klei- en leemlagen zorgden ervoor dat het ven lange tijd niet verzuurde (Bellemakers et al., 1993).

Voor uitvoering van de herstelmaatregelen was het ven echter verzuurd (pH 4,1-4,2 en alkaliniteit 0 $\mu\text{eq/l}$; Bellemakers et al., 1993). De verzuring was waarschijnlijk het gevolg van een afgenomen kwelstroom richting de Steenhaarplas (Kiwa Water Research & EGG, 2007) en de atmosferische depositie (Bellemakers et al., 1993). Daarnaast was de bodem bedekt met een relatief dunne organische sliblaag van 10-20 cm met plaatselijk daaronder een 5-20 cm dikke leem-/kleilaag (Bellemakers et al., 1993). De bijzondere vegetatie is hierdoor verdwenen (Kiwa Water Research

& EGG, 2007). Nadat instroom van landbouwwater is beëindigd en het ven in 1990 is uitgebaggerd, is deze vegetatie korte tijd teruggekeerd (Brouwer et al., 2009). In 1992 werden op de droogvallende noordwest- en westrand, na 44 jaar verdwenen te zijn geweest, weer oeverkruid en waterlobelia gevonden. De aanwezigheid van een uitgebreide gagelrand duidt op de aanwezigheid van oppervlakkig afstromend grondwater in deze zone (Bellemakers et al., 1993). Na uitvoering van de maatregelen werd een pH gemeten van 3,9-4,7 en een alkaliniteit van 0-27 µeq/l (Bellemakers et al., 1993). Omdat er geen aanvullende maatregelen tegen verzuring zijn getroffen, is het ven na verloop van tijd weer verzuurd en is de waterlobelia volledig verdwenen (Brouwer et al., 2009).

Tijdens een veldbezoek op 28 april 2011 werden wel nog enkele tientallen exemplaren Oeverkruid (Figuur 14) aangetroffen op de voormalige groeiplaats uit de jaren negentig. Verder werd vooral een dichte gordel van Wilde gagel (*Myrica gale*) en Riet (*Phragmites australis*) aangetroffen die direct over ging in een gordel met een enkele decimeters dikke laag veenmossen en Knolrus (Buijs, 2011). Er groeit vooral waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) en Geoord veenmos (*S. denticulatum*) (Kiwa Water Research & EGG, 2007).



Figuur 14. Foto's van Oeverkruid onder natte en droge omstandigheden. Foto's: Hilde Tomassen.

Kennelijk treedt er onvoldoende koolstoflimitatie op om de groei van deze soorten te remmen. De waterkwaliteit in de plas (OW C, Tabel 5) werd gemeten op 28 april en op 17 juni en vertoont slechts geringe verschillen. De zuurgraad zit met een pH van 5,0 en 4,8 op de grens van zuur met zwak gebufferd en de buffercapaciteit is in juni 2011 kleiner dan 0,1 milli-equivalent per liter (0,062 meq/l). In april 2011 werd 2 µmol/l HCO_3^- gemeten en 53 µmol/l CO_2 . Ten opzichte van de jaren negentig is de pH wel licht gestegen (Buijs, 2011). Rond het ven treedt nergens kwel uit. Hooguit is zeer lokaal sprake van enige oppervlakkige aanvoer van grondwater. Een aanwijzing hiervoor is de aanwezigheid van Veldrus (*Juncus acutiflorus*) aan de westoever (Buijs, 2011).

Tabel 5. Samenstelling van de waterlaag op 5 verschillende locaties op 28 april 2011 en in de Steenhaarplas op 17 juni 2011. Concentraties in micromol per liter. Alk = Alkaliniteit (buffercapaciteit) in meq/liter (Buijs, 2011).

Code	Omschrijving	Datum	pH	CO ₂	HCO ₃	Alk.	Ca	K	P	S	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Cl
OW A	Ringsloot	28-4-2011	4,82	377	10		42	37	0,34	33	3	16	0,20	173
OW B	Laagte NO, thv SHP	28-4-2011	4,47	686	8		45	59	0,19	28	1	10	0,14	261
OW C	Steenhaarplas	28-4-2011	5,03	53	2		47	33	0,43	46	13	20	0,22	158
		20-6-2011	4,80			0,062	46	37	0,42	70	9	6	0,11	207
OW D	Afvoer laagte NW	28-4-2011	4,28	133	1		18	34	0,21	17	1	3	0,16	176
OW E	Voorm. Landbouwperceel	28-4-2011	5,53	203	28		62	46	0,04	30	1	4	0,06	183

Voor verdere ontwikkeling richting hoogveenven is een stabiel peil vereist onder invloed van zuur, CO₂ rijk water. Voor verder herstel van een oeverkruidven zal zowel de mate van buffering als de hydrologie moeten worden geoptimaliseerd (Buijs, 2011). Zwakgebufferde vennen kunnen in optimale kwaliteit voorkomen in het pH bereik tussen 4,5-7,5. Belangrijkste knelpunt voor isoëtiden is de hoge waterstand, waardoor ze knel komen te zitten tussen Riet en Gagel aan de bovenkant, en veenmossen aan de onderkant. Indien het peil in de zomer weer verder kan uitzakken, kan het bovenste deel van de veenmosgordel afsterven en ontstaan hier weer mogelijkheden voor isoëtiden (Buijs, 2011). Omdat veenmossen verzurend werken is het eigenlijk ook gewenst om de veenmossen zoveel mogelijk uit de plas te verwijderen. Door droogval breekt ook organisch materiaal af. Accumulatie van organisch materiaal zorgt voor een hoge beschikbaarheid van koolstof en nutriënten in de bodem. Hierdoor neemt de spruit wortel ratio van de planten toe waardoor ze uiteindelijk gemakkelijk kunnen ontwortelen uit de bodem en ze uiteindelijk kunnen worden weggeconcentreerd door veenmossen of knolrus. Veel dynamiek met voldoende lange droogval in de zomermaanden is dan ook cruciaal om, zeker onder wat koolstof- en nutriëntrijkere omstandigheden, oeverkruidvegetaties mogelijk te maken.

Ook bekalking van de intrekgebieden is mogelijk een oplossing voor dit knelpunt (Kiwa Water Research & EGG, 2007).

Het oppervlaktewater in de Steenhaarsplas (Bu2) heeft een pH van 4,9, een alkaliniteit van 0,2 meq/l en bevat 100 µmol/l CO₂, 3 µmol/l HCO₃⁻ en 51 µmol/l calcium. De mate van buffering lijkt, op basis van deze eenmalige meting, zeer beperkt gestegen ten opzichte van 2011 maar is nog steeds te typeren als water van een zuur ven. Er zit relatief veel kooldioxide en nauwelijks bicarbonaat in het oppervlaktewater waardoor knolrus en veenmossen kunnen groeien. Het oppervlaktewater in de Steenhaarplas is verder relatief arm aan P (1,0 µmol/l P en 0,2 µmol/l PO₄³⁻), nitraathoudend (78 µmol/l) en arm aan ammonium (9 µmol/l) en sulfaat (51 µmol/l).

Het grondwater in de ruggen rondom de Steenhaarplas heeft een gemiddelde pH van 4,6, een alkaliniteit van 0,1-0,2 meq/l en bevat 1255 µmol/l CO₂, (slechts) 28 µmol/l HCO₃⁻ en 42 µmol/l calcium. Wat verder opvalt zijn de hoge aluminiumconcentraties (100-300 µmol/l), wat duidt op zuur grondwater. Het grondwater is ijzerarm (<10 µmol/l). Daarnaast is het grondwater op deze locaties over het algemeen fosforarm (<1 µmol/l) en sulfaatarm tot zwak sulfaathoudend (< 300-400 µmol/l). Lokaal is het grondwater verrijkt (Bu10 en Bu11: 60-64 µmol/l) met en rijk (Bu 7 en Bu9: 278-339 µmol) aan nitraat. Mogelijke bronnen zijn stikstofinval door bossen en uitspoeling uit (voormalige) landbouwgronden. De ammoniumconcentratie is laag (<10 µmol/l).

Het grondwater in de lagere delen rondom de Steenhaarplas (o.a. Bu8 bij tpb14) heeft een gemiddelde pH van 5,5, een gemiddelde alkaliniteit van 0,5 meq/l en bevat 2244 µmol/l CO₂, 331 µmol/l HCO₃⁻ en 129 µmol/l calcium. Het grondwater is zwak ijzerhoudend (30-50 µmol/l). Daarnaast is het grondwater op deze lager gelegen locaties relatief fosforarm (0,5-1,5 µmol/l), sulfaatarm (<250 µmol/l) en arm aan nitraat (<10 µmol/l) en ammonium (±25 µmol/l).

Het zure en koolstofdioxidierijke freatische grondwater is in principe niet erg ideaal als voedend water voor het ven. Kooldioxide zal uitgassen naar de atmosfeer maar kan ook worden opgenomen door veenmossen en ondergedoken knolrus die beiden veel koolstofdioxide uit het water opnemen voor de groei. Een soort als Oeverkruid kan niet profiteren van de verhoogde aanvoer van koolstofdioxide omdat deze soort in de ondergedoken fase vooral koolstofdioxide uit de onderwaterbodem opneemt.

.....

Voeding met gebufferd grondwater zou beter zijn, maar dat zou dan waarschijnlijk van grotere diepte moeten worden opgepompt (kunstmatige maatregel). Als alternatief kan gedacht worden aan catchment liming waarbij het inzijsgebied van het zure grondwater wordt bekalkt waardoor de buffering van het grondwater toeneemt. Voor veenmossen is bekend dat ze nauwelijks groeien bij een bicarbonaatconcentratie van enkele honderden μmol per liter. Door het kappen van bos kan de invang van verzurende depositie worden verminderd waardoor het freatische grondwater mogelijk ook minder zuur wordt. Hoe groot dit effect is echter onduidelijk.

Informatie over de onderwaterbodem van de Steenhaarplas kan bijdragen aan een verbeterd inzicht. Deze mag niet te voedselrijk zijn en ook weer niet te rijk aan kooldioxide omdat dit de spruit/wortel ratio van de isoëtiden ongunstig beïnvloedt. Hierdoor kan ontworteling van de planten optreden. Wanneer er een te rijke (ook te hoog organisch stofgehalte) bodem in de oeverzone ligt dan kan het nodig zijn om deze te verwijderen. Met name veenmossen kunnen in korte tijd relatief veel dood organisch materiaal vormen. Het is op voorhand niet erg waarschijnlijk dat het dunne leemlaagje de ontwikkeling van isoëtiden positief dan wel negatief beïnvloedt.

Voldoende dynamiek is cruciaal om op de langere termijn de groei van isoëtiden mogelijk te maken. Als amfibische planten kunnen zij zeer goed langdurige periodes van droogval overleven (Figuur 14). Concurrerende waterplanten (bijvoorbeeld waterveenmos) kunnen dit niet of veel minder goed en zijn in een dergelijk milieu sterk in het nadeel. Bovendien wordt door droogval organisch materiaal afgebroken, wordt ammonium omgezet naar nitraat, fosfaat gebonden aan ijzer en kan kooldioxide versneld uitgassen naar de atmosfeer, waardoor de beschikbaarheid van stikstof, fosfor en koolstof in het systeem laag blijft.

Verder is ook de aanwezigheid van Oeverkruid van belang. Oeverkruid pompt zuurstof in de bodem waardoor deze zuurstofrijker wordt en de beschikbaarheid van de stikstof en fosfor afneemt. Het introduceren van Oeverkruid is dan ook een maatregel die kan bijdragen aan het herstel (het is namelijk de vraag of er nog een zaadbank aanwezig is; mogelijk zijn de aanwezige zaden na de eerste herstelfase gekiemd). Voor *Sphagnum* geldt dat deze het systeem verder verzuurd. Verwijdering van veenmos uit het ven kan dan ook bijdrage aan het herstel van de buffering van het ven.

Noordelijke ven Galgenslat (Bu18)

Het oppervlaktewater in het noordelijke ven in het Galgenslat (Bu18) heeft een pH van 4,8, een alkaliniteit van 0,2 meq/l en bevat 83 $\mu\text{mol/l}$ CO_2 , 2 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- en 51 $\mu\text{mol/l}$ calcium. Het is hiermee te typeren als een relatief zuur ven. Ook dit water bevat nauwelijks bicarbonaat, maar wel kooldioxide waardoor knolrus en veenmossen kunnen groeien. Het oppervlaktewater is verder relatief arm aan P (0,9 $\mu\text{mol/l}$ P en 0,5 $\mu\text{mol/l}$ PO_4^{3-}), nitraat (2 $\mu\text{mol/l}$), ammonium (5 $\mu\text{mol/l}$) en sulfaat (20 $\mu\text{mol/l}$).

