

Herstelplan Eerder Broek

Definitief rapport

Zwolle, augustus 2016



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

in opdracht van:



Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

E-mail: hullenaar@live.com / belljudybell@outlook.com

Projecttitel: Herstelplan Eerder Broek

Opdrachtgever: Provincie Overijssel

Projectgroep: F. van Belle (Provincie Overijssel), B. de Haan, D. Vreugdenhil, N. Nieuwenhuis,
J. Driehuis, M. van der Paauw & J. Schouten (allen Natuurmonumenten)

Auteurs: J.S. Bell & J.W. van 't Hullenaar (Bureau Bell 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	Ecohydrologische systeembeschrijving	4
2.1	Topografische ligging en algemene informatie	4
2.2	Geologie en geohydrologische opbouw	8
2.3	Geomorfologie	14
2.4	Bodem	15
2.5	Hoofd-oppervlaktewatersysteem	18
2.6	Grondwatersysteem	18
2.7	Vegetatie	22
2.8	Ecohydrologisch functioneren	25
2.8.1	Inleiding	25
2.8.2	Ecohydrologisch dwarsprofiel Eerder Achterbroek	25
2.8.3	Mini-dwarsprofielen elders in het Eerder Achterbroek	27
2.8.4	Lokale systemen in de heidegebieden	28
3	Veldonderzoek	31
3.1	Methode	31
3.2	Resultaten onderzoek bodemopbouw	32
3.3	Belangrijkste resultaten bodemchemisch onderzoek	36
3.4	Resultaten inventarisatie lokale oppervlaktewatersysteem	37
3.5	Resultaten inventarisatie (overgangen naar) de heideterreinen	41
4	Synthese en conclusies	44
5	Herstelplan	46
5.1	Inleiding	46
5.2	Doelstellingen en randvoorwaarden	47
5.3	Plan in hoofdlijnen	48
5.4	Nadere planuitwerking per deelsysteem	51
5.4.1	Deelsysteem EA2.1.1	51
5.4.2	Deelsysteem EA2.1.2	52
5.4.3	Deelsysteem EA2.2.1	53
5.4.4	Deelsysteem EA2.2.2	54
5.4.5	Deelsysteem EA2.2.3	55
5.5	Voorkomen wateroverlast ter plaatse verpachte gronden, bebouwing en wegen	56
5.6	Hydrologische monitoring	56

Bijlagen

Literatuur

1 Inleiding

Het Eerder Broek maakt deel uit van het Eerder Achterbroek, en het Eerder Achterbroek vormt het oostelijk deel van het natuurgebied Eerde (zie topografische overzichtskaart, figuur 1.1). Natuurgebied Eerde is onderdeel van het Natura 2000-gebied Vecht- en Beneden Reggegebied. Het Eerder Broek betreft een kleinschalig heideontginnings-landschap, met een afwisseling van graslanden in dalen en heideveldjes / bosjes op dekzandkoppen en ruggen.

Het Eerder Broek heeft (net als de rest van natuurgebied Eerde) te kampen met een verdrogingsprobleem. Een tweede belangrijk probleem vormt de hoge voedselrijkdom van de gronden in het dalenstelsel, als gevolg van het (voormalige) agrarische beheer door pachters. Deze problemen leiden ertoe dat de voor het gebied karakteristieke, ecologisch waardevolle, grondwaterafhankelijke natuurtypen (waaronder een aantal habitattypen) momenteel slechts mondjesmaat, en voor zover aanwezig vaak in afgetakelde vorm, voorkomen.

Uit eerder uitgevoerd ecohydrologisch onderzoek (Bell Hullenaar, 2013) volgt dat er in het Eerder Achterbroek zeer goede mogelijkheden aanwezig zijn voor herstel / ontwikkeling van de karakteristieke grondwaterafhankelijke vegetaties, waaronder prioritaire habitattypen. Dit komt vooral doordat het verdrogingsprobleem hier met name veroorzaakt wordt door het lokale slotenstelsel. Het Eerder Broek is extra kansrijk doordat dit deelgebied in het bovenstroomse uiteinde van het stelsel ligt. Daarom heeft Natuurmonumenten hoge prioriteit gegeven aan het pachtvrij maken van dit deelgebied, en dit heeft erin geresulteerd dat inmiddels het bovenstrooms gelegen gebied (voor zover gelegen binnen het eigendom van Natuurmonumenten) pachtvrij is (of binnenkort kan worden gemaakt): dit is de zone die is begrenst als het projectgebied.

De maatregelen die in het projectgebied Eerder Broek (en ook in de rest van het Eerder Achterbroek) getroffen moeten worden voor aanpak van de knelpunten / benutting van de kansen zijn ook opgenomen in het traject van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Het betreft hierbij:

- M1a: Verwijderen detailontwatering in Eerder Achterbroek.
- M1c: Dempen leggerwaterlopen in Eerder Achterbroek.
- M1f: Verwijderen ontwatering en inrichting percelen nieuwe natuur EHS in Eerder Achterbroek.

Om tot een optimaal resultaat te komen dient voor het Eerder Broek op basis van een goed inzicht in de werking van het hydrologische systeem een concreet herstelplan te worden opgesteld. Voor het benodigde systeeminzicht kan gebruik gemaakt worden van de informatie die is voortgekomen uit het eerder uitgevoerde project 'Ecohydrologisch herstel natuurgebied Eerde' (Bell Hullenaar, 2013). Om tot een goed eindresultaat te komen dienen vooruitlopend op de planuitwerking bepaalde zaken wel nader onderzocht te worden. Het betreft hierbij de bodemopbouw, de bodemchemische toestand en het functioneren van het lokale sloten- en greppelstelsel ter plaatse van de voormalige landbouwgronden.

Het Eerder Achterbroek is ook een gebied met een hoge cultuurhistorische waarde. Vanwege het aantrekkelijke landschap en de natuurwaarden is het ook een prachtig wandelgebied. Verder zullen ten zuiden van het projectgebied pachters actief blijven. Ook is binnen het projectgebied en direct ten zuiden hiervan bebouwing aanwezig. Bij de planuitwerking dient dus ook nadrukkelijk rekening gehouden te worden met al deze aspecten. Als leidraad hiervoor is de 'Natuurvisie landgoed Eerde 2015-2033 (Natuurmonumenten, 2015) gebruikt en het conceptplan is ook besproken met de cultuurhistoricus M. Purmer van Natuurmonumenten (zie ook paragraaf 5.1: inleiding van het herstelplan).

Om tot een verbetering van de ontwikkeling van de heideterreinen te komen is door Natuurmonumenten enkele jaren geleden het plan 'Heideherstel landgoed Eerde' opgesteld (Bokeloh, Vreugdenhil & Van Rooden, 2012). Ook de informatie die ten grondslag ligt aan dit plan is geraadpleegd en bij de planuitwerking voor de voormalige landbouwgronden in het dalenstelsel is nadrukkelijk aangesloten op het plan voor het heideherstel.