Het toestromende grondwater uit de ruggen (Bu16 en Bu19) heeft een pH van 5,5-5,9 en is zwak gebufferd met een alkaliniteit van 0,4-0,5 meq/l, 158-218 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- en 200-878 $\mu\text{mol/l}$ calcium. Wat vooral opvalt zijn de hoge nitraatconcentraties (109-2642 $\mu\text{mol/l}$). Dit kan het gevolg zijn van stikstofinvang door het bos of de uitspoeling van nitraat uit de aangrenzende akker. Op locaite B8 en B9 bevat de toplaag van de bodem 650-850 $\mu\text{mol/l}$ nitraat. Het freatische grondwater in het lager deel (Bu17) is minder gebufferd (pH 4,8, alkaliniteit 0,2 meq/l, 13 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- , 849 $\mu\text{mol/l}$ CO_2 en 14 $\mu\text{mol/l}$ Ca) en lijkt meer op het oppervlaktewater.

Herstel is in principe mogelijk. Het toestromende grondwater vanuit de ruggen is meer gebufferd maar ook rijk aan nitraat. Omvorming van bos en/of de akker kan de nitraatuitspoeling

.....
verminderen. Ook voor dit ven zal voldoende dynamiek van belang zijn om de groei van veenmossen te remmen en de isoëtiden van een competitief voordeel te voorzien.

De antropogene beïnvloeding van het grondwater zien we terug in het relatief zure grondwater in de ruggen rondom met name de Steenhaarplas, als gevolg van verzurende depositie / stikstofinvang door bossen. Daarnaast zijn lokaal hoge nitraatconcentraties in het grondwater gemeten. Mogelijke bronnen zijn stikstofinvang door bossen en uitspoeling uit (voormalige) landbouwgronden.

Wanneer de voedselrijke toplaag in de aangrenzende landbouwpercelen wordt afgegraven kan dit leiden tot een afname van de nitraatbelasting van het grondwater. Ook neemt het risico op P-uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater af. Ook kan door de verminderde zuurlast de buffering van het water toenemen, mits de buffering van de bodem nog voldoende is. Voor de landbouwbodems geldt dat wanneer de bouwvoor wordt verwijderd ook de buffercapaciteit van de bodem fors afneemt. Dit is een dilemma, dat vaak voorkomt.

4.4 Kansen voor de natuurontwikkeling

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van een aantal agrarische percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 2).

Natuurbeheertypen

Welke natte natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. In Tabel 6 staan voor een groot aantal natte natuurbeheertypen de abiotische randvoorwaarden aangegeven. Voorwaarde bij de ontwikkeling van soortenrijke voedselarme systemen blijft de lage fosfaatbeschikbaarheid voor planten. De metingen van de Olsen-P (en totaal-P) concentraties zijn dan ook in belangrijke mate leidend in de natuurontwikkelingskansen. In de praktijk is het mogelijk dat de Olsen-P concentratie op zeer ijzerrijke locaties na ontgroning lager uitvalt omdat extra fosfaat immobilisatie plaatsvindt door de ijzerhydroxides in de bodemlaag die het nieuwe maaiveld vormen. Dit is echter niet te kwantificeren.

Tabel 6. Gemiddelde hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand, pH-H₂O en fosfaatconcentraties in de bodem van enkele natte (grondwaterafhankelijke) natuurbeheertypen (optimumranges). Droge natuurbeheertypen, zoals droge heide en droog heischraal grasland, zijn niet afhankelijk van grondwaterinvloed. Bronnen: Ertsen e.a. (2005); Onderzoekcentrum B-WARE, niet gepubliceerde data; De Becker (2004). Onder zeer ijzerrijke omstandigheden kunnen bij een optimale ontwikkeling ook hogere fosforconcentraties voorkomen (aangegeven tussen haakjes).

Natuurbeheertype	Specificatie	GHG (cm)	GLG (cm)	pH-H ₂ O	Olsen-P (μmol/l FW)	totaal-P (mmol/l FW)
Hoogveen		10 + mv	5 -mv	3.5-5	100-300	0.5-2.5
Vochtige heide		10+ tot 20- mv	20- tot 50- mv	3.5-5	100-500	0.5-2.5
Schraalgrasland	Nat heischraal grasland	0 tot 40- mv	40- tot 120 - mv	4.5-6	150-400	1-3
	Kleine zeggenmoeras (Verbond van Zwarte zegge)	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	4.5-6.5	100-500	1-6
	Blauwgrasland	0 tot 25- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	200-500	2-10 (tot 20)
Vochtig hooiland	Dotterbloemhooiland / Veldrusschraalland	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
		20+ tot 0 mv	10+ tot 50- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
Moeras	Grote zeggenmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 40- mv	>5	-	-
	Rietmoeras	10+ tot 0 mv	40- tot 80- mv	<5	200-600	1-5
Hoog- en laagveenbos	Berkenbroekbos	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	300-800 (tot 1200)	5-20 (tot 50)
	Elzenbroekbos					

Verschralingsduur

Uit het bodemchemisch onderzoek blijkt dat de bodem in het onderzoeksgebied als gevolg van het landbouwkundig gebruik verrijkt is met fosfaat. Om soortenrijke natuurtypen tot ontwikkeling te kunnen laten komen, is een verschralingsbeheer noodzakelijk om de fosfaatbeschikbaarheid te reduceren. Verschraling kan plaatsvinden door maaien en afvoeren, uitmijnen of het verwijderen van de fosfaatrijke toplaag. Om te kunnen bepalen of verschraling via maaien en afvoeren of uitmijnen binnen een redelijke termijn te realiseren is, kan op basis van de Olsen-P en totaal-P concentratie een indicatieve verschralingsduur berekend worden. Het is mogelijk dat de berekende verschralingsduur overschat wordt indien er extra fosfaatimmobilisatie plaatsvindt (zie vorige paragraaf).

De verschralingsduur voor maaien en afvoeren is berekend op basis het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaard waarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500 μmol Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ((0,5/10) x 100). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ((0,5/5) x 100). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschralingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschralingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschraling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschralingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschralingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld

.....
op 3 mmol/l. Voor uitmijnen kan de verschrallingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar (Figuur 5). Deze afvoer kan gehaald worden met uitmijnen met grasklaver in combinatie met kalibemesting of een productieve graszode in combinatie met stikstof- en kalimesting, maar de daadwerkelijke onttrekking is afhankelijk van de omstandigheden (o.a. hydrologie).

In het onderzoeksgebied wordt gedacht aan de ontwikkeling van de volgende natuurbeheertypen: nat schraalland (N10.01), vochtige heide (N 6.04), droge heide (N07.01), droog schraalland (N11.01) en eventueel kruiden- en faunarijck grasland (N12.02) op minder kansrijke locaties. In dit onderzoek uitgegaan van een Olsen-P streefconcentratie van 300-500 μmol per liter bodem. Het natuurbeheertype kruiden- en faunarijck grasland (N12.02) kan tot ontwikkeling komen bij een Olsen-P streefconcentratie van 900-1200 μmol per liter bodem. In tabel 7 wordt de berekende verschrallingsduur via maaien en afvoeren voor iedere locatie en diepte gegeven. Deze verschrallingsduur is berekend voor een Olsen-P streefconcentratie van zowel 300 als 500 $\mu\text{mol/l}$. De verschrallingsduur via maaien en afvoeren is 4 keer zo lang als de duur via uitmijnen. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

Bodembuffering

Naast de P-beschikbaarheid en hydrologische omstandigheden bepaalt de mate van bodembuffering in sterke mate welke natuurbeheertypen tot ontwikkeling kunnen komen (Tabel 7). Om inzicht te krijgen in de bodembuffercapaciteit is van alle bodems de totale calciumconcentratie bepaald en de concentratie zoutuitwisselbaar calcium.

Tabel 7. Overzicht van de verschillende bufferranges (11 categorieën) en fosfaatconcentraties (tussen haakjes de uitloop als een suboptimale concentratie) waarbij diverse natuurbeheertypen voorkomen (INDICATIEF). Voor dotterbloemhooilanden en elzenbroekbossen zijn hoge ijzerconcentraties vereist. Van blauwgrasland tot elzenbroekbos kunnen de totaal-P concentraties relatief hoog zijn als gevolg van ijzer- en/of calciumrijke omstandigheden. De fosfaatbeschikbaarheid voor planten (Olsen-P) is echter relatief beperkt. Het bekalkingsadvies is weergegeven in kg dolokal per hectare en dient ter voorkoming van verzuring en ter bevordering van de soortenrijkdom. Tevens wordt hiermee ammoniumophoping/-toxiciteit voorkomen (nitrificatie wordt geremd onder zure omstandigheden). Naast de mate van buffering zijn de hydrologische omstandigheden essentieel voor de ontwikkeling van de natuurbeheertypen (niet in deze tabel). Het herstellen van de grondwaterinvloed kan bijdragen aan het opladen van het kationuitwisselingscomplex en daarmee het herstel van de buffercapaciteit. Het betreft een indicatieve tabel op basis van expert judgement en referentiemetingen. Bron: van Mullekom & Smolders (2012).

						N07.01	N11.01				N14.02		
											N14.01		
						Codes natuurbeheertypen	N06.04	N06.04	N10.01	N10.01	N10.02	N10.02	
						Olsen-P (µmol/l)	< 500 (800)	< 300 (600)	< 500 (700)	< 500 (700)	< 600 (900)	< 800 (1000)	
						Totaal-P (mmol/l)	< 2,5 (6)	< 3 (7)	< 6 (10)	< 10 (20)	< 15 (35)	< 20 (50)	
Categorie	Ca-NaCl (µmol/l)		Totaal calcium (mmol/l)		Basenverzadiging	Droge heide Natte heide	Droog heischraal grasland Vochtig heischraal grasland	Kleine zeggen vegetatie	Blauwgrasland	Veldruschraal	Dotterbloemhooiland & Elzenbroekbossen	Bekalkingsadvies (kg/ha) voor tegengaan verzuring, ammoniumophoping en/of vergroten soortenrijkdom	Risico ammoniumtoxiciteit zonder bekalking
1	<500	en/of	<10	en/of	<30%							2500	+
2	500-1000	en/of	10-15	en/of	30-70%							2000	+
3	1000-2000	en	15-20	en	>70%							2000	+
4	>2000	en	15-20	en	>70%							2000	+/-
5	2000-4000	en	20-30	en	>70%							1000	+/-
6	>4000	en	20-30	en	>70%							0	-
7	8000-14000	en	30-60	en	>90%							0	-
8	>14000	en	30-60	en	>90%							0	-
9	>14000	en	60-100	en	>90%							0	-
10	20000-30000	en/of	>100	en	>90%							0	-
11	>30000	en/of	>100	en	>90%							0	-
						soortenarm		normaal		soortenrijk			

Kansen voor natuurontwikkeling per locatie

In deze paragraaf worden op basis van bodemtype en bodemchemie de kansen voor natuurontwikkeling per locatie besproken. Zie Tabel 9 en paragraaf 4.6 voor de bekalkingsadviezen per locatie.

De grondwaterkwaliteit en (variatie in) grondwaterstanden zijn natuurlijk ook van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen, maar deze aspecten maken beperkt onderdeel uit van dit onderzoek en worden uitgebreid door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar beschreven, waarbij gebruik wordt gemaakt van de bevindingen in dit onderzoek. Het eventueel afgraven van de P-rijke bodem dient namelijk te worden getoetst op de inpassing in het hydrologische systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek. De resultaten van dit bodem- en hydrochemisch onderzoek vormen wel een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

Tabel 8. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) in Galgenslat. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P; -t = totale concentratie, -z = zoutuitwisselbare concentraties, BV = indicatieve basenverzadiging, M3 = berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 300 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l), M5 tot een streefconcentratie van 500 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De Olsen-P en zoutuitwisselbare concentraties zijn weergegeven in µmol/l verse bodem, de overige concentraties in mmol/l verse bodem. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Nr	org. stof	Alt	Ca-t	Ca-z	Fe-t	Maaien en afvoeren (M)	
	%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	jaren	
grasland	<5	<150	<10	<4000	<20	0	voldoende P-arm
akker	6-10	151-250	11-20	4001-8000	21-50	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
	11-25	251-400	21-30	8001-15000	50-100	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
	26-50	401-750	31-50	15001-25000	101-150	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
	>50	>750	51-80	25001-40000	151-300	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
			>80	>40000	>300	201-400	ongeschikt voor verschralling I
						>400	ongeschikt voor verschralling II

Bodem- en hydrochemisch onderzoek Galgenslat
RP-16.145.17.48

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	OLS-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	Al/Ca	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M5
1	0-25	zand, bv	3,6	15	1,4	3085	25,2	0,12	95	34	29	6,1	11,1	8,2	40	10805	0,00	1373	1904	5,5	99	45	520	86	178	165
	30-40	zand	0,7	12	1,5	665	4,6	0,14	102	16	25	5,4	13,2	1,3	37	4452	0,01	1053	830	6,5	99	4	83	14	7	4
	40-50	zand	0,7	10	1,5	189	2,0	0,10	90	12	27	4,9	13,5	1,2	46	3100	0,01	815	616	6,3	98	1	48	18	0	0
2	0-30	zand, bv	4,8	17	1,4	3269	24,0	0,14	117	30	95	7,4	14,2	8,4	31	10707	0,00	2613	3040	5,3	99	14	562	119	201	190
	30-50	zand	3,2	15	1,4	1867	20,4	0,09	133	29	128	6,7	18,1	4,3	19	10103	0,00	2280	3355	5,9	100	3	220	17	107	93
	50-70	zand	3,5	18	1,4	2122	25,2	0,08	153	36	147	7,3	20,6	6,8	16	11517	0,00	1400	3530	5,6	100	2	199	16	135	120
	95-105	zand	0,6	15	1,6	531	4,7	0,11	111	12	48	6,6	15,0	2,5	15	2315	0,01	836	396	5,9	89	1	31	453	6	1
3	0-30	zand, bv	6,9	21	1,3	3043	18,4	0,17	91	40	22	5,5	11,0	13,8	53	13552	0,00	1727	4417	5,3	99	12	403	100	149	144
	30-50	zand	5,4	22	1,2	2348	10,6	0,22	54	24	15	3,8	9,4	14,6	59	9525	0,01	942	3494	5,3	97	16	300	40	50	50
	50-60	veen, zandig	23,3	45	0,6	471	3,8	0,12	54	25	7	2,2	7,2	19,0	59	13064	0,00	1048	6272	5,0	95	3	289	402	4	0
	60-75	zand	1,5	18	1,5	258	0,9	0,28	39	8	7	4,1	5,1	3,7	77	2305	0,03	428	1448	5,0	90	1	39	270	0	0
4	0-35	zand, bv	5,1	13	1,3	3801	24,3	0,16	101	35	22	6,2	7,3	10,0	72	11001	0,01	1376	2135	4,9	99	33	459	75	239	231
	35-45	zand	1,7	8	1,5	611	3,3	0,18	104	25	13	5,6	8,7	2,9	63	7568	0,01	819	1916	5,5	99	3	119	18	3	2
	45-55	zand	2,2	12	1,4	405	2,8	0,15	119	24	7	4,4	6,5	5,5	65	7376	0,01	583	1932	5,4	99	1	407	23	1	0
5	0-25	zand, bv	4,3	12	1,3	3678	15,0	0,25	67	24	24	3,5	9,2	6,8	33	10168	0,00	611	1689	5,2	99	41	351	82	98	98
	30-40	zand	1,0	10	1,5	313	2,9	0,11	96	13	24	6,1	13,9	1,0	30	2627	0,01	552	854	5,9	98	2	64	17	0	0
	40-50	zand	0,6	10	1,5	174	1,8	0,10	94	12	23	6,3	14,9	0,9	30	2877	0,01	572	897	5,8	98	3	75	30	0	0
6	0-15	zand, bv	3,2	12	1,2	4382	10,5	0,42	48	12	11	4,1	8,7	4,1	32	3536	0,01	1509	5568	5,2	98	42	290	107	37	37
	15-25	zand, bv	6,5	17	1,2	2965	16,8	0,18	71	21	21	7,7	4,6	10,9	152	7790	0,02	3443	2626	4,8	96	11	241	88	45	44
	25-35	zand	1,2	11	1,4	1548	3,0	0,51	57	9	13	6,2	6,3	2,0	223	3171	0,07	1755	447	4,7	89	5	130	65	2	2
	35-45	zand	1,2	11	1,4	1042	2,3	0,45	67	8	16	5,7	8,6	1,8	229	2802	0,08	1693	442	4,8	89	2	78	43	0	0
7	0-20	zand, bv	4,8	13	1,2	3901	18,0	0,22	84	10	20	3,4	5,5	5,9	182	5278	0,03	341	2293	4,6	93	7	454	147	97	97
	20-40	zand, bv	4,7	18	1,3	2683	14,1	0,19	127	20	16	2,8	4,3	6,5	282	9156	0,03	392	1334	4,7	94	3	236	94	72	72
	40-50	zand	3,4	18	1,4	728	3,2	0,23	108	11	9	4,1	5,3	3,4	158	7689	0,02	590	965	4,8	96	1	152	51	2	2
	50-60	zand	1,1	13	1,5	323	1,1	0,29	73	5	14	4,1	8,2	1,1	159	2939	0,05	570	346	4,8	92	1	76	43	0	0
8	0-25	zand, bv	5,2	8	1,1	4230	27,7	0,15	93	34	29	4,4	10,4	7,1	30	11308	0,00	498	2694	5,2	99	83	660	73	197	191
	35-45	zand	1,0	5	1,4	1031	5,2	0,20	103	13	27	6,0	15,3	1,1	49	4050	0,01	365	1415	5,5	98	10	263	17	8	8
	45-55	zand	0,7	5	1,4	380	2,0	0,19	86	7	26	4,9	12,4	0,5	57	3018	0,02	344	953	5,3	97	4	155	22	0	0
9	0-25	zand, bv	4,9	9	1,2	3452	22,8	0,15	71	39	26	5,1	13,1	6,8	17	11778	0,00	1302	4642	6,0	100	248	855	68	159	152
	40-50	zand	1,2	4	1,4	2977	14,7	0,20	93	18	22	5,5	12,9	2,2	13	6491	0,00	1146	2277	6,2	100	95	275	35	38	38
	50-60	zand	0,6	4	1,4	1484	6,9	0,22	86	9	21	4,5	13,0	0,8	27	3126	0,01	753	1152	5,7	99	40	121	20	14	14
10	0-25	zand, bv	4,9	10	1,2	4324	21,5	0,20	96	28	23	3,5	10,3	7,4	47	12314	0,00	526	3513	5,4	99	58	410	88	148	148
	30-40	zand	2,1	6	1,4	2887	10,8	0,27	99	12	22	4,5	11,4	2,2	65	6950	0,01	561	2276	5,3	99	21	191	15	26	26
	40-50	zand	0,8	5	1,4	434	2,3	0,19	88	8	23	4,9	14,1	1,1	109	1923	0,06	400	658	5,0	93	1	70	17	0	0
11	0-15	zand, bv	4,8	11	1,2	1944	10,6	0,18	88	17	13	1,7	1,8	4,6	279	8898	0,03	523	1619	4,5	91	6	585	793	38	37
	15-25	zand, bv	3,6	13	1,4	1562	9,5	0,16	97	20	11	2,1	1,5	4,1	136	9429	0,01	106	162	4,9	97	1	249	93	22	20
	25-40	zand	2,9	14	1,3	606	3,6	0,17	95	16	5	2,3	2,3	2,8	76	9602	0,01	133	95	4,9	98	1	96	65	5	3
	40-50	zand	1,9	12	1,4	612	2,4	0,25	107	10	15	3,1	7,3	1,7	189	4862	0,04	98	79	4,7	93	1	35	45	0	0
12	0-30	zand, bv	3,5	15	1,4	2536	12,5	0,20	84	9	15	2,3	3,8	4,4	616	4354	0,14	148	266	4,5	81	3	222	69	94	94
	30-45	zand, bv	3,4	18	1,6	2232	10,3	0,22	128	19	10	2,4	3,6	3,2	113	11382	0,01	137	283	4,9	98	3	191	116	36	36
	45-70	zand	4,1	19	1,5	1905	8,9	0,21	113	26	11	2,5	3,3	4,5	80	14031	0,01	244	210	4,9	98	1	101	256	50	50
	70-95	zand	2,7	19	1,5	1539	5,6	0,28	71	12	9	3,0	5,2	5,1	117	6306	0,02	137	89	4,7	96	3	152	53	24	24
13	0-20	zand, bv	6,3	19	1,1	2264	11,6	0,20	77	21	8	1,5	3,2	8,4	232	10292	0,02	104	2084	4,5	96	11	411	156	57	56
	20-35	zand, bv	5,8	19	1,3	2543	12,9	0,20	98	37	8	2,1	2,5	7,9	142	17251	0,01	87	738	4,7	98	10	271	83	49	48
	35-45	zand	1,8	17	1,4	604	1,9	0,31	83	12	12	3,4	6,5	2,7	193	7258	0,03	115	428	4,6	95	2	574	54	0	0
	45-55	zand	1,3	13	1,5	314	1,2	0,25	93	9	19	5,6	11,6	1,3	198	3640	0,05	130	265	4,7	91	2	515	65	0	0
14	0-20	zand, bv	7,7	20	1,1	3547	14,7	0,24	64	21	9	4,3	3,8	7,5	165	10344	0,02	2590	2400	4,2	96	104	694	198	77	77
	20-40	zand, bv	7,8	21	1,3	4017	16,5	0,24	90	37	13	2,8	6,3	9,8	174	16775	0,01	664	4107	4,5	97	56	428	127	88	88
	40-50	zand	2,8	16	1,4	2147	4,5	0,48	78	8	8	3,7	6,0	2,7	233	7635	0,03	138	2277	4,5	95	30	152	105	6	6
	50-60	zand	1,4	15	1,5	949	2,1	0,46	82	7	16	4,3	10,0	1,1	339	4605	0,07	167	1463	4,4	90	14	392	49	0	0

1. De toplaag (0-20 cm-mv) van de 30 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 25,2 mmol/l en Olsen-P: 3085 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 170 jaar maaien en afvoeren vereist. De uitspoeling naar diepere bodemlagen is relatief beperkt. Na afgraven van de volledige bouwvoor (30 cm) is de zandbodem, in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer 4-7 jaar maaien en afvoeren), geschikt (totaal-P: 4,6 mmol/l en Olsen-P: 665 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.500 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 40 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende P-arm (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-P: 189 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.100 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland/heide (+ beperkt aanvullend beheer) of 40 cm afgraven voor heideontwikkeling.*
2. De 30 cm dikke ijzerhoudende (95 mmol/l), zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 24,0 mmol/l en Olsen-P: 3269 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 160 jaar maaien en afvoeren vereist. De bodem is tot 95 cm-mv verstoord en rijk aan fosfaat (totaal-P: 20,4-25,2 mmol/l en Olsen-P: 1867-2122 $\mu\text{mol/l}$). Pas vanaf 95 cm-mv is de bodem voldoende P-arm (totaal-P: 4,7 mmol/l en Olsen-P: 531 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.300 \mu\text{mol/l}$). *Advies: inzetten op de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland of de ontwikkeling van een kruidenrijke akker (dit kan ook onder P-rijke omstandigheden, zie bijlage 2).*
3. De bouwvoor van 30 cm is als gevolg van het agrarische gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 18,4 mmol/l en Olsen-P: 3043 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 120 jaar maaien en afvoeren vereist. De uitspoeling naar diepere bodemlagen is relatief beperkt. Na afgraven van de volledige bouwvoor (30 cm) is circa 50 jaar maaien en afvoeren vereist (totaal-P: 10,6 mmol/l en Olsen-P: 2348 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van een heischraal grasland (Ca-t: 24 mmol/l en Ca-z: $\pm 9.500 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 50 cm wordt afgegraven is de venige, oorspronkelijke venbodem (50-60 cm-mv: 23% organische stof) relatief P-arm (totaal-P: 3,8 mmol/l en Olsen-P: 471 $\mu\text{mol/l}$). Vanaf 60 cm-mv is de bodem arm aan calcium (Ca-t 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.300 \mu\text{mol/l}$) en fosfaat (totaal-P: 0,9 mmol/l en Olsen-P: 258 $\mu\text{mol/l}$). *Advies: minimaal 50 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland of venherstel.*
4. De 35 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 24,3 mmol/l en Olsen-P: 3801 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 170 jaar maaien en afvoeren vereist. De uitspoeling naar diepere bodemlagen is relatief beperkt. Na afgraven van de volledige bouwvoor (35 cm) is de zandbodem, in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer (2-4 jaar maaien en afvoeren), geschikt (totaal-P: 3,3 mmol/l en Olsen-P: 611 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 25 mmol/l en Ca-z: $\pm 7.600 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland.*
5. De toplaag (0-25 cm-mv) van de 30 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 15,0 mmol/l en Olsen-P: 3678 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 100 jaar maaien en afvoeren (of 25 jaar uitmijnen) vereist. Na afgraven van de volledige bouwvoor (30 cm) is zandbodem geschikt (totaal-P: 2,9 mmol/l en Olsen-P: 313 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 13 mmol/l en Ca-z: $\pm 2.600 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling heide.*
6. De 25 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 10,5-16,8 mmol/l en Olsen-P: 2965-4382 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 80 jaar maaien en afvoeren (of 20 jaar uitmijnen) vereist. Na afgraven van de volledige bouwvoor (25 cm) is zandbodem, in combinatie met