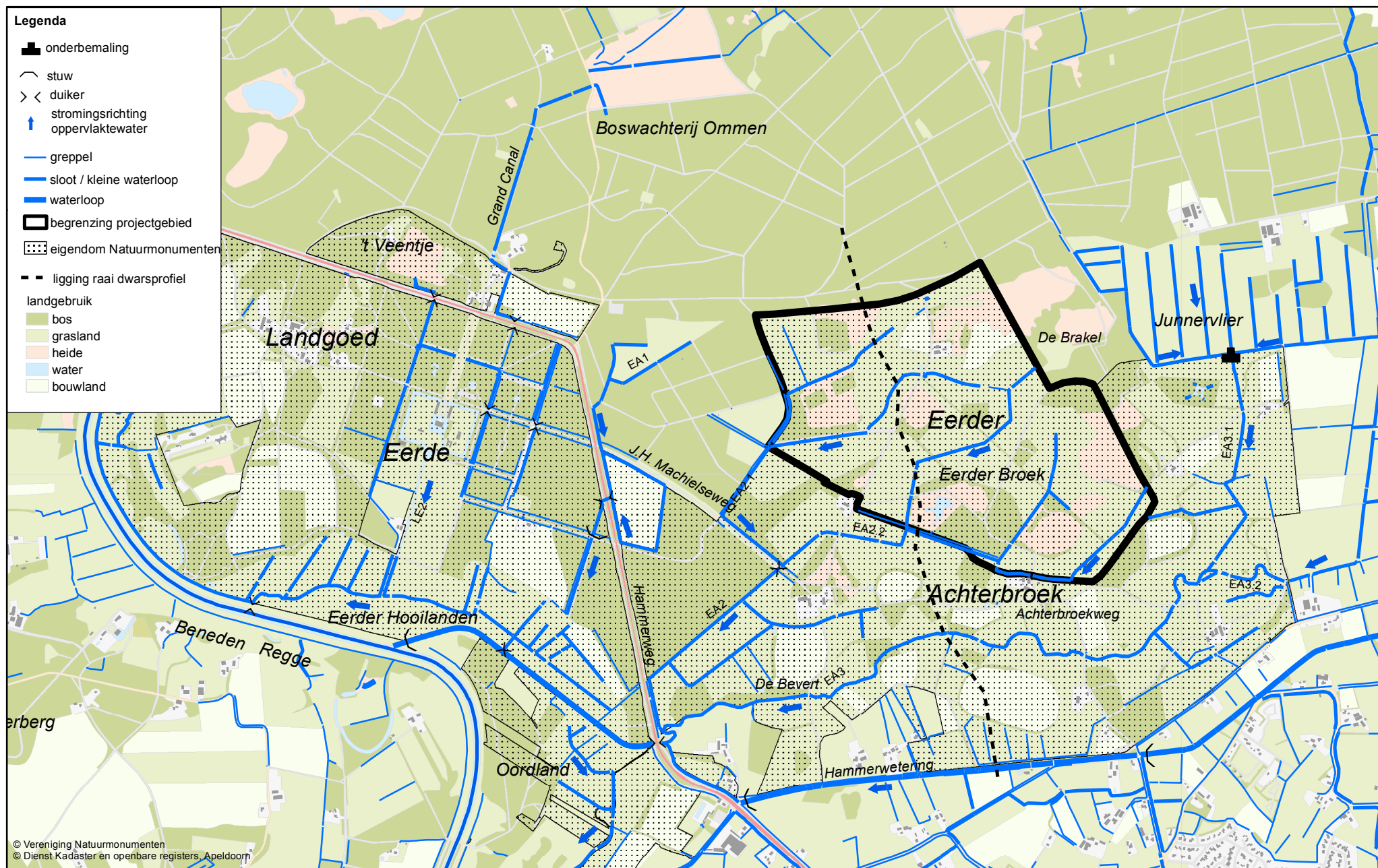
Doelstelling

Opstellen van een herstelplan voor het Eerder Broek, op basis van het eerder uitgevoerde ecohydrologische onderzoek en aanvullend veldonderzoek ten aanzien van het functioneren van het lokale slotenstelsel, de bodemopbouw en de bodemchemische toestand, in aansluiting op het plan voor het heideherstel en nadrukkelijk rekening houdend met de hoge cultuurhistorische en recreatieve waarden van het gebied, de belangen van de bewoners en de belangen van de pachters in het zuidelijke deel van het Eerder Achterbroek.

Aanpak

Het project is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Toestpitsen van de eerder opgestelde gebieds- / systeembeschrijving op het Eerder Broek (hoofdstuk 2), waarbij eerst wordt ingegaan op de topografische ligging en andere meer algemene aspecten, en vervolgens op de geologie & geohydrologische opbouw, de geomorfologie, de bodem, het hoofdoppervlaktewatersysteem, het grondwatersysteem, de vegetatie en het ecohydrologisch functioneren.
- Uitvoering van aanvullend veldonderzoek (hoofdstuk 3). Dit onderzoek bestaat uit drie onderdelen:
 - o Onderzoek naar de bodemopbouw van de voormalige landbouwgronden. Dit deelonderzoek is bedoeld om de dikte van de bouwvoor te bepalen, de eventuele aanwezigheid / dikte van een lemige toplaag vast te stellen, en om af te leiden of sprake is van antropogene verstoring van de bodem (ophoging / afgraving, diep ploegen, etc).
 - o Bodemchemisch onderzoek ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. Dit deelonderzoek is bedoeld om vast te stellen hoe fosfaatrijk de toplaag is, hoe dik deze laag is en wat de beste methode is om effectieve verschraling van de bodem tot stand te brengen (afplaggen toplaag, uitmijnen of maaien).
 - o Kartering van het lokale sloten- en greppelstelsel van het Eerder Broek. Dit deelonderzoek is uitgevoerd om een goede basis te krijgen voor de herinrichting van het stelsel ten behoeve van een goede verdrogingsbestrijding met respect voor de cultuurhistorie en andere belangen (bebouwing en begaandbaarheid paden / onverharde wegen). Ook is geïnventariseerd op welke wijze de aansluitingen op de heideterreinen kunnen worden hersteld, ten behoeve van een optimale ontwikkeling van waardevolle gradiënten.
- Synthese en conclusies van de (op het Eerder Broek toegespitste) systeemanalyse en het aanvullende veldonderzoek (hoofdstuk 4).
- Planuitwerking (hoofdstuk 5).



2 Ecohydrologische systeembeschrijving

2.1 Topografische ligging en algemene informatie

(zie figuren 1.1 en 2.1)

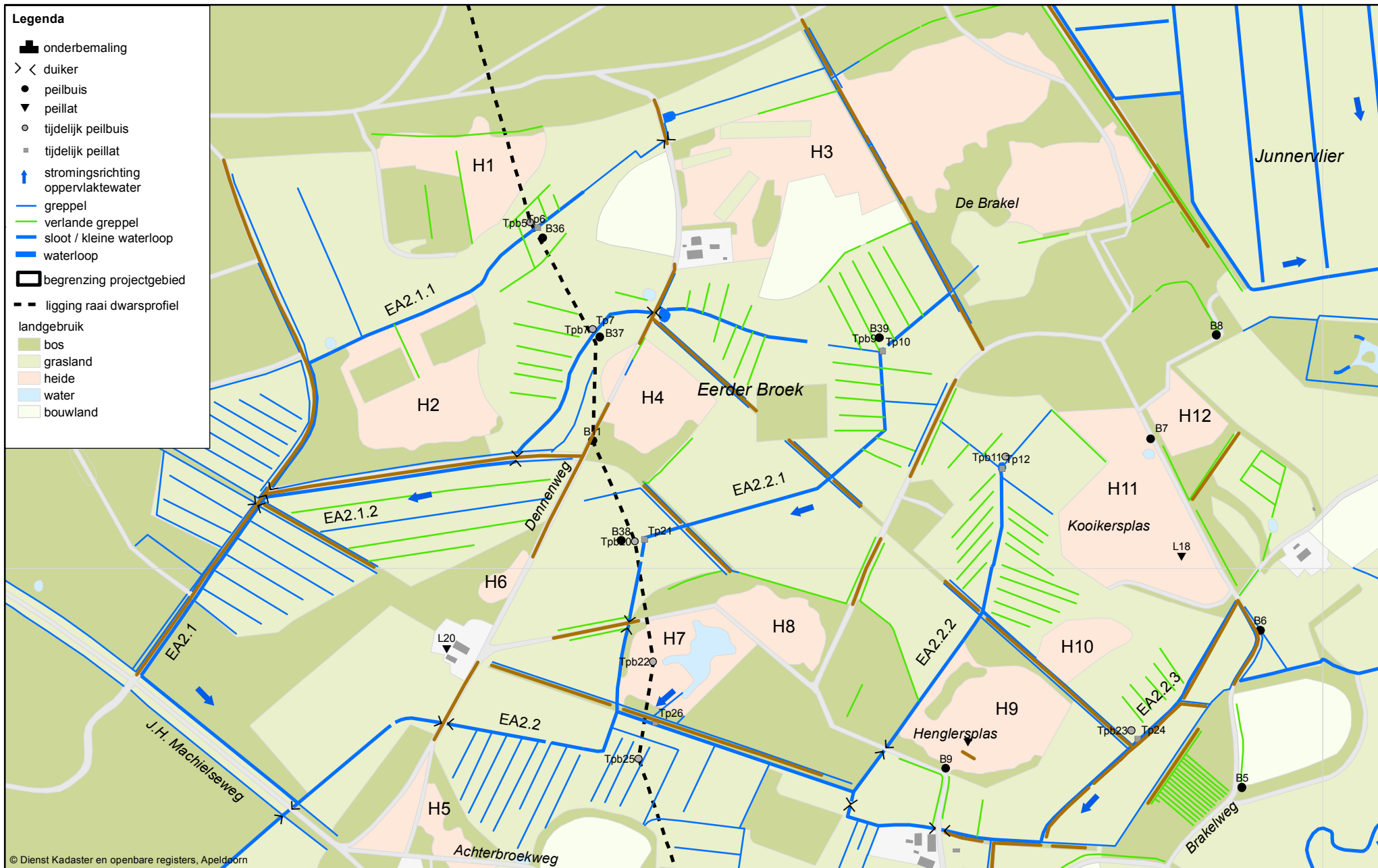
Huidige situatie

In het Eerder Broek is een cultuurhistorisch waardevol kleinschalig heideontginnings-landschap aanwezig, met een afwisseling van graslanden, enkele akkertjes, houtwallen, kleine heidevelden en bospercelen. Ten zuiden van het Eerder Broek ligt het Achterbroek: een zeer oud, kleinschalig kampenlandschap, met een wat meer besloten karakter. In het Achterbroek ligt ook het beekdal van de Bevert (zie figuur 1.1).

De meeste gronden binnen het projectgebied zijn inmiddels door Natuurmonumenten pachtvrij gemaakt. Voor zover dit nog niet het geval is, zijn er momenteel onderhandelingen gaande om dit op korte termijn wel te realiseren. Ten westen, zuiden en oosten van het projectgebied zullen veel gronden (nog) regulier verpacht blijven worden. Ten zuiden en ten oosten van het projectgebied betreft het gronden die eigendom zijn van Natuurmonumenten. Ten westen van het projectgebied betreft het enkele percelen van Staatsbosbeheer.

De reeds pachtvrije / nog pachtvrij te maken gronden binnen het projectgebied betreffen de delen die op de topografische kaart zijn aangegeven als grasland. In deze delen speelt behalve het verdrogingsprobleem dus ook het probleem van een te hoge fosfaatrijkdom vanwege de (vroegere) bemesting van de landbouwgronden.

Het projectgebied wordt aan de noordzijde begrenst door de Boswachterij Ommen (van Staatsbosbeheer). Ten noordoosten van het projectgebied ligt het natuurgebiedje De Brakel van Staatsbosbeheer. De Brakel vormt landschappelijk gezien een geheel met het Eerder Broek / Eerder Achterbroek, maar behoort tot het object Boswachterij Ommen van Staatsbosbeheer. In de Brakel is een klein, redelijk goed ontwikkeld nat schraalgraslandje aanwezig dat kan dienen als referentie voor het Eerder Broek, en daarom ook in deze systeembeschrijving aan bod zal komen. Ten oosten van De Brakel ligt het landbouwgebied Junnervlier. Het slotenstelsel van dit landbouwgebied wordt onderbemalen. Om af te leiden of de onderbemaling negatief effect heeft op het ecohydrologisch functioneren van De Brakel wordt momenteel door Bell Hullenaar in opdracht van de Provincie Overijssel een onderzoek uitgevoerd.



Historische situatie rond 1850

In figuur 2.2 is de topografische ligging van het gebied rond 1850 weergegeven. Het Eerder Broek was toen nog niet ontgonnen. De ontginning in het zuidelijke deel van het Eerder Achterbroek (dat toen het Achterbroek werd genoemd) was al wel begonnen. Uit de toevoeging 'broek' volgt dat beide gebieden, vooral voordat ontginning plaatsvond, erg nat waren.

Ook Junnervlier was rond 1850 nog niet ontgonnen. Hier was een moerassig gebied aanwezig. Plaatsnamen met vlier erin wijzen naar het voorkomen van moerassig grond met een veenlaag er op. Gezien de hier gehanteerde arcering was dit gebied nog natter dan het Eerder Broek en het Achterbroek.

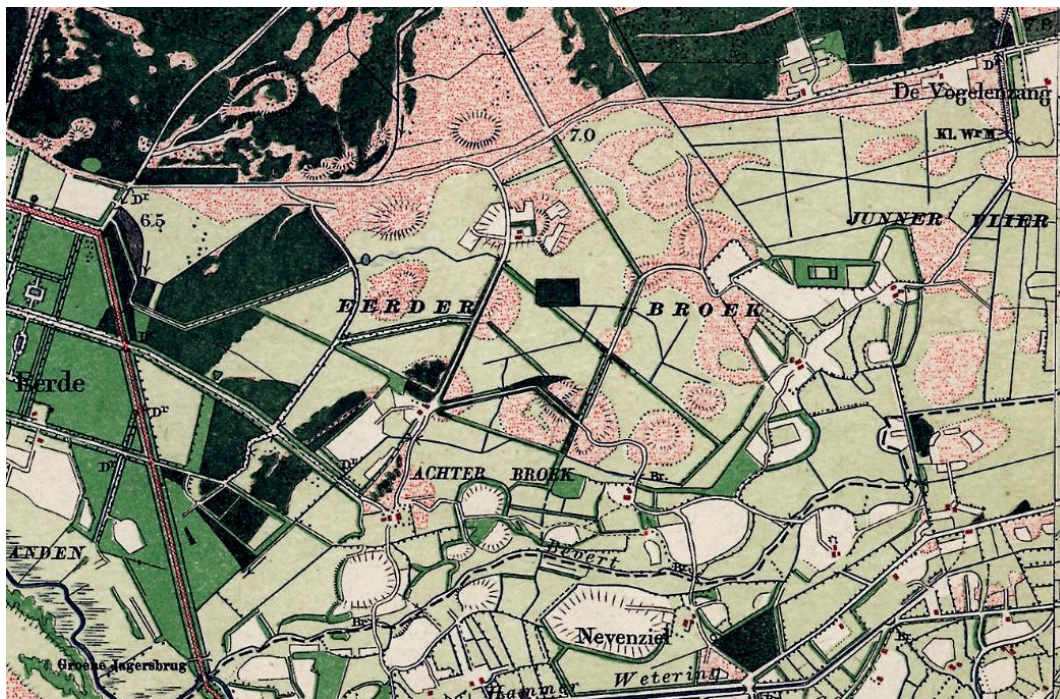


Figuur 2.2 Historische kaart van rond 1850

Historische situatie rond 1900

In figuur 2.3 is de historische kaart van rond 1900 weergegeven. De ontginning van het Eerder Achterbroek is dan inmiddels tot en met het Eerder Broek voortgeschreden, echter op bescheiden wijze, vooral in het noordelijke deel van het Eerder Broek (inclusief De Brakel). Rond 1900 was er vooral een afwisseling van heide en soms een akker op de dekzandruggen en vele (schraal)graslanden in de lage delen aanwezig, in combinatie met een aantal houtwallen die het gebied doorkruisen. Dit landschap is tot op heden in grote lijnen bewaard gebleven. Een verschil met de huidige situatie is dat (met uitzondering van de houtwallen) bos destijds vrijwel geheel ontbrak in het Eerder Broek.

Rond 1900 was Junnervlier inmiddels ontgonnen. De vorm en dichtheid van het slotenstelsel was weliswaar anders dan nu, maar had wel ongeveer dezelfde omtrek. De onderbemaling ontbreekt dan nog. De afvoer van het stelsel verliep toen in zuidoostelijke richting, niet via de huidige afvoersloot, maar via een verder oostelijk gelegen sloot. De huidige afvoerloop van de onderbemaling was destijds alleen een lokaal slootje. Begin jaren vijftig is het slotenstelsel zoals dit ook nu nog aanwezig is aangelegd.