-
- zeer beperkt (2 jaar maaien en afvoeren) aanvullend verschrallingsbeheer, geschikt (totaal-P: 3,0 mmol/l en Olsen-P: 1548 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 9 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.200 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 25 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling heide.*
7. De 40 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,1-18,0 mmol/l en Olsen-P: 2683-3901 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 110 jaar maaien en afvoeren vereist. De uitspoeling naar diepere bodemlagen is relatief beperkt. Na afgraven van de volledige bouwvoor (40 cm) is zandbodem, in combinatie met zeer beperkt aanvullend verschrallingsbeheer (2 jaar maaien en afvoeren), geschikt (totaal-P: 3,2 mmol/l en Olsen-P: 728 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 11 mmol/l en Ca-z: $\pm 7.700 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide/heischraal grasland.*
8. De toplaag (0-25 cm-mv) van de 35 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 27,7 mmol/l en Olsen-P: 4230 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 190 jaar maaien en afvoeren vereist. Er is sprake van uitspoeling naar diepere bodemlagen. Na afgraven van de volledige bouwvoor (35 cm) is 8 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 5,2 mmol/l en Olsen-P: 1031 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 13 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.000 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 45 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende P-arm (totaal-P: 2,0 mmol/l en Olsen-P: 380 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 7 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.000 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland/heide (+ beperkt aanvullend beheer) of 45 cm afgraven voor heideontwikkeling.*
9. De toplaag (0-25 cm-mv) van de 40 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 22,8 mmol/l en Olsen-P: 3452 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 160 jaar maaien en afvoeren vereist. Er is sprake van forse uitspoeling naar diepere bodemlagen. Na afgraven van de volledige bouwvoor (40 cm) is zandbodem is circa 50 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 14,7 mmol/l en Olsen-P: 2977 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heischraal grasland (Ca-t: 18 mmol/l en Ca-z: $\pm 6.500 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 50 cm wordt afgegraven resteert circa 15 jaar aanvullend verschrallingsbeheer (totaal-P: 6,9 mmol/l en Olsen-P: 1484 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 9 mmol/l en Ca-z: $\pm 3.100 \mu\text{mol/l}$). *Advies: inzetten op de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland of de ontwikkeling van een kruidenrijke akker (dit kan ook onder P-rijke omstandigheden, zie bijlage 2) of 50 cm afgraven voor heideontwikkeling (+ aanvullend beheer).*
10. De toplaag (0-25 cm-mv) van de 30 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P: 21,5 mmol/l en Olsen-P: 4324 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 150 jaar maaien en afvoeren vereist. Er is sprake van redelijk forse uitspoeling naar diepere bodemlagen. Na afgraven van de volledige bouwvoor (30 cm) is circa 25 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 10,8 mmol/l en Olsen-P: 2887 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 7.000 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 40 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende P-arm (totaal-P: 2,3 mmol/l en Olsen-P: 434 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 1.900 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland/heide (+ aanvullend beheer) of 40 cm afgraven voor heideontwikkeling.*
11. De 25 cm dikke zandige bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 9,5-10,6 mmol/l en Olsen-P: 1562-1944 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 60 jaar maaien en afvoeren (of 15 jaar uitmijnen) vereist. Na afgraven van de volledige bouwvoor (25 cm) volstaat zeer beperkt aanvullend verschrallingsbeheer (3-5 jaar) (totaal-P: 3,6 mmol/l en Olsen-P: 606 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van

.....
heide/heischraal grasland (Ca-t: 16 mmol/l en Ca-z: $\pm 9.600 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 40 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende P-arm (totaal-P: 2,4 mmol/l en Olsen-P: 612 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 10 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.900 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 25 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland/heide (+ beperkt aanvullend beheer) of 40 cm afgraven voor heideontwikkeling.*

12. De 45 cm dikke zandige bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 10,3-12,5 mmol/l en Olsen-P: 2232-2536 $\mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 80 jaar maaien en afvoeren (of 20 jaar uitmijnen) vereist. Onder de bouwvoor (45 cm) is een zwarte, licht humeuze (4,1% organische stof), zwak gebufferde (Ca-t: 26 mmol/l en Ca-z: $\pm 14.000 \mu\text{mol/l}$) zandbodem aangetroffen (oorspronkelijke venbodem?) welke licht verrijkt is met fosfaat (totaal-P: 8,9 mmol/l en Olsen-P: 1905 $\mu\text{mol/l}$). Op 70-95 cm-mv is de bodem minder calciumhoudend (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 6.300 \mu\text{mol/l}$) en nog steeds beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 5,6 mmol/l en Olsen-P: 1539 $\mu\text{mol/l}$). *Advies: inzetten op de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland of inzetten op venherstel (risico: P-rijke onderwaterbodem kan leiden tot verruiging).*
13. De 35 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 11,6-12,9 mmol/l en Olsen-P: 2264-2543 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 70 jaar maaien en afvoeren vereist (of 15 jaar uitmijnen). Er is geen sprake van uitspoeling naar diepere bodemlagen. Na afgraven van de volledige bouwvoor (35 cm) is de zandbodem voldoende P-arm (totaal-P: 1,9 mmol/l en Olsen-P: 604 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide/heischraal grasland (Ca-t: 12 mmol/l en Ca-z: $\pm 7.300 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 35 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heischraal grasland/heide.*
14. De 40 cm dikke zandige bouwvoor is als gevolg van het agrarische gebruik beperkt verrijkt met fosfaat (totaal-P: 14,7-16,5 mmol/l en Olsen-P: 3547-4017 $\mu\text{mol/l}$) en voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur is circa 100 jaar maaien en afvoeren vereist (of 25 jaar uitmijnen). Er is sprake van beperkte uitspoeling naar diepere bodemlagen. Na afgraven van de volledige bouwvoor (40 cm) is 6 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist (totaal-P: 4,5 mmol/l en Olsen-P: 2147 $\mu\text{mol/l}$) voor de ontwikkeling van heide (Ca-t: 8 mmol/l en Ca-z: $\pm 7.600 \mu\text{mol/l}$). Wanneer 50 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende P-arm (totaal-P: 2,1 mmol/l en Olsen-P: 949 $\mu\text{mol/l}$) voor heideontwikkeling (Ca-t: 7 mmol/l en Ca-z: $\pm 4.600 \mu\text{mol/l}$). *Advies: 40 cm (+ beperkt aanvullend beheer) of 50 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van een heide.*

Samenvatting kansen voor natuurontwikkeling

De in de vorige paragraaf beschreven kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen staan in Tabel 9 samengevat. Indien de P-rijke toplaag moet worden afgegraven wordt in de tabel de bodemchemische samenstelling van de nieuwe toplaag gegeven. Wanneer in de tabel de bodemlaag van 20-30 cm onder maaiveld wordt gegeven, dan kan het aangeven natuurstype worden gerealiseerd na afgraven van de toplaag van 20 cm. Bij beheer staat of er nog aanvullend verschrallingsbeheer (maaieren en afvoeren) noodzakelijk is. Voor een aantal locaties bestaan er zoals in de vorige paragraaf beschreven verschillende opties en dan is in Tabel 9 de bodemchemie van meerdere bodemlagen gegeven.

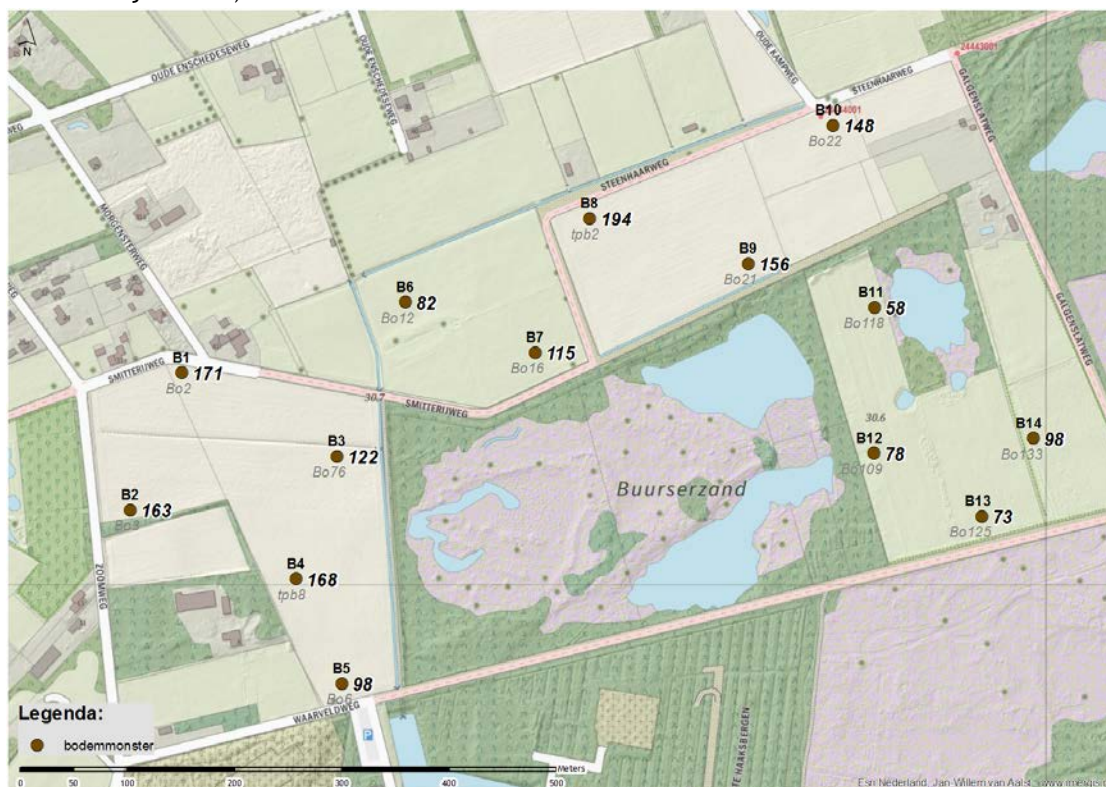
Tabel 9. Overzicht van de natuurontwikkelingspotenties per locatie. Op de locaties waar het noodzakelijk is om de bouwvoor af te graven, is in de tabel de bodemchemie van de nieuwe toplaag gegeven. Natuurtype: HEI = heide, HGL = heischraal grasland, VEN = venherstel, KRG = kruiden- en faunairijk grasland en KRA = kruidenrijke akker. Beheer = aanvullend verschrallingsbeheer; kalk = advies om te bekalken (2000 kg Dolokal/ha en bij K-z < 250 µmol/l eventueel in combinatie met kaliumrijk steenmeel; zie ook paragraaf 4.6); OS = organisch stofpercentage, Ols-P = Olsen-P, -t = totale concentratie, -z = zoutuitwisselbare concentraties, Ca-z = zoutuitwisselbare calciumconcentratie (zie paragraaf bodembuffering), M3 = berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 300 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l), M5 tot een streefconcentratie van 500 µmol Olsen-P/l bodem. De Olsen-P en -z concentraties zijn weergegeven in µmol/l verse bodem, de -t concentraties in mmol/l verse bodem. Aanvullend verschrallingsbeheer: - = niet nodig; +/- = < 5 jaar maaien en afvoeren + = 6-10 jaar maaien en afvoeren, ++ = 10-25 jaar maaien en afvoeren, +++ = > 25 jaar maaien en afvoeren.

Nr	Diepte	Grondsoort	Natuurtype	Beheer	Kalk	OS	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Fe-t	Al-z	Ca-z	Al/Ca	K-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M5
1	30-40	zand	HGL/HEI	+	+	0,7	665	4,6	0,14	102	16	25	37	4452	0,01	1053	6,5	99	4	83	14	7	4
	40-50	zand	HEI		+	0,7	189	2,0	0,10	90	12	27	46	3100	0,01	815	6,3	98	1	48	18	0	0
2	0-30	zand, bv	KRG/KRA		-	4,8	3269	24,0	0,14	117	30	95	31	10707	0,00	2613	5,3	99	14	562	119	201	190
3	0-30	zand, bv	KRG/KRA		-	6,9	3043	18,4	0,17	91	40	22	53	13552	0,00	1727	5,3	99	12	403	100	149	144
	50-60	veen, zandig	HGL/VEN	+/-	-	23,3	471	3,8	0,12	54	25	7	59	13064	0,00	1048	5,0	95	3	289	402	4	0
	60-75	zand	HGL/VEN		+	1,5	258	0,9	0,28	39	8	7	77	2305	0,03	428	5,0	90	1	39	270	0	0
4	35-45	zand	HGL	+/-	-	1,7	611	3,3	0,18	104	25	13	63	7568	0,01	819	5,5	99	3	119	18	3	2
5	30-40	zand	HEI		+	1,0	313	2,9	0,11	96	13	24	30	2627	0,01	552	5,9	98	2	64	17	0	0
6	25-35	zand	HEI	+/-	+	1,2	1548	3,0	0,51	57	9	13	223	3171	0,07	1755	4,7	89	5	130	65	2	2
7	40-50	zand	HGL	+/-	-	3,4	728	3,2	0,23	108	11	9	158	7689	0,02	590	4,8	96	1	152	51	2	2
8	35-45	zand	HGL/HEI	+	+	1,0	1031	5,2	0,20	103	13	27	49	4050	0,01	365	5,5	98	10	263	17	8	8
	45-55	zand	HEI		+	0,7	380	2,0	0,19	86	7	26	57	3018	0,02	344	5,3	97	4	155	22	0	0
9	0-25	zand, bv	KRG/KRA		-	4,9	3452	22,8	0,15	71	39	26	17	11778	0,00	1302	6,0	100	248	855	68	159	152
	50-60	zand	HEI	++	+	0,6	1484	6,9	0,22	86	9	21	27	3126	0,01	753	5,7	99	40	121	20	14	14
10	30-40	zand	HGL/HEI	+++	-	2,1	2887	10,8	0,27	99	12	22	65	6950	0,01	561	5,3	99	21	191	15	26	26
	40-50	zand	HEI		+	0,8	434	2,3	0,19	88	8	23	109	1923	0,06	400	5,0	93	1	70	17	0	0
11	25-40	zand	HGL/HEI	+/-	-	2,9	606	3,6	0,17	95	16	5	76	9602	0,01	133	4,9	98	1	96	65	5	3
	40-50	zand	HEI		+	1,9	612	2,4	0,25	107	10	15	189	4862	0,04	98	4,7	93	1	35	45	0	0
12	0-30	zand, bv	KRG		+	3,5	2536	12,5	0,20	84	9	15	616	4354	0,14	148	4,5	81	3	222	69	94	94
	70-95	zand	VEN	++	-	2,7	1539	5,6	0,28	71	12	9	117	6306	0,02	137	4,7	96	3	152	53	24	24
13	35-45	zand	HGL/HEI		-	1,8	604	1,9	0,31	83	12	12	193	7258	0,03	115	4,6	95	2	574	54	0	0
14	40-50	zand	HEI	+	+	2,8	2147	4,5	0,48	78	8	8	233	7635	0,03	138	4,5	95	30	152	105	6	6
	50-60	zand	HEI		+	1,4	949	2,1	0,46	82	7	16	339	4605	0,07	167	4,4	90	14	392	49	0	0

Het ontgrondingsadvies op basis van het bodemchemisch onderzoek worden gegeven in Figuur 15. De ruimtelijke variatie in de verschrallingsduur van de toplaag (0-25 cm-mv) wordt gegeven in Figuur 15 en Figuur 16.