Figuur 2.3 Historische kaart van rond 1900

2.2 Geologie en geohydrologische opbouw

Inleiding

De geologie en de geohydrologische opbouw van Eerder Achterbroek worden beschreven aan de hand van verticale doorsneden van het Regis II model van NITG TNO (figuur 2.4). Het betreft hierbij in de eerste plaats twee versies van een noordwest-zuidoost georiënteerd dwarsprofiel van het onderzoeksgebied en omgeving (figuur 2.4a). De bovenste versie betreft een overzichtsprofiel tot op een diepte van 165 m -NAP, en in het hieronder weergegeven dwarsprofiel wordt ingezoomd op de ondiepe bodemlagen (tot circa 50 m -NAP). Figuur 2.4b betreft twee versies (een uitgezoomde en een ingezoomde) van een zuidwest-noordoost georiënteerd profiel. De codes van de geologische formaties die in de dwarsprofielen worden genoemd worden in onderstaande tekst verklaard.

Geologie

Vanaf een diepte van 70 m -NAP zijn Tertiaire mariene afzettingen aanwezig. Vanaf circa 110 m -NAP bestaan deze uit kleien van de Formatie van Breda (brk1) met hierboven zanden van de Formatie van Oosterhout (ooz1, ooz2 en ooz3). Boven de mariene afzettingen is in het Pleistoceen een dik pakket rivierzanden afgezet. Deze zanden behoren tot de Formaties van Peize en Waalre (pzwaz7 en pzwaz4). De afzettingen komen vertand voor, vanwege de aanwezigheid van het samensvloeiingsgebied van de Baltische riviergebied (Formatie van Peize) en de Rijn (Formatie van Waalre). Vrij hoog in de afzettingen komt ook een complexe eenheid voor (pzc) met een afwisseling van zandige, kleiige en organogene afzettingen.

In de Saale-ijstijd drongen ijstongen in het gebied door en werden in de omgeving van het Eerder Achterbroek stuwwallen gevormd (Archemerberg en Lemelerberg) en werd er plaatselijk keileem afgezet. De keileem behoort tot de Formatie van Drenthe, laagpakket van Gieten (drgik1). Volgens Regis II is de keileem aanwezig onder het hele onderzoeksgebied en neemt in dikte toe van circa 4m in het oosten tot circa 8m in het westen. De grens van de verbreiding van de keileem ligt in het zuidwestelijke deel van de Brakel. Dit is echter gebaseerd op een beperkt aantal boringen met een vrij grote onderlinge afstand. De keileem ontbreekt in ieder geval bij de boring B22D0109, een diepe boring aan de rand van Junnervlier, en is wel aangeboord in de diepe boring B28A0155, net buiten de zuidelijke begrenzing van het onderzoeksgebied. In het onderzoek Ecohydrologisch herstel natuurgebied Eerde, Bell Hullenaar, 2013 is ook ingegaan over de onzekerheid van de verbreiding van de keileem op basis van raadpleging van meerdere boorbeschrijvingen van diepe boringen die niet meegenomen zijn bij de vervaardiging van de REGIS-kaart. De verbreiding en dikte van de keileem (drgik1) volgens Regis is weergegeven in figuur 2.5. Bij het afsmelten van het landijs kwamen grove fluvioglaciale zanden tot afzetting (Formatie van Drenthe: drz3).

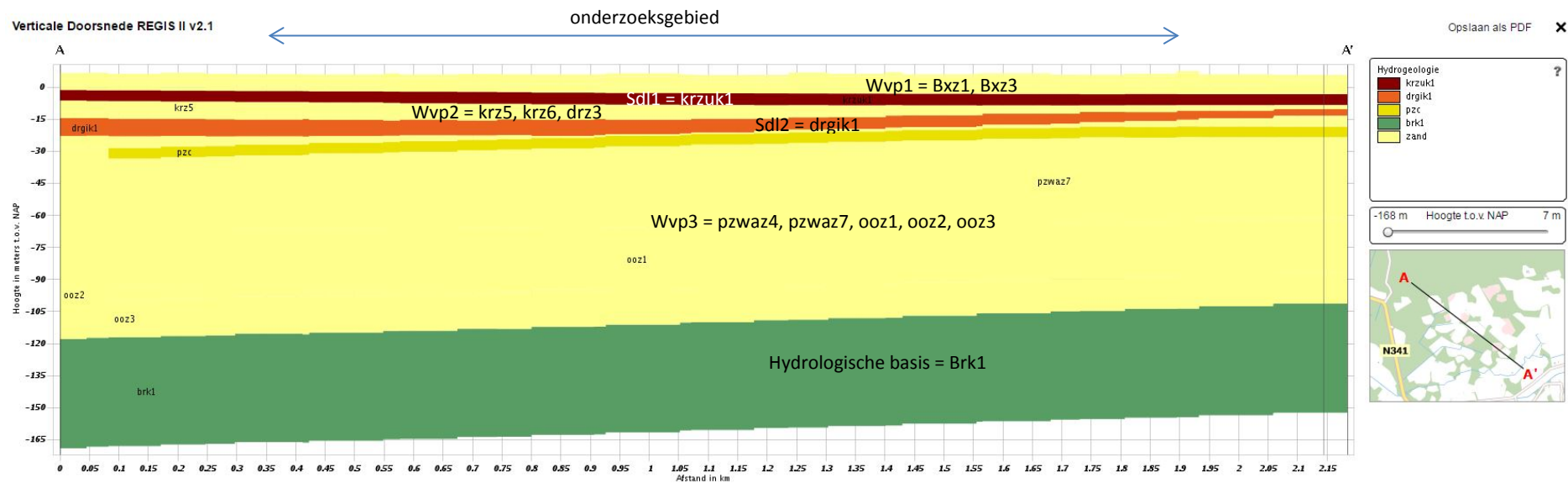
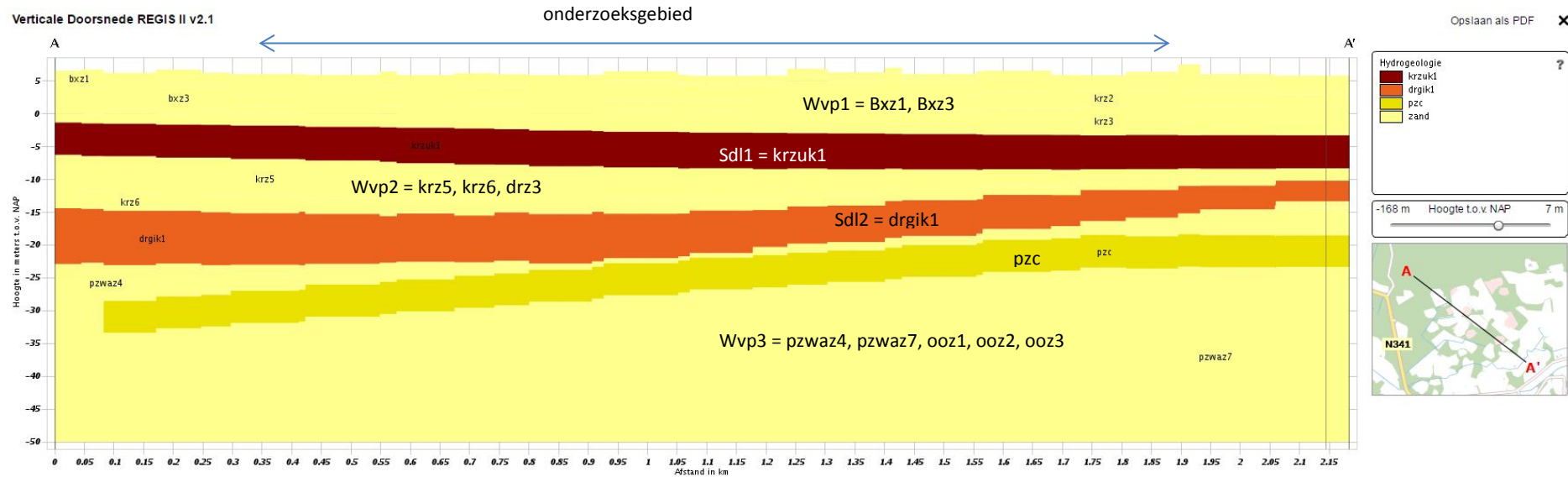
Tijdens de interglaciale periode van het Eemien werden eerst door een vlechtende Rijn grove zandige sedimenten afgezet in het gebied. Deze zanden behoren tot de Formatie van Kreftenheye (krz5 en krz6). Met de verdergaande opwarming later in deze periode begon de zeespiegel te stijgen. De Rijn verandert in een kronkelende, meanderende stroom. In dit rustig milieu zijn klei en veen afgezet. De klei en het veen behoren tot het Laagpakket van Zutphen (krzuk1). De verbreiding en dikte van het Laagpakket van Zutphen is weergegeven in figuur 2.6. Hieruit blijkt dat deze laag onder het onderzoeksgebied volgens de gegevens uit Regis II tussen de 5 en 6 meter dik is. De bovenkant van deze laag bevindt zich op circa 10 m onder maaiveld (zie figuren 2.3a en 2.3b). In feite zijn er ook voor de vervaardiging van deze laag weinig boorgegevens gebruikt waardoor de kaartbeeld vooral indicatief moet worden gebruikt.