Figuur 15. Overzicht van het ontgrondingsadvies op basis van het bodemchemisch onderzoek. De ontgrondingsdiepte wordt gegeven in cm-mv. + = 6-10 jaar maaien en afvoeren, ++ = 11-25 jaar maaien en afvoeren en +++ = >25 jaar maaien en afvoeren. (<5 jaar verschrallingsbeheer wordt niet in deze figuur vermeld). 0* = ontwikkeling van voedselrijker natuurtje op de huidige toplaag (kruiden- en faunarijk grasland of kruidenrijke akker).



Figuur 16. Overzicht van de ruimtelijke variatie in de verschrallingsduur van de toplaag (0-25 cm-mv) in jaren op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300-500 µmol/l.

4.5 Referentiemetingen Buurserzand

Tabel 10. Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) van de toplaag van de bodem (0-15 cm -mv) op referentielocatie 1 t/m 4. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P; -t = totale concentratie, -z = zoutuitwisselbare concentraties, BV = indicatieve basenverzadiging. De Olsen-P en zoutuitwisselbare concentraties zijn weergegeven in $\mu\text{mol/l}$ verse bodem, de overige concentraties in mmol/l verse bodem. Voor ligging van de locaties zie Figuur 7 en Figuur 8 en voor de gebruikte kleurarceringen zie het bijschrift van Tabel 8.

Nr	Diepte	Type	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	Al/Ca	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO ₃ -z	NH ₄ -z	M3	M5
REF1	0-15	Blauw grasland (nat)	7,4	27	1,2	1106	8,7	0,13	118	16	29	2,4	3,5	11,2	257	9606	0,03	189	473	4,6	94	2,2	33	164	19	15
REF2	0-15	Natte heide	4,2	23	1,2	288	1,8	0,16	92	2	7	1,7	3,0	9,4	3448	1056	3,26	188	497	3,4	20	1,4	119	210	0	0
REF3	0-15	Oever zuur ven	32,8	57	0,5	432	3,9	0,11	122	3	9	1,4	1,6	27,1	3906	2338	1,67	243	527	3,3	30	2,1	36	101	4	0
REF4	0-15	Droge heide	9,8	17	1,0	533	4,6	0,12	64	1	8	1,6	0,8	7,0	3967	74	53,38	224	109	3,1	4	2,5	12	189	6	1

In het Buurserzand is op 4 locaties (REF1 t/m REF4) de bodemchemie van de toplaag van de bodem (0-15 cm-mv) bepaald (Tabel 2 en Tabel 10). REF1 betreft een referentie uit een recent (vanaf 2009-2010) ontwikkeld blauwgrasland langs de Knoefweg (Meujenboersven; Figuur 7 en Figuur 8). REF2 t/m REF4 zijn referentielocaties in een natte en droge heide en van de oever van een zuur ven.

In het Meujenboersven is een lager gelegen natte locatie waar o.a. Veldrus groeit (REF1) bemonsterd. De toplaag van de (zwarte/humeuze) zandbodem is licht gebufferd (pH-z: 4,6, totaal-Ca: 16 mmol/l , Ca-z: $\pm 9.600 \mu\text{mol/l}$ en basenverzadiging 94%) met een gunstige Al/Ca-ratio (Al/Ca-ratio: 0,03; Al/Ca-ratio < 1 is gunstig) (Tabel 10). De mate van bodembuffering ligt meer in de range van een heischraal grasland. Deze bodems worden gebufferd door de uitwisseling van basische kationen die aan het bodemadsorptiecomplex gebonden zijn (kationuitwisselingsbufferrange). Het is voor dergelijke bodems belangrijk dat in de winterperiode het bodemadsorptiecomplex weer opgeladen wordt met basische kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} en K^{+}) door de aanvoer van gebufferd grondwater tot in het maaiveld. Deze informatie is bij het schrijven van deze rapportage niet beschikbaar. De fosfaatbeschikbaarheid op deze locatie is vrij hoog (Olsen-P: 1106-2928 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P: 8,7-14,0 mmol/l). In het verleden is op deze locatie waarschijnlijk een deel van de rijke bouwvoor blijven zitten. Verdere verschraling tot de streefconcentratie voorde optimale ontwikkeling van een heischraal grasland/blauwgrasland (300 μmol Olsen-P/l bodem) vergt nog minimaal 15-19 jaar (bodemchemie bodemlaag 15-25 cm-mv niet bekend). De ammoniumconcentratie is relatief hoog (NH₄-z: 164 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 10), dit is het gevolg van de (lokale) invang van atmosferische stikstofdepositie en/of toestroom van stikstofhoudend grondwater.

De toplaag van de bodem in de vergraste natte heide in het Buurserzand (REF2) is zuur en ongebufferd (pH-z: 3,4, totaal-Ca: 2 mmol/l , Ca-z: $\pm 1050 \mu\text{mol/l}$ en basenverzadiging 20%) met een hoge concentratie opgelost aluminium (Al-z: 3448 $\mu\text{mol/l}$) en een ongunstige Al/Ca-ratio (Al/Ca-ratio: 3,3; Tabel 10). De lage basenverzadiging en hoge aluminiumconcentratie duiden erop dat de bodem wordt gebufferd door het oplossen van aluminium(hydr)oxiden (aluminiumbufferrange; zie ook Figuur 13). De fosfaatbeschikbaarheid op deze locatie is laag (Olsen-P: 288 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P: 1,8 mmol/l). De stikstofconcentraties in de bodem zijn echter relatief hoog (NH₄-z: 210 $\mu\text{mol/l}$ en NO₃-z: 119 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 10) en hebben geleid tot vergrassing van de natte heide met Pijpenstrootje.

In vergelijking met de natte heide, is de toplaag van de bodem in de droge heide (REF4) nog zuurder (pH-z: 3,1, totaal-Ca: 1 mmol/l , Ca-z: $\pm 75 \mu\text{mol/l}$ en basenverzadiging 4%). De bodem

.....

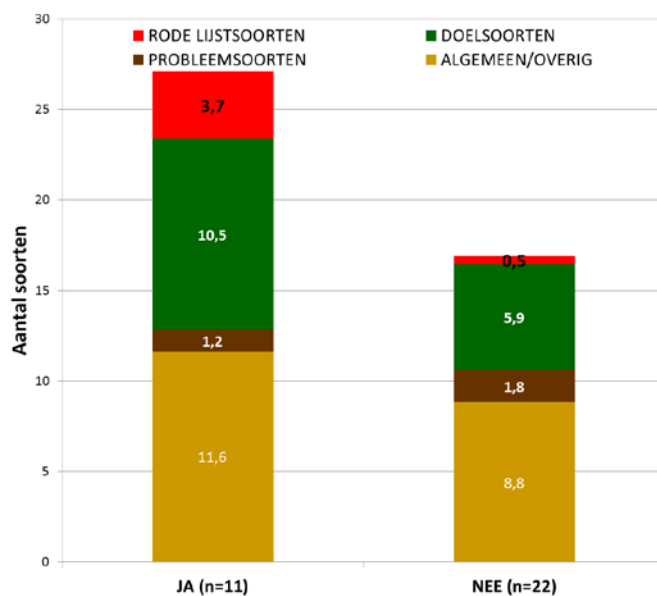
bevat veel opgelost aluminium (Al-z: 3967 µmol/l) en heeft een zeer ongunstige Al/Ca-ratio (Al/Ca-ratio: 53,4; Tabel 10). Alleen soorten aangepast aan dergelijk zure omstandigheden, zoals Struikhei, kunnen op een dergelijke bodem groeien. De fosfaatbeschikbaarheid op deze locatie is wat hoger dan in de natte heide (Olsen-P: 533 µmol/l en totaal-P: 4,6 mmol/l). Ook in de droge heide zijn de stikstofconcentraties in de bodem relatief hoog (NH₄-z: 210 µmol/l en NO₃-z: 119 µmol/l (Tabel 10) als gevolg van de hoge atmosferische stikstofdepositie. Onder zure condities vindt ophoping van ammonium plaats.

Tenslotte is er een referentiemonster verzameld op de oever van een zuur ven, met een vegetatie gedomineerd door Waterveenmos, Pijpenstrootje en Veenpluis (REF3; Tabel 2 en Figuur 7). De toplaag van de venige bodem (organisch stof: 33%) is zuur en niet tot zeer zwak gebufferd (pH-z: 3,3, totaal-Ca: 3 mmol/l, Ca-z: ± 2350 µmol/l en basenverzadiging 30%) met een hoge concentratie opgelost aluminium (Al-z: 3906 µmol/l) en een ongunstige Al/Ca-ratio (Al/Ca-ratio: 1,7; Tabel 10). De fosfaatbeschikbaarheid op deze locatie is relatief laag (Olsen-P: 432 µmol/l en totaal-P: 3,9 mmol/l). De ammoniumconcentratie in de bodem is relatief hoog (NH₄-z: 101 µmol/l; Tabel 10) en heeft geleid tot een vergrassing van de vegetatie met Pijpenstrootje.

4.6 Aanvullende maatregelen

De eerste jaren na de het afgraven van de voedselrijke toplaag dient maaibeheer plaats te vinden om de ontwikkeling en uitbreiding van algemene/ruigte soorten te beperken. Doordat vaak vele zaden aanwezig zijn kunnen deze algemene soorten, ook onder P-arme condities, tot ontwikkeling komen. Door middel van een maaibeheer en het aanbrengen van maaisel of plagsel kan de groei van ongewenste algemene soorten worden onderdrukt. Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.

Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om kort na afgraven (<1 jaar) maaisel/plagsel op te brengen uit goed ontwikkelde referentielocaties om kolonisatie door doelsoorten te stimuleren (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de zode nog niet gesloten is). Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen een uitzondering vormen. Zonder het uitstrooien van vers maaisel of plagsel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten klein. Veel zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd op de herstelde terreinen. Het herintroduceren van doelsoorten uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (Figuur 17).



Figuur 17. Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder andere Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's: Mark van Mullekom.

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel (Figuur 17 en Figuur 18) waarbij idealiter 1 m² vers verzameld maaisel over 1(-2) m² bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indactie dichtheid: 1 m² verspreiden over 15-25 m²) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd. Mycorrhiza schimmels zijn van belang bij de opname van nutriënten onder voedselarme omstandigheden. Daarnaast beschermen ze de kiemlingen tegen verdroging. Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

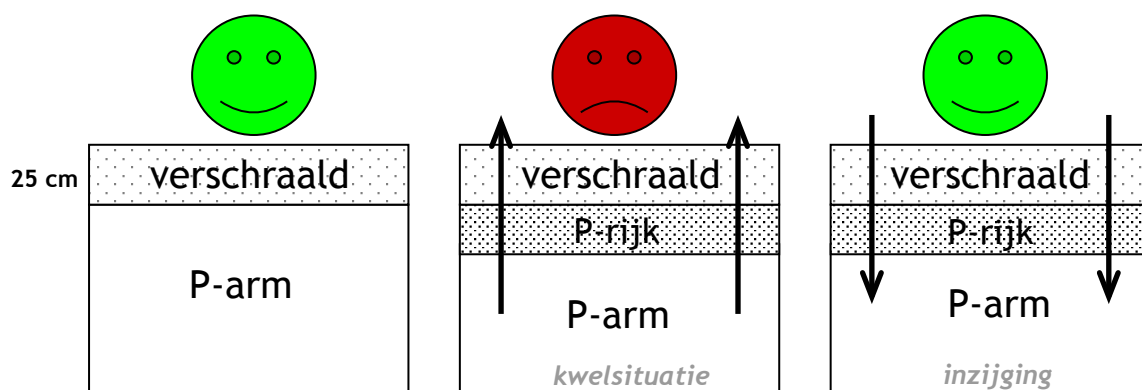
Jaarlijks maaien en afvoeren (gemiddelde P-afvoer 10 kg/ha/jaar) is op (sterk) met fosfaat verrijkte percelen niet optimaal voor een efficiënte afvoer van fosfaat. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 40 kg/ha/jaar): een 'natuurvriendelijke' vorm van het voeren van intensieve landbouw. Wanneer de huidige zode voldoende productieve soorten bevat kan met behulp van stikstof- en kalibemesting de P-afvoer worden vergroot. Wanneer deze te weinig productieve soorten bevat wordt geadviseerd om in te zaaien met een grasklaver mengsel. In combinatie met aanvullende kalibemesting wordt de productiviteit, en daarmee ook de P-afvoer, geoptimaliseerd. Hiervoor kunnen door middel van aanvullende analyses bij Eurofins door het Louis Bolk Instituut

gerichte bemestingsadviezen worden opgesteld. De percelen dienen gedurende een lange periode voldoende droog te vallen zodat 4-5 snedes gemaaid kunnen worden. Dit maakt het nemen van vernattingsmaatregelen meestal niet mogelijk.