In de laatste ijstijd, het Weichselien, bereikte het landijs Nederland niet, maar was de invloed van het koude klimaat wel merkbaar. In het Midden-Weichselien raakte de bodem tot op grotere diepte permanent bevroren. Regen- en dooiwater konden niet in de permafrost doordringen en moesten over het oppervlak afgevoerd worden. Er ontstond een uitgebreid stelsel van beken en kleine riviertjes, waarin zogenaamde fluvioperiglaciale afzettingen gevormd werden. Dit zijn fijne tot grove zanden met grind, leemlaagjes en dunne veenbandjes. In het zeer koude, laatste deel van het Midden Weichselien was er minder neerslag waardoor in het kale gebied zandverstuivingen optraden. De windafzettingen uit deze tijd worden oud dekzand genoemd, en bestaan uit een afwisseling van horizontale laagjes lemig en niet lemig fijn zand, dat als deken over de ondergrond ligt. In de laatste fase van deze ijstijd kan door het verdwijnen van de permafrost het water in de ondergrond wegzakken, waardoor de bovengrond verder kon uitdrogen en ondanks de aanwezige vegetatie kon de wind veel zand verstuiven. Door de aanwezigheid van een vegetatiedek werden deze zanden echter niet meer als een homogeen dek afgezet, maar werden lage duinen gevormd. Dit zand is vaak duidelijk grover dan dat van het oude dekzand, terwijl de gelaagdheid met lemige bandjes vrijwel altijd ontbreekt. Al deze afzettingen uit het Weichselien behoren tot de Formatie van Boxtel. In de verticale doorsneden van Regis II zijn alleen de zandige afzettingen weergegeven (Bxz1 en Bxz3).

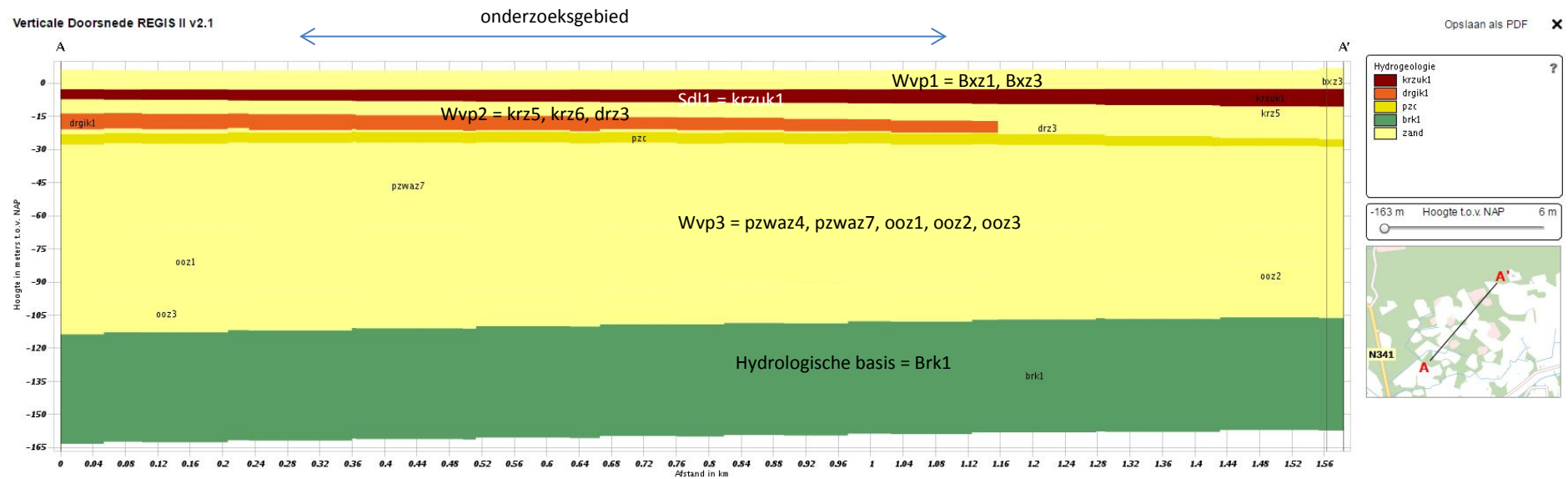
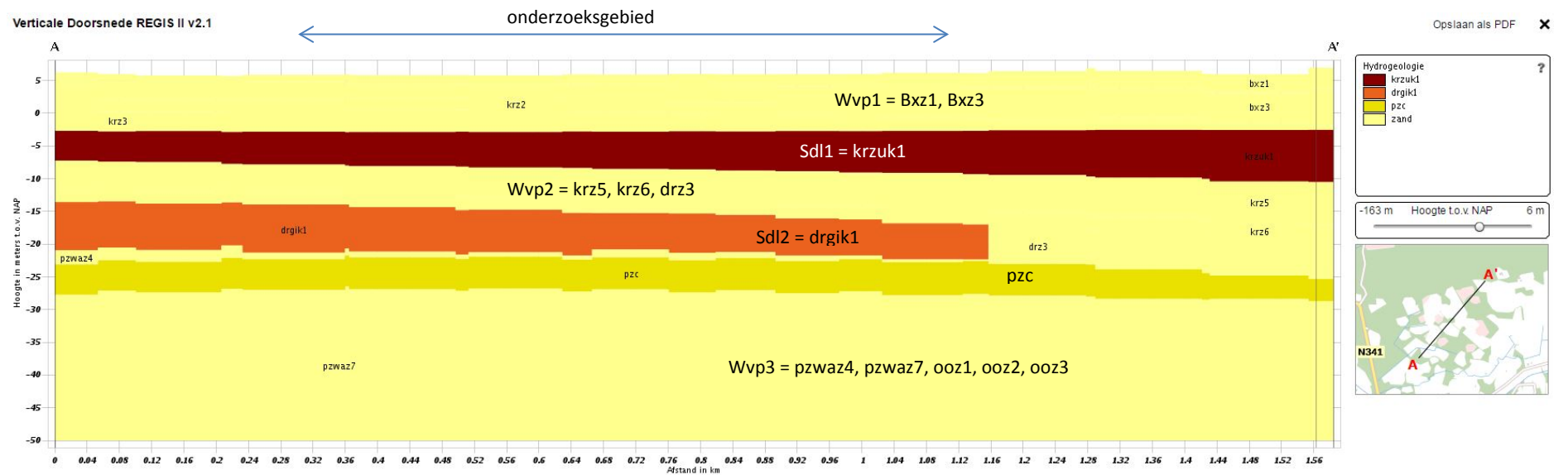
In het Holoceen werd het klimaat warmer en vochtiger, onder invloed van het vochtiger klimaat steeg de grondwaterstand. Op lage plekken of plekken met schijngrondwaterspiegels kon veenvorming plaatsvinden en in het dalenstelsel werd beekleem afgezet. Deze afzettingen zijn niet weergegeven in de geohydrologische doorsneden, maar komen (voor zover aanwezig) wel tot uitdrukking in de ecohydrologische dwarsprofielen die zijn vervaardigd in het kader van het eerder uitgevoerde ecohydrologisch onderzoek (Bell Hullenaar, 2013). Het dwarsprofiel dat toen is vervaardigd van het Eerder Achterbroek is als figuur 2.11 in dit rapport opgenomen en wordt in paragraaf 2.8.2 toegelicht.

Geohydrologische opbouw

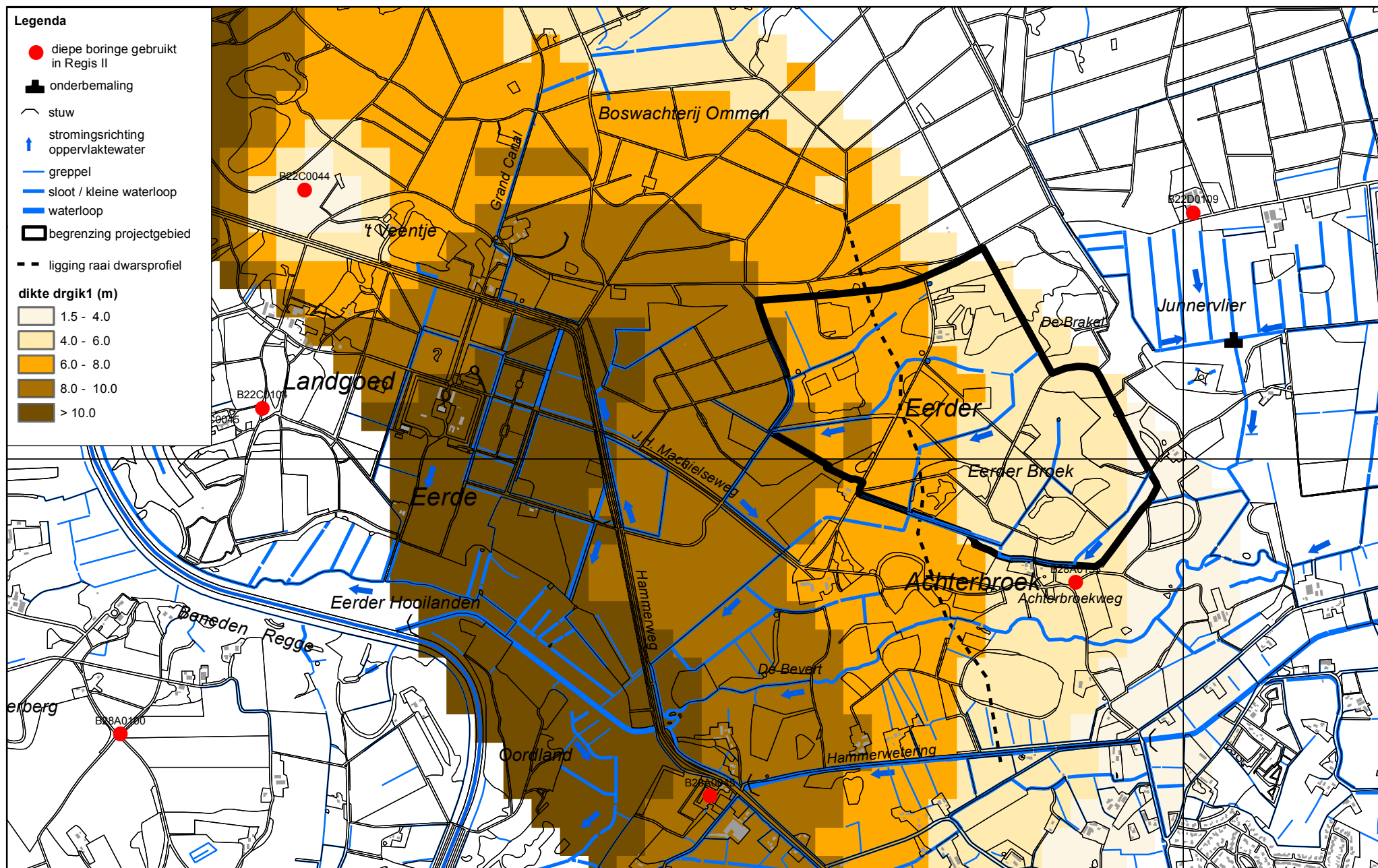
In de omgeving van het Eerder Achterbroek bestaat het eerste watervoerende pakket (wvp1) uit zanden van de Formatie van Boxtel (Bxz1 en Bxz3). De dikte van dit eerste watervoerende pakket is circa 10 meter. De kleilaag van het Laagpakket van Zutphen (krzuk1) vormt de eerste scheidende laag (sdl1). Onder het Eerder Achterbroek heeft deze laag een behoorlijke dikte (5-6 meter). Hieronder ligt het tweede watervoerende pakket (wvp2). Dit pakket is ruim 10 meter dik en is opgebouwd uit de zanden van de Formatie van Kreftenheye (krz5, krz6) en de Formatie van Drenthe (drz3). Keileem (drgik1) vormt de tweede scheidende laag (sdl2). Waarschijnlijk ontbreekt de keileem grotendeels in het gebied ten oosten van het onderzoeksgebied, waardoor het tweede watervoerende pakket hier één geheel vormt met het derde watervoerende pakket (wvp3). Dit derde watervoerende pakket is circa 90 meter dik en bestaat uit zanden van de Formaties van Peize, Waalre en Oosterhout. De (praktisch ondoorlatende) hydrologische basis wordt gevormd door de kleien van de Formatie van Breda (Brk1).