Figuur 18. Het uitstrooien van heideplagsel en het resultaat na vier jaar. Foto's: Michael Roosmalen, Stichting Het Limburgs Landschap.

Op (matig) voedselrijke plekken waar niet wordt afgegraven kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunairijk grasland. 'Kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er eigenlijk geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. Wanneer witboldominantie optreedt wordt geadviseerd het maaibeheer te vervroegen. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ($P-z < 1$). Uit lopend onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (circa 1000-1500 $\mu\text{mol/l}$). Om verzuuring te voorkomen wordt geadviseerd om de detailontwatering in stand te houden zodat de P-rijke toplaag voldoende droogvalt (voorkomen P-mobilisatie).



Figuur 19. Schematisch overzicht van verschraling waarbij in een kwelsituatie fosfaat uit een rijkere bodemlaag (>25 cm-mv) naar de verschraalde toplaag getransporteerd kan worden (middelste figuur). Bij bodems die vanaf 25 cm onder maaiveld P-arm zijn (linker figuur) en bij inzijgsituaties (rechter figuur) is dit niet van toepassing.

.....

Door middel van verschrallingsbeheer kan een bodempakket van circa 25(-30) cm worden verschraald. Op plekken waar de bodem onder de 25 cm eveneens verrijkt is met fosfaat kan, wanneer de grondwaterinvloed in het maaiveld wordt hersteld (Figuur 19), P-nalevering richting de verschraalde bodemlaag optreden. Dit zou echter kunnen leiden tot verrijking van de toplaag en vervuiling of de noodzaak voor aanvullende verschralling. Onder invloed van ijzerhoudend grondwater is dit risico mogelijk klein.

In paragraaf 4.4 wordt op locatie 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 en 14 een eenmalige bekalking geadviseerd op calciumarme zure zandbodems. Als gevolg van verzuring (afname grondwaterinvloed en/of verzurende processen als ammoniumoxidatie) heeft uitspoeling van onder andere Ca, Mg en K plaatsgevonden waardoor er mineraalgebrek kan optreden in planten en er sprake kan zijn van aluminiumtoxiciteit (bij een hoge Al/Ca-ratio in het zoutextract). Het herstel van de buffering kan bijdragen aan de ontwikkeling van een soortenrijkere heide en/of heischraal grasland. Over het algemeen volstaat een eenmalige bekalking van 2000 kg Dolokal per hectare.

Uit onderzoek (De Graaf e.a., 2009) is tevens gebleken dat in soortenarme heideterreinen de kaliumconcentraties in het zoutextract lager zijn (mediane waarde (10-90 percentielen): 153 (88-380) $\mu\text{mol/kg}$) dan in soortenrijke heiden en heischrale graslanden (283 (110-872) $\mu\text{mol/kg}$). Uit de dataset van B-WARE zijn er indicaties dat toedienen van Dolokal het uitspoelen van K bespoedigt. Dit is ook niet onlogisch aangezien door oplossen van Ca- en Mg-carbonaten uit de Dolokal, de concentratie aan Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen in het bodemvocht sterk toeneemt waardoor K^+ van het bodemcomplex wordt verdrongen. K-gebrek leidt niet alleen tot groeistoornissen (o.a. slechte doorworteling) maar induceert ook een stikstofoverschot in de plant en maakt deze daardoor gevoeliger voor vraat en ziekten. Het is daarom raadzaam om, in het geval van een K-arme bodem (globale richtlijn: $\text{K-NaCl} < 250 \mu\text{mol/l}$) ook een ander, relatief K-rijk, steenmeel toe te dienen (bijvoorbeeld Vulkamin). K-gebrek leidt niet alleen tot groeistoornissen (o.a. slechte doorworteling) maar induceert ook een stikstofoverschot in de plant en maakt deze daardoor gevoeliger voor vraat en ziekten. Dit verschijnsel treedt in de Maasduinen op bij Jeneverbes en Zomereik (Lucassen e.a., 2011, 2014 en 2015) en het is aannemelijk dat dit zo ook werkt bij kruiden. Op de locaties waar een eenmalige bekalking wordt geadviseerd, wordt aanbevolen om te bekalken met 2000 kg Dolokal en (i.v.m. de relatief lage K-NaCl concentraties) 1000 kg K-rijk steenmeel (bijvoorbeeld Vulkamin) per hectare. Op de locaties 11, 12 en 14 wordt een eenmalige bekalking met Dolokal geadviseerd en zijn de K-NaCl concentraties lager dan $250 \mu\text{mol/l}$ zodat het te overwegen is om aanvullend K-rijk steenmeel toe te dienen.

Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd. Voor grondwaterafhankelijke natuurtypen zoals heischrale graslanden, blauwgraslanden en dotterbloemhooilanden is grondwaterinvloed in de wortelzone of het maaiveld vereist van circa oktober/november t/m maart/april om verzuring, de vorming van regenwaterlenzen en de ontwikkeling van zure vegetaties (op kansrijke locaties voor (zwak) gebufferde schraallande/hooilanden) tegen te gaan. Op plekken waar regenwater stagneert kunnen veenmossen gaan domineren, vooral op gebufferde bodems omdat hier veel CO_2 beschikbaar komt. Tenslotte kan inundatie met P-rijk oppervlaktewater en/of de afzetting van P-rijk slib tot verrijking en daarmee tot vervuiling leiden.

.....

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Belangrijkste conclusies bodem- en hydrochemie

Bodemchemie

- De bodem in het Galgenslat bestaat uit zwak lemig zand. Het zand is overwegend ijzerarm tot zwak ijzerhoudend (met uitzondering van locatie 2 tot 70 cm-mv) en calciumarm tot zwak calciumhoudend. De calciumconcentraties nemen af in de diepte. De hoge calciumconcentratie in de toplaag zijn waarschijnlijk het gevolg van bekalking tijdens het landbouwkundig gebruik.
- Uit het bodemchemisch onderzoek blijkt dat de bodem in het onderzoeksgebied als gevolg van het agrarische gebruik (lokaal sterk) verrijkt is met fosfaat tot concentraties die te hoog zijn voor de ontwikkeling van soortenrijke schrale vegetatietypen. De verschrallingsduur van de toplaag is overwegend circa 100-150 jaar. De dikte van de aangetroffen bouwvoor in het gebied varieert van 25-45 cm. In het onderste deel van de bouwvoor is de Olsen-P en totaal-P concentratie iets lager dan in de toplaag van de bouwvoor maar nog altijd (fors) te hoog voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde, soortenrijke natuur. Direct onder de bouwvoor zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties fors lager dan in de bouwvoor, waarbij lokaal sprake is van inspoeling van fosfaat uit de toplaag. De Olsen-P concentraties blijven relatief hoog als gevolg van de hoge P-beschikbaarheid op de calciumarme tot zwak calciumhoudende zandgronden. Op meer dan 10 cm onder de bouwvoor zijn de P-concentraties lager.
- Als gevolg van (relatief recent) landbouwkundig gebruik zijn in de toplaag lokaal hoge P-zout concentraties gemeten. Dit is een labiele fractie die snel beschikbaar is voor de groei van grassen of gewassen en relatief snel uit kan spoelen naar diepere bodemlagen, het grondwater en/of het oppervlaktewater. De labiele P-concentraties nemen af in de diepte en zijn steeds laag voor de referentielocaties
- De P-concentraties op de referentielocaties variëren fors (Figuur 11) aangezien zowel zeer zure (totaal-Ca < 3 mmol/l, Ca-z ± 75 -2400 $\mu\text{mol/l}$, basenverzadiging 4-30%), voedselarme locaties (droge en natte heide, venoever) als een zwak-matig voedselrijk, meer gebufferd blauwgrasland met veel veldrus (totaal-Ca 16 mmol/l, Ca-z ± 9600 $\mu\text{mol/l}$, basenverzadiging 94%) zijn bemonsterd.
- Door middel van een ontgronding van overwegend 30-40 cm kunnen P-gelimiteerde omstandigheden worden gecreëerd (eventueel in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde, soortenrijke natuurtypen. Voor grondwaterafhankelijke natuurtypen dienen de hydrologische omstandigheden te worden geoptimaliseerd. Een ontgronding dient te worden getoetst op de inpassing in het hydrologische systeem.
- Op locatie 2, 3, 9 en 12 is de bodem tot op relatief grote diepte verrijkt met fosfaat waardoor een beperkte ontgronding niet volstaat voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuur. Op deze locaties behoort de ontwikkeling van een kruiden- en faunairijk grasland (verschralling vereist voor een soortenrijk grasland) of kruidenrijke akker (ook mogelijk onder P-rijke condities) tot de mogelijkheden. Dieper afgraven ten behoeve van venherstel behoort ook tot de mogelijkheden (locatie 3 en 12).
- Na verschralling liggen in het gebied, afhankelijk van de mate van bodembuffering, kansen voor de ontwikkeling van droge heide, droog heischraal grasland, vochtige heide, nat schraalland

(heischraal grasland; ontwikkeling van een blauwgrasland is alleen mogelijk onder voldoende invloed van gebufferde grondwater), zuur tot zwak gebufferd ven.

Hydrochemie

- In de Steenhaarplas was in het verleden een bijzondere vegetatie aanwezig met Waterlobelia en Oeverkruid en was er dus sprake van een voedselarm, zwak gebufferd, koolstof gelimiteerd water. Als gevolg van verzuring en vermesting is deze bijzondere vegetatie verdwenen en hebben herstelmaatregelen plaatsgevonden. De inlaat van eutroof water werd beëindigd en in 1990 is het ven uitgebaggerd waarna de bijzondere vegetatie korte tijd is teruggekeerd. Omdat er geen aanvullende maatregelen tegen verzuring zijn getroffen, is het ven na verloop van tijd weer verzuurd en is de waterlobelia volledig verdwenen. In 2011 werden wel nog enkele tientallen exemplaren Oeverkruid aangetroffen op de voormalige groeiplaats uit de jaren negentig. Verder domineerden Wilde gagel, Riet, veenmossen en Knolrus.
- Kennelijk treedt er onvoldoende koolstoflimitatie op om de groei van deze soorten te remmen. Het oppervlaktewater in de Steenhaarsplas is typerende voor een relatief zuur ven. Het heeft een pH van 4,9, een alkaliniteit van 0,2 meq/l en bevat 100 $\mu\text{mol/l}$ CO_2 , 3 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^- en 51 $\mu\text{mol/l}$ calcium. Er zit relatief veel kooldioxide en nauwelijks bicarbonaat in het oppervlaktewater waardoor knolrus en veenmossen kunnen groeien. Het oppervlaktewater in de Steenhaarplas is verder relatief arm aan fosfaat, ammonium en sulfaat, maar nitraathoudend.
- Voor verdere ontwikkeling richting hoogveenven is een stabielere peil vereist onder invloed van zuur, CO_2 rijk water.
- Voor verder herstel van een oeverkruidven zal zowel de mate van buffering als de hydrologie moeten worden geoptimaliseerd. Het peil moet verder kunnen uitzakken en het is gewenst om de verzurende veenmossen zoveel mogelijk uit de plas te verwijderen. Veel dynamiek met voldoende lange droogval in de zomermaanden is cruciaal om, zeker onder wat koolstof- en nutriëntrijkere omstandigheden, oeverkruidvegetaties mogelijk te maken. Ook het kappen van bos in combinatie met bekalking van de intrekgebieden is mogelijk een oplossing voor dit knelpunt. Het oppompen van dieper, gebufferd grondwater is een zeer kunstmatige herstelmaatregel maar kan eveneens bijdragen aan herstel van een zwakgebufferd ven. In de Bergvennen (ten noorden van Denekamp) heeft dit tot succesvol herstel van een zwakgebufferd ven (o.a. met waterlobelia's) geleid.
- Het grondwater in de ruggen rondom de Steenhaarplas is relatief zuur en lokaal rijk aan nitraat. Daarnaast is het grondwater fosfaatarm en zwak-matig sulfaathoudend. Het grondwater in de lagere delen rondom de Steenhaarplas is zwak gebufferd en zwak ijzerhoudend en arm aan nitraat, fosfaat en sulfaat. De antropogene beïnvloeding van het grondwater zien we terug in het relatief zure grondwater in de ruggen rondom met name de Steenhaarplas, als gevolg van verzurende depositie / stikstofinvang door bossen. Mogelijke nitraat-bronnen zijn stikstofinvang door bossen en uitspoeling uit (voormalige) landbouwgronden.
- Het zure en koolstofdioxide-rijke freatische grondwater is principe niet erg ideaal als voedend water voor het ven. Met name veenmossen en knolrus profiteren van het kooldioxide. Een soort als Oeverkruid kan niet profiteren van de verhoogde aanvoer van kooldioxide omdat deze soort in de ondergedoken fase vooral kooldioxide uit de onderwaterbodem opneemt.