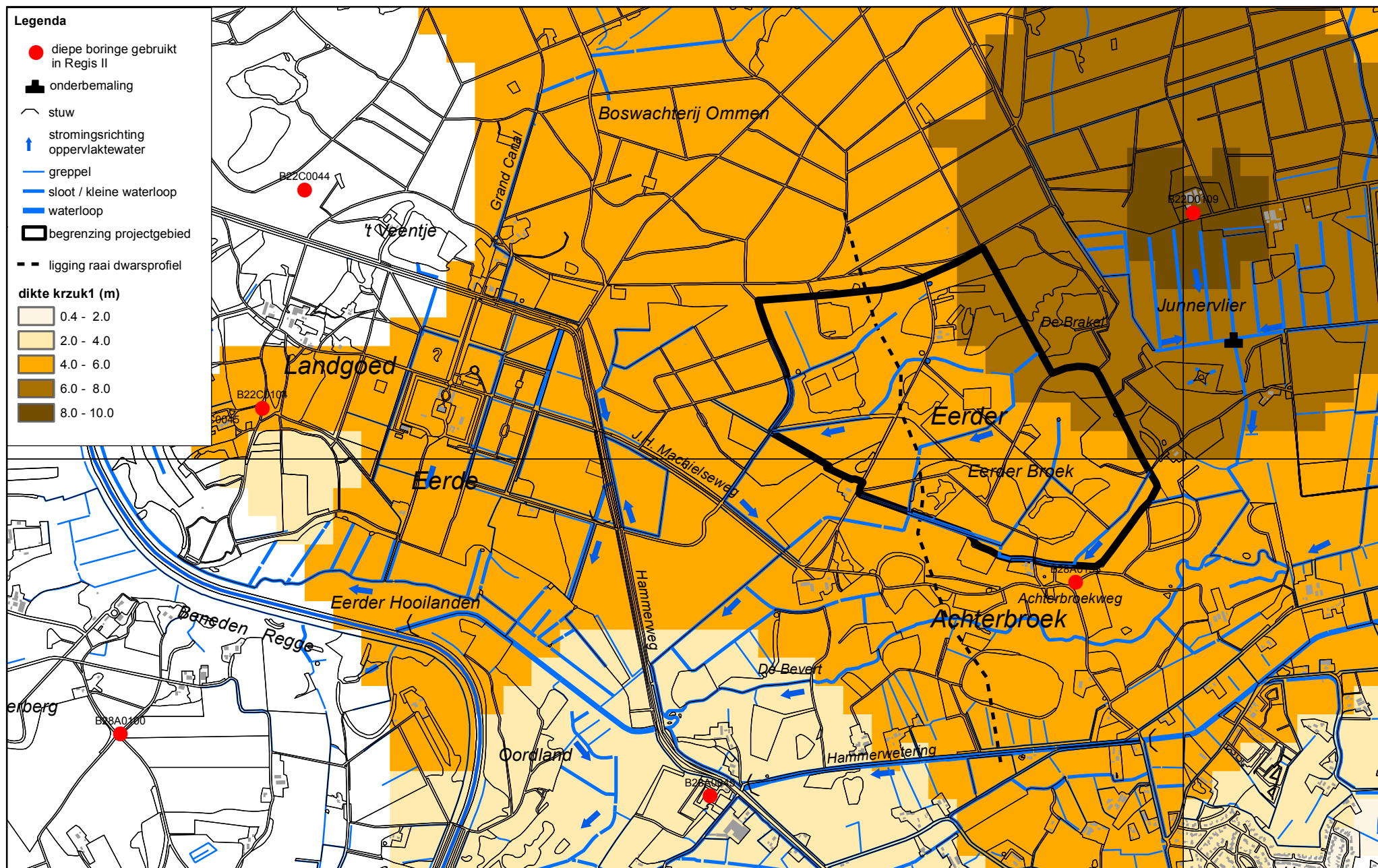


Figuur 2.4a Regionaal geohydrologisch dwarsprofiel noordwest-zuidoost



Figuur 2.4b Regionaal geohydrologisch dwarsprofiel zuidwest-noordoost





2.3 Geomorfologie

De geomorfologische gesteldheid van het gebied wordt toegelicht aan de hand van twee hoogtekaarten: een kaart met de regionale hoogteligging (figuur 2.7) en een kaart met de lokale hoogteligging (figuur 2.8).

In hoofdlijnen is de geomorfologische gesteldheid als volgt (zie figuur 2.7):

- Ten noorden van het Eerder Achterbroek, De Brakel en Junnervlier ligt een omvangrijk gebied met hoog gelegen dekzand- en stuifzandafzettingen: dit is het gebied van Boswachterij Ommen.
- In de zuidwesthoek van het kaartvlak ligt het beekdal van de Regge.
- Het Eerder Achterbroek, De Brakel en Junnervlier liggen in het overgangsgebied hiertussen. Het betreft hierbij een gebied met een afwisseling van dekzandruggen, -koppen, dalen en lokale laagten.

In het Eerder Achterbroek is een omvangrijk dalenstelsel aanwezig. Dit dalenstelsel vormde de natuurlijke afwatering van het gebied. In samenhang hiermee heeft in de dalen in meerdere of mindere mate afzetting van beekleem plaatsgevonden, waardoor de toplaag van de bodem hier vaak zwak tot (zeer) sterk lemig is. De dalen worden onderling van elkaar gescheiden door een bont netwerk van dekzandruggen en -koppen. Deze ruggen en koppen betreffen afzettingen van jong dekzand, en dit jonge dekzand is meestal leemarm.

Junnervlier ligt in een omvangrijke laagte. Voordat ontginning plaatsvond stagneerde hier de afvoer, waardoor (getuige de aanwezigheid van de moerassige vegetatie op de kaart van 1850) veenvorming kon optreden.

De Brakel ligt ter plaatse van de natuurlijke waterscheiding van de grote laagte van Junnervlier en het slenkenstelsel van het Eerder Achterbroek, en ook in dit gebied is (net als in het Eerder Achterbroek) een fijnmazige afwisseling aanwezig van dekzandruggen en dalen aanwezig. De dalen van De Brakel vormen veelal in feite de bovenstroomse delen van het dalenstelsel van het Eerder Achterbroek, en voor een klein deel kleine uitstulpingen van de laagte van Junnervlier.

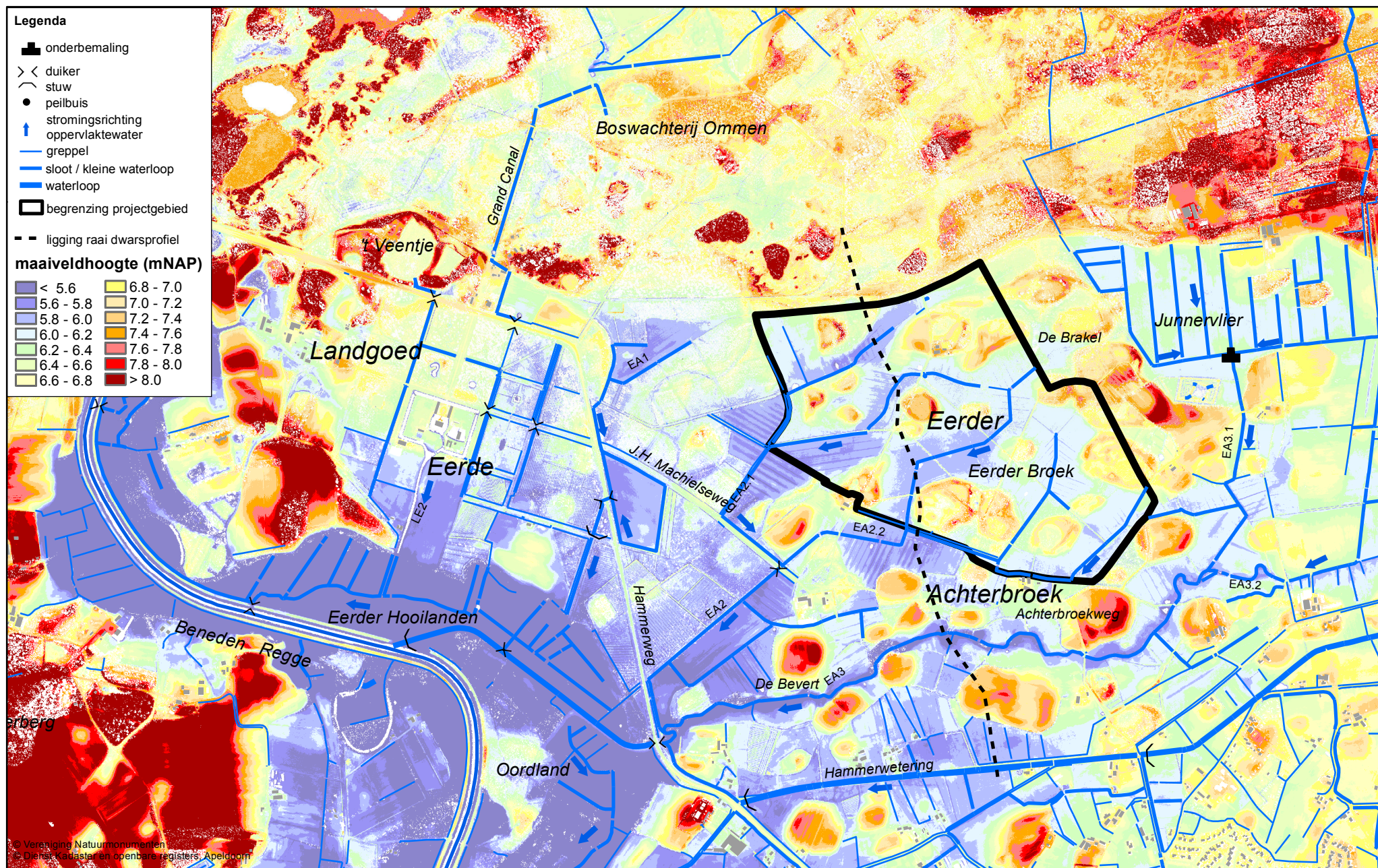
Op de kaart met de lokale hoogteligging (figuur 2.8) is de subtiele, fijnmazige afwisseling van de vele smalle dalen en kleine dekzandruggen in het Eerder Achterbroek heel mooi zichtbaar. In het dalenstelsel loopt de maaiveldshoogte over het algemeen uiteen van 5,6 tot 6,2 mNAP. Het maaiveld van de dekzandruggen ligt veelal op 6,2 tot 7,6 mNAP.