- Het oppervlaktewater in het noordelijke ven is eveneens relatief zuur en bevat nauwelijks bicarbonaat, maar wel kooldioxide waardoor knolrus en veenmossen kunnen groeien. Het oppervlaktewater is verder relatief arm aan fosfaat, nitraat, ammonium en sulfaat. Ook voor dit ven gelden dezelfde voorwaarden en mogelijkheden als voor de Steenhaarplas. Herstel is in principe mogelijk. Het toestromende grondwater vanuit de ruggen is meer gebufferd maar ook rijk aan nitraat. Omvorming van bos en/of de akker kan de nitraatuitspoeling verminderen. Ook voor dit ven zal voldoende dynamiek van belang zijn om de groei van veenmossen te remmen en de isoëtiden van een competitief voordeel te voorzien.

5.2 Aanbevelingen

- Op locatie 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 en 14 is de (diepere) bodem zeer zwak gebufferd ($\text{Ca-t} < 10 \text{ mmol/l}$ en/of $\text{Ca-z} < 4000 \text{ } \mu\text{mol/l}$), waardoor het risico op verzuring bestaat. Om verzuring te voorkomen en de soortenrijkdom te vergroten is het advies om na ontgronding eenmalig te bekalken met 2000 kg Dolokal/ha. Op de locaties 11, 12 en 14 zijn de K-NaCl concentraties lager dan $250 \text{ } \mu\text{mol/l}$ zodat het te overwegen is om aanvullend K-rijk steenmeel toe te dienen.
- Na afgraving of het bereiken van de gewenste verschraving (na verwijdering van de dichte soortenarme zode) wordt geadviseerd maaisel en/of plagsel uit een referentieterrein op te brengen (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de zode nog niet gesloten is). Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (zowel bodemchemisch als mogelijk hydrologisch) te creëren voor de beoogde doelsoorten.
- Wanneer er een te rijke (ook te hoog organisch stofgehalte) bodem in de oeverzone ligt dan kan het nodig zijn om deze te verwijderen. Met name veenmossen kunnen in korte tijd relatief veel dood organisch materiaal vormen. Tevens wordt geadviseerd om veenmossen te verwijderen uit het ven ten behoeve van de buffering van het ven.
- Het introduceren van oeverkruid is een maatregel die kan bijdragen aan het herstel. Oeverkruid pompt zuurstof in de bodem waardoor deze zuurstofrijker wordt en de beschikbaarheid van de stikstof en fosfor afneemt

.....

6. LITERATUUR

- Bellemakers, M.J.S., Maessen, M., Cals, M.J.R. & J.G.M. Roelofs, 1993. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van oppervlaktewateren. Eindrapport monitoringsprogramma eerste fase. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen. In opdracht van de Directie NBLF van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
- Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.
- Brouwer, E., H. van Kleef, H. van Dam, J. Loermans, G.H.P Arts & J.D.M. Belgers, 2009. Effectiviteit van herstelbeheer in vennen en duinplassen op de middellange termijn. Rapportnr. 2009.11.
- Buijs, R. (2011). Hydrologisch onderzoek Steenhaarplas. In samenwerking met Onderzoekcentrum B-WARE. In opdracht van Natuurmonumenten.
- De Becker, P. (2004) Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende Alno/Padion en Alnion incanae/gemeenschappen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Bell, J.S. & J.W. van 't Hullenaar (2013) Verkennende ecohydrologische gebiedsanalyse Galgenslat. Rapport Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle in opdracht van Natuurmonumenten.
- Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005) OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009) Biodiversity, vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.
- Haan, A. de & Siebum, M (1987). De veranderingen in vegetatiesamenstelling van oorspronkelijk zwakgebufferde wateren in de provincie Overijssel. Doctoraalverslag no. 225, Laboratorium voor Aquatische Oecologie, K.U. Nijmegen. 110 pp. + bijlagen.
- Kiwa Water Research & EGG (2007). Knelpunten- en kansenanalyse Natura 2000-gebieden (Natura 2000-gebied 53 - Buurserzand & Haaksbergerveen). Kiwa Water Research, Nieuwegein/EGG, Groningen.
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318-328.
- Lucassen, E. & Roelofs J. (2005). Vernatten met beleid: lessen uit het recente verleden. *Natuurhistorisch maandblad*, 94: 211-215.
- Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H₂O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitruising bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- Lucassen E.C.H.E.T., A.J.P Smolders & J.G.M Roelofs (2002). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. *Environmental Pollution* 120: 635-646.

- Lucassen, E.C.H.E.T. (2004). Biochemical constraints for restoration of sulphate-rich fens. Proefschrift, Katholieke Universiteit, Nijmegen, 150 pages.
- Lucassen, E. & Roelofs J. (2005). Vernatten met beleid: lessen uit het recente verleden. Natuurhistorisch maandblad, 94: 211-215.
- Lucassen, E. C. H. E. T., Smolders, A.J. P., Lamers, L. P. M. and Roelofs, J. G . M. (2005). Water table fluctuations and groundwater supply are important in preventing phosphate-eutrophication in sulphate-rich fens: Consequences for wetland restoration. Plant and Soil 109-115
- Lucassen, E.C.H.E.T., Loeffen, L., Popma, J., Verbaarschot, E., E. Remke, S, de Kort & J. Roelofs (2011) Bodemverzuring lijkt een sleutelrol te spelen in het verstoorde verjongingsproces van jeneverbes (*Juniperus communis*). *De Levende Natuur* 112 (6): 235-239.
- Lucassen, E., Van den Berg, L., Aben, R., Smolders, A., Roelofs, R. & R. Bobbink (2014) Bodemverzuring en achteruitgang zomereik. Landschap 4: 185-193.
- Lucassen, E., E. Brouwer, J. Roelofs & F. Smolders (2015) Bekalkingsproeven in de Hatertse vennen. B-WARE rapport 2016.27. In opdracht van Smeding Advies.
- Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Mullekom, M. van & F. Smolders (2012) Bodemchemisch onderzoek Gooiermars. Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Rapport 2012.34, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Mullekom, M. van & F. Smolders (2012) Bodemchemisch onderzoek Stelkampsveld. Rapportnummer: 2012.34, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Mullekom, M. van, F. Smolders & B. Timmermans (2014) Biogeochemisch onderzoek naar de natuurpotenties van voormalige landbouwgronden in het kader van de Subsidie Kwaliteitsimpuls Natuur & Landschap (SKNL). Rapportnummer: 2014.06, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Mullekom, M. van & A.J.P. Smolders (2017) Bodemonderzoek landbouwpercelen Landgoederenzone Oldenzaal. Onderzoekcentrum B-WARE rapportnummer: RP-16.124.17.12. In opdracht van Provincie Overijssel.
- Natuur en Milieu (2015). Natura 2000 ontwerp-beheerplan Buurserzand & Haaksbergerveen. Provincie Overijssel
- Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.
- Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture* circular No. 939.
- Schoumans, O. (2004) Inventarisatie van de fosfaatverzadiging van landbouwgronden in Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 730.4. 50 blz.; 11 fig.; 5 tab.; 35 ref.

- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 1: 12-15.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* 45: 701-708.
- Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.

.....

7. BIJLAGEN

Bijlage 1. Beknpte profielbeschrijvingen van de boorlocaties (B1 t/m B14) in het Galgenslat.

Datum	30-3-2017	Locatie/project											Volgnummer	1
Naam	Galgenslat	Projectcode	16.145											
Nr/code	Maatveld	Diepte	Grondsoort	BV	Typering	Zandig	Kleiig/Lemig	Bijmenging	Grindig	Kleur (max. 3 kleuren)	Overige opmerkingen	Monsterdieptes		
		Van	Tot									Code	Van	Tot
	Braak (B-ex-landbouw)			X	zwak	Z1	K1/L1	V1	H1	Geel (ge)	Inspoeling			
	Grasland (G)				matig	Z2	K2/L2	V2	H2	Bruin (br)	Uitspoeling			
	Akker (A)				sterk	Z3	K3/L3	V3	H3	Grijs (gr)	Verstoord/gevlekt			
	Schraal (S)									Beige (be)	Opgebracht			
	Ruigte (R)									Zwart (zw)	Veraard			
6	G	0	25	Z	x				H2	gr/zw or	gevekt	A	0	15
		25	100	Z						or		B	15	25
GWS												C	25	35
												D	35	45
GHG												E		
												F		
GLG														
												X-coord.	249402	
												Y-coord.	464264	
Huidige situatie:														
Wat is haalbaar?:														
Welke maatregelen?:														
Nr/code	Maatveld	Diepte	Grondsoort	BV	Typering	Zandig	Kleiig/Lemig	Bijmenging	Grindig	Kleur (max. 3 kleuren)	Overige opmerkingen	Monsterdieptes		
		Van	Tot									Code	Van	Tot
7	G	0	40	Z	x					gr/zw or		A	0	20
		40	50	Z						or/ge zw		B	20	40
GWS		50	100	Z						ge		C	40	50
												D	50	60
												E		
GHG												F		
GLG														
												X-coord.	249523	
												Y-coord.	464217	
Huidige situatie:														
Wat is haalbaar?:														
Welke maatregelen?:														

Datum	30-3-2017	Locatie/project			Volgnummer	2
Naam	Galgenslat	Projectcode	16.145			

Nr/code	Maalveld	Diepte		Grondsoort	BV	Typeering	Bijmenging			Kleur (max. 3 kleuren)			Overige opmerkingen	Monsterdieptes		
		Van	Tot				Kleiig/Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)		Code	Van	Tot
	Braak (B: ex-landbouw)			Zand (Z)	X	zwak	Z1	K1/L1	V1	H1	G1	Bruin (br)	Blauw (bl)	Roest		
	Grasland (G)			Klei (K)		matig	Z2	K2/L2	V2	H2	G2	Grijs (gr)	Rood (ro)	Keileem		
	Akker (A)			Veen (V)		sterk	Z3	K3/L3	V3	H3	G3	Beige (be)	Oranje (or)	Houtresten		
	Schraal (S)			Leem (L)								Zwart (zw)	Groen (gr)	Wortelresten		
	Ruigte (R)			Grind (G)										Puin/baksteen		
8	A	0	35	Z	x					H2		br zw gr			A	0 - 25
		35	100	Z								ge	vanaf 60 cm lichter		B	35 - 45
GWS															C	45 - 55
															D	-
															E	-
GHG															F	-
GLG																
																X-coord. 249574
																Y-coord. 464342

Huidige situatie:
Wat is haalbaar?:
Welke maatregelen?:

Nr/code	Maalveld	Diepte		Grondsoort	BV	Typeering	Bijmenging			Kleur (max. 3 kleuren)			Overige opmerkingen	Monsterdieptes		
		Van	Tot				Kleiig/Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)		Code	Van	Tot
9	A	0	40	Z	x					H3		br zw			A	0 - 25
		40	100	Z								ge			B	40 - 50
GWS															C	50 - 60
															D	-
															E	-
GHG															F	-
GLG																X-coord. 249722
																Y-coord. 464300

Huidige situatie:
Wat is haalbaar?:
Welke maatregelen?:

Datum 30-3-2017		Locatie/project Galgenslat		Volgnummer 3	
Naam Galgenslat		Projectcode 16.145			

Nr/code	Maaiveld Braak (B: ex-landbouw) Gasland (G) Akker (A) Schraal (S) Ruigte (R)	Diepte		Grondsoort BV Zand (Z) Klei (K) Veen (V) Leem (L) Grind (G)	Typering zwak matig sterk	Bijmenging			Kleur (max. 3 kleuren)			Overige opmerkingen		Monsterdieptes			
		Van	Tot			Kleiig/ Lemig	Zandig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)	Inspoeling	Code	Van	Tot	
10	A	0	30	Z	x				H2	zw gr					A	0	25
		30	40	Z						ge zw		zwarte vlekken			B	30	40
GWS		40	100							ge					C	40	50
															D		
															E		
GHG															F		
GLG																	
																X-coord.	249801
																Y-coord.	464429

Huidige situatie:
Wat is haalbaar?:
Welke maatregelen?:

Nr/code	Maaiveld	Diepte		Grondsoort BV	Bijmenging			Kleur (max. 3 kleuren)			Overige opmerkingen		Monsterdieptes				
		Van	Tot		Kleiig/ Lemig	Zandig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)	Inspoeling	Code	Van	Tot		
1	A	0	30	Z	x									A	0	25	
		30	80	Z							zw gr			B	30	40	
GWS		80	100	Z							ge			C	40	50	
											gr ge			D			
														E			
GHG														F			
GLG																	
															X-coord.	249193	
															Y-coord.	464198	

Huidige situatie:
Wat is haalbaar?:
Welke maatregelen?:

54

55

Datum	30-3-2017		Locatie/project				Volgnummer		6	
Naam	Galgenslat		Projectcode		16.145					

Nr/code	Maalveld	Diepte		Grondsoort	BV	Bijmenging				Kleur (max. 3 kleuren)			Overige opmerkingen	Monsterdieptes			
		Van	Tot			Zandig	Kleilig/Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)		Code	Van	Tot	
	Braak (B: ex-landbouw) Grasland (G) Akker (A) Schraal (S) Ruigte (R)			Zand (Z) Klei (K) Veen (V) Leem (L) Grind (G)	X	Typering	Zandig	Kleilig/Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)	Roest keileem Houtresten Wortelresten Puin/baksteen			
11	G	0	25	Z	x	zwak	Z1	K1/L1	V1	H1	G1	zw gr			A	0	15
		25	40	Z		matig	Z2	K2/L2	V2	H2	G2	or br zw			B	15	25
GWS		40	100	Z		sterk	Z3	K3/L3	V3	H3	G3	ge or	dieper lichter / grover zand vanaf 70 cm		C	25	40
															D	40	50
															E		
GHG															F		
GLG																X-coord.	249840
																Y-coord.	464259

Huidige situatie:
Wat is haalbaar?:
Welke maatregelen?:

Nr/code	Maalveld	Diepte		Grondsoort	BV	Bijmenging				Kleur (max. 3 kleuren)			Overige opmerkingen	Monsterdieptes			
		Van	Tot			Zandig	Kleilig/Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi) <th>Code</th> <th>Van</th> <th>Tot</th>		Code	Van	Tot	
12	G	0	30	Z						H2		zw gr			A	0	30
		30	45	Z						H2		zw ge	gevekt		B	30	45
GWS		45	70	Z						H3		zw	venbodem?		C	45	70
		70	100	Z								ge gr zw			D	70	95
															E		
GHG															F		
													2x geboord --> geen duidelijke venbodem aangetroffen				
GLG																X-coord.	249839
																Y-coord.	464123

Huidige situatie:
Wat is haalbaar?:
Welke maatregelen?:

Datum	30-3-2017
Naam	Galgenslat

Locatie/project	
Projectcode	16.145

Volgnummer	7
------------	---

Nr/code	Maaiveld	Diepte			Grondsoort	BV	Bijmenging						Kleur (max. 3 kleuren)		Overige opmerkingen	Monsterdieptes				
		Van	-	Tot			Typering	Zandig	Kleiig/ Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Geel (ge)	Wit (wi)		Code	Van	-	Tot	
	Braak (B: ex- landbouw) Grasland (G) Akker (A) Schraal (S) Ruigte (R)				Zand (Z) Klei (K) Veen (V) Leem (L) Grind (G)	X	zwak matig sterk	Z1 Z2 Z3	K1/L1 K2/L2 K3/L3	V1 V2 V3	H1 H2 H3	G1 G2 G3	Geel (ge) Bruin (br) Grijs (gr) Beige (be) Zwart (zw)	Wit (wi) Blauw (bl) Rood (ro) Oranje (or) Groen (gr)	Inspoeling Uitspoeling Verstoord/gevlekt Opgebracht Veraard	Roest Keileem Houtresten Wortelresten Puin/baksteen				
14	G	0	-	20	Z	x					H3		zw br			A	0	-	20	
		20	-	40	Z	x						H3		zw br			B	20	-	40
GWS		40	-	100	Z									ge or			C	40	-	50
			-														D	50	-	60
			-														E		-	
GHG			-														F		-	
			-																	
			-																	
GLG			-																	
			-																	
			-													X-coord.	249988			
			-													Y-coord.	464137			

Huidige situatie:

Wat is haalbaar?:

Welke maatregelen?:

Nr/code	Maaiveld	Diepte			Grondsoort	BV	Bijmenging						Kleur (max. 3 kleuren)	Overige opmerkingen	Monsterdieptes			
		Van	-	Tot			Zandig	Kleiig/ Lemig	Venig	Humeus	Grindig	Code			Van	-	Tot	
13	G	0	-	35	Z	x					H2		zw gr		A	0	-	20
GWS		35	-	100	Z								ge		B	20	-	35
															C	35	-	45
															D	45	-	55
GHG															E			
															F			
GLG																		

Huidige situatie:

Wat is haalbaar?:

Welke maatregelen?:

Bijlage 2. Kruidenrijke akkers

Akkerbeheer is een zeer intensieve vorm van beheer. Dit heeft onder andere tot gevolg dat het beheer een groot stempel drukt op de samenstelling van de akkeronkruidenflora. De financiering van dit beheer vindt voor een deel plaats uit oogstopbrengsten. Recent onderzoek aan reservaatssakkers in Limburg, Brabant en in mindere mate Gelderland, Overijssel, Utrecht en Drenthe laat zien dat op grond van de abiotiek en akkerflora onderscheid gemaakt kan worden in grofweg 4 typen akkers op de zandgronden (tabel A). Meest sturende factoren in de ontwikkeling van deze akkers zijn de directe beschikbaarheid van voedingsstoffen (met name nitraat, in mindere mate fosfaat en kalium), en de zuurgraad van de bodem. Ook kunnen veel van de meer bijzondere akkeronkruiden van zandgronden relatief goed groeien op droge bodem, waardoor ook rekening moet worden gehouden met factoren als expositie, grondwaterstand en gehalte organisch stof in de bodem. De dikte van de bouwvoor is zowel van invloed op de vochtvoorziening als de nutriëntenvoorziening, en daarmee ook een factor van belang. Verder is gebleken dat de samenstelling van de zaadbank een sterk vertragende invloed heeft op zowel positieve als negatieve wijzigingen in de akkerflora.

Tabel A. Voorlopige indeling van akkertypen op zandgronden, op basis van lopend onderzoek voor de provincie Noord-Brabant.

Akkertype	Zuurgraad (pH NaCl)	Nitraat ($\mu\text{mol/kg DW}$)	Soorten	Opbrengst
Korensla-type	4-5	< 150	Korensla, Eenjarige hardbloem, Valse kamille	1-2 ton/ha
Handjesereprijs-type	5-6	< 150	Handjesereprijs, Ruige klapproos, Zandmuur	1-2 ton/ha
Korenbloem-type	4-6	150-270	Korenbloem, Echte kamille, Hoenderbeet	2-3 ton/ha
Voedselrijke akker	4-6	> 270	Melganzevoet, Perzikkruid, Zwarte nachtschade	> 3 ton/ha

Bron: Emiel Brouwer, B-WARE.

Veel akkeronkruiden doen het ook prima bij hogere nutriëntengehalten. Wanneer de nitraatconcentraties te hoog zijn wordt geadviseerd om eerste enkele jaren graan te verbouwen zonder bemesting. De concentraties dalen hierdoor vermoedelijk naar een niveau waarop de meer nitrofiële, bedreigde soorten het goed kunnen doen. Bij hoge totaal-P gehalten is er wel kans op explosieve ontwikkeling van wortelonkruiden. Deze kan het beste worden onderdrukt door een goede gewasgroei, waarvoor matig hoge nitraatbeschikbaarheden nodig zijn. Onder zulke omstandigheden liggen er in eerste instantie kansen voor bijvoorbeeld Korenbloem, Bleke klapproos, Gewone klapproos, Dauwnetel, Kromhals (zomergraan), Gele ganzenbloem, Echte kamille, Akkerandoorn (zomergraan), Hoenderbeet (zomergraan), Bolderik en Dreps. Wanneer de nitraatbeschikbaarheid verder daalt zijn er ook kansen voor Valse kamille, Bleekgele hennepnetel, Kleine leeuwenklauw, Akkerleeuwenbek (zomergraan), Ruige klapproos, Glad biggenkruid, Slofhak, Eenjarige hardbloem en Gewone spurrie (zomergraan). De genoemde soorten moeten wel worden

uitgezaaid. Reken daarbij wel op aanvangsproblemen: het duurt een aantal jaren voordat de gewenste zaadbank opgebouwd is.



Figuur A. Foto's van kruidenrijke akkers met korenbloem en gele ganzenbloem (links) en grote klaproos met korenbloem en kamille (rechts). Foto's Emiel Brouwer

Kruidenrijke akkers zijn een grote zeldzaamheid geworden. Dit is vooral het gevolg van een combinatie van zeer intensieve bodembewerking, herbicidegebruik en veel bemesting. Voor herstel van de kruidenrijkdom op zulke bodems is een combinatie van maatregelen nodig. Allereerst is dat het beëindigen van het herbicidegebruik. Daarna is er een drietal problemen:

- Te hoge beschikbaarheid van voedingsstoffen
- Groot potentieel voor dominantie van ongewenste wortelonkruiden
- Afwezigheid van een zaadbank
- Beschikbaarheid voedingsstoffen

Metingen aan akkers op zandgronden met een grote range aan kruidenrijkdom laten zien dat de huidige vegetatiekundige indeling in grote mate samenhangt met de voedselrijkdom van de bodem. Er is een groepje soorten die op vrij voedselarme bodems voorkomt (50-200 micromol nitraat/liter) en er is een bredere groep soorten die op matig voedselrijke bodems voorkomt (100-300 micromol nitraat/liter) (Verbeek e.a., 2015). Op nog voedselrijkere bodems komt vooral een soortenarme akkerflora voor. Bij het stopzetten van bemesting daalt de nitraatbeschikbaarheid snel. Na enkele jaren is deze op een niveau gekomen dat past bij een kruidenrijke akker. Op de langere termijn moet zelfs in beperkte mate stikstof bijgemest worden om een te voedselarme situatie te voorkomen.

In tegenstelling tot de eenjarige akkeronkruiden, reageren overblijvende wortelonkruiden zoals kweek en akkerdistel ook sterk op de fosfaatvoorraad. Hoe fosfaatrijker de bodem, hoe eerder deze soorten een probleem kunnen vormen. Er zal dan ook een intensievere bodembewerking nodig zijn om deze soorten onder de duim te houden. Op veel voormalige landbouwpercelen die al langer als natuurakker in beheer zijn en niet meer worden bemest ontstaat het volgende probleem. Door het stopzetten van bemesting groeit het gewas minder snel en ontstaan er veel gaten in de vegetatie. Echter, door de lage beschikbaarheid van nitraat en orthofosfaat (stopzetten bemesting) groeien de gewenste eenjarigen slecht. Maar door de grote voorraad fosfor (Olsen-P, totaal P) uit het verleden nemen wortelonkruiden sterk toe. Indien er niet regelmatig extra bodembewerkingen worden uitgevoerd om deze onder de duim te houden, zullen de wortelonkruiden dan dominant worden.

In veel agrarische percelen komen al tientallen jaren geen bijzondere akkeronkruiden meer voor. De zaadbank is dan ook volledig uitgeput. Op een grotere schaal zijn de doelsoorten in het hele landschap zeldzaam geworden, en kunnen een opnieuw geschikte locatie vrijwel onmogelijk zelf bereiken. Een zaadbank met een hoge dichtheid aan doelsoorten is juist essentieel om een stabiele, kruidenrijke akker te krijgen. Elk jaar wordt de bodem bewerkt en het startpunt, de zaadbank, bepaalt in hoge mate welke soorten er dat jaar succesvol zijn. Eenmalig of liefst herhaaldelijk inzaaien van doelsoorten is dus een belangrijke aanvullende maatregel.

Wanneer sprake is van een voedselrijke bouwvoor is dit een ideale uitgangssituatie voor eutrafente wortelonkruiden als kweek, akkerdistel en akkermelkdistel. De stuurknop ligt in de beschikbaarheid van stikstof. Zonder bijmesting zal de beschikbaarheid hiervan na verloop van tijd voldoende dalen om de gewasproductie zodanig af te remmen dat er ruimte ontstaat voor eenjarigen. Het gaat dan vooral om soorten van de matig voedselrijke akkers, zoals Korenbloem, Grote klaproos, Echte Kamille, Gele ganzenbloem, Dreps en Dauwnetel.

De volgende maatregelen kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van een soortenrijke de akker:

- De eerste jaren teelt en oogst van graan, eventueel afgewisseld met Italiaans raaigras e.d. De gewasdicthheid is liefst zo groot dat er geen akkeronkruiden groeien. Geen bemesting meer. Wel ploegen, en eventueel extra bodembewerking wanneer er veel wortelonkruiden groeien.
- Als de gewasdicthheid zodanig afneemt dat er ruimte voor akkeronkruiden ontstaat moet er een mengsel van doelsoorten worden ingezaaid. Dit moet wel een mengsel van inheemse oorsprong zijn! Vanwege de grote fosforvoorraad regelmatig ook extra bodembewerking tegen wortelonkruiden.
- Wellicht is op de lange termijn weer enige bemesting nodig om de nitraatbeschikbaarheid op peil te houden. Ook op de lange termijn is waakzaamheid voor wortelonkruiden geboden.

Literatuur:

P.J.M. Verbeek, U. Prins, E. Brouwer, S. Luijten, G. Oostermeijer & M.C. Scherpenisse, 2016. Eindrapportage Herstel biodiversiteit van akkers in Noord-Brabant, 2013 t/m 2015. Vervolg op project 2011/2012. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Nijmegen.