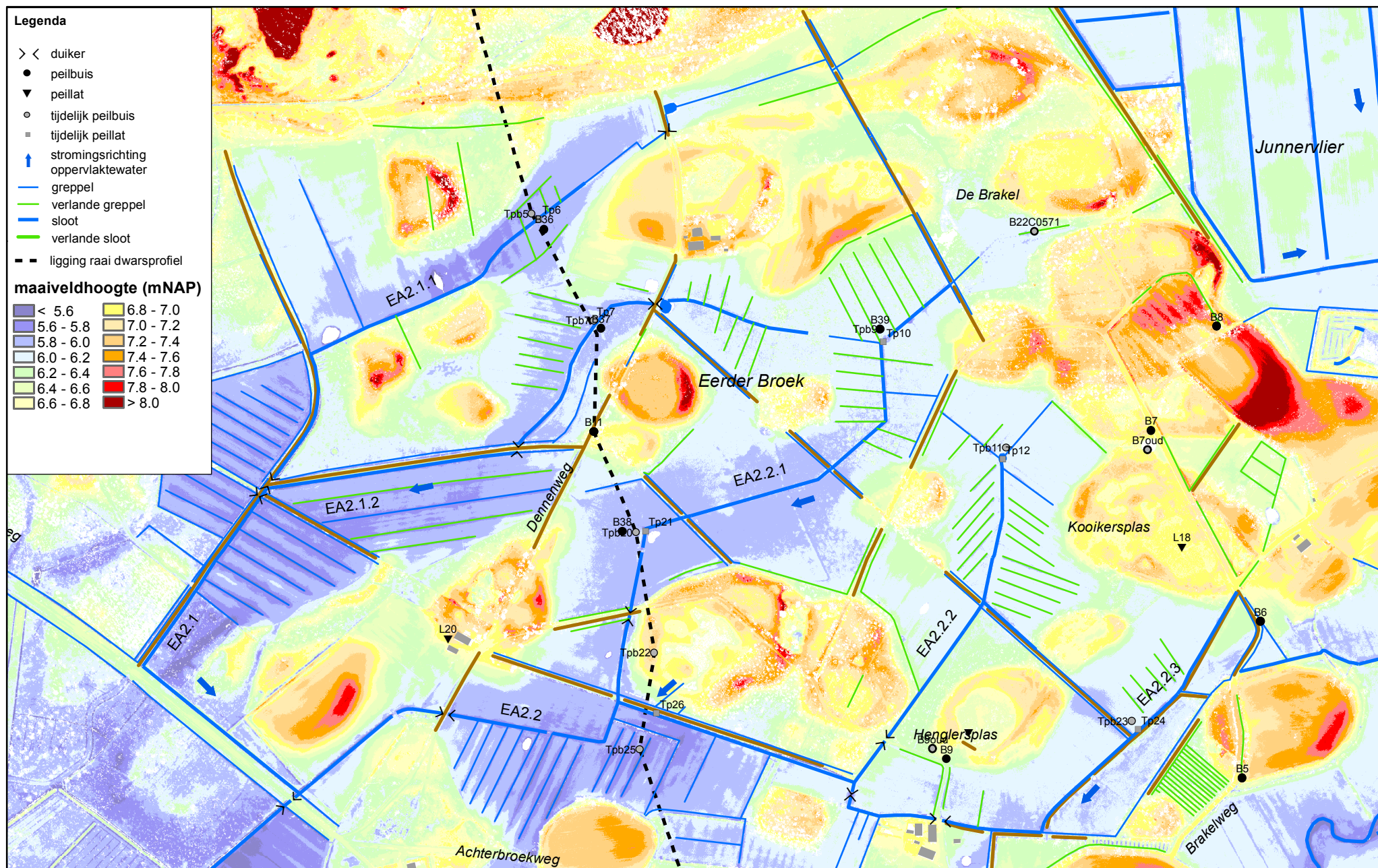
2.4 Bodem

De bodem is beschreven aan de hand van de bodemkaart schaal 1 : 50.000 (Stiboka, 1989). Deze kaart is echter te schematisch om als figuur in dit rapport op te nemen. Aan de hand van de hieronder opgenomen beschrijving kan in samenhang met raadpleging van de hoogtekaart wel een goed beeld gevormd worden. Om de dikte van de bouwvoor en de aanwezigheid / dikte van een lemige toplaag vast te stellen is de bodemopbouw in het projectgebied middels veldonderzoek nader onderzocht. De resultaten hiervan worden in paragraaf 3.2 behandeld.

Uit de bodemkaart 1 : 50.000 volgt dat in de dalen lemige beekeerdgronden aanwezig zijn. Beekeerdgronden hebben een minerale eerdlaag van 15 tot 50 cm en hebben binnen 35 cm -mv duidelijk roestverschijnselen. Dit bodemtype ontstaat onder natte omstandigheden die het gevolg zijn van langdurige toestroming van basen- en ijzerrijk grondwater. De waterstanden zijn daarbij echter niet (stabiel) hoog genoeg voor veenvorming.

Ter plaatse van de dekzandruggen liggen leemarme (tot hooguit zwak lemige) veldpodzolgronden. Veldpodzolen zijn karakteristiek voor infiltratie van neerslag in vochtige gebieden.





2.5 Hoofd-oppervlaktewatersysteem

In deze paragraaf wordt alleen het hoofdsysteem behandeld. In het kader van het veldonderzoek is ook het functioneren van het lokale systeem geïnventariseerd. De resultaten hiervan worden in paragraaf 3.2 behandeld. Voor de overzichtelijkheid is het waterlopenstelsel dat in het natuurgebied aanwezig is voorzien van een codering. Deze codering is vervaardigd in het kader het al eerder uitgevoerde ecohydrologische onderzoek (Bell Hullenaar, 2013). Op de kaart van figuur 2.7 zijn alleen de codes van de hoofdwaterlopen genoemd. Op de kaart van figuur 2.8 worden ook de codes van de lokale sloten in het projectgebied weergegeven (maar deze slotjes worden pas in hoofdstuk 3 behandeld).

Het stelsel van het Eerder Achterbroek is als volgt opgebouwd:

- EA1: dit deelsysteem ligt direct ten oosten van de Hammerweg. Het betreft de slotjes van een (noordelijk gelegen) extern graslandperceel en (zuidelijk gelegen) verpacht perceel. Afwatering van dit deelsysteem vindt plaats via een brede loop op landgoed Eerde en het slotenstelsel van de Eerder Hooilanden op de (benedenloop van de) Hammerwetering.
- EA2: dit deelsysteem betreft het vertakte slotenstelsel in het dalenstelsel van het Eerder Achterbroek. Deelsysteem EA2 watert juist ten oosten van de Hammerweg af op de Hammerwetering, op dezelfde plek waar ook deelsysteem EA3 (De Bevert) afwatert op de Hammerwetering.
- EA3 betreft het beekje De Bevert in het zuiden van het Eerder Achterbroek. De beek wordt gevoed vanuit bovenlopen EA3.1 en EA3.2. Via hoofdloop EA3.1 verloopt ook de afvoer van de onderbemaling Junnervlier.

De Hammerwetering watert af op de Beneden-Regge. Op de kaarten is de Beneden-Regge nog in gekanaliseerde vorm weergegeven. In 2012 / 2013 is in het kader van het Reggeherstelproject 'Klimaatbuffer Regge' de Regge weer omgevormd tot een meanderende beek en hierbij heeft ook een sterke verondieping van de loop plaatsgevonden.

De Bevert is (bovenstrooms van het samenstromingspunt met de Hammerwetering) in de periode 2002-2004 heringericht. De herinrichting omvatte de aanleg van een twee-fasen profiel, aankoppeling van oude meanders en realisatie van wateraanvoer in de zomer (handmatig geregeld). De wateraanvoer vindt plaats vanuit de Hammerwetering (en dus vanuit het kanaal Almelo De Haandrik / Twentekanaal). Het twee fasen-profiel is een profiel met een smal zomerbed en een breed winterbed. Het twee fasen-profiel is in dit geval gevormd door handhaving (en soms ook versmalling) van de bestaande loop als zomerbed in aanvulling met uitgraving van een winterbed. Door de aanleg van het winterbed is (zonder verdieping van het profiel) de afvoercapaciteit van de loop vergroot waardoor de piekafvoeren beter (ofwel met geringere peilstijgingen) afgevoerd kunnen worden. Bij aanwezigheid van een basisafvoer is de nieuwe situatie echter gelijk aan de oude situatie (drainage-basis is ongewijzigd). Dit betekent dat de loop nog steeds erg diep is. De loop is niet alleen diep om de aanliggende beekdalgronden zelf van voldoende drooglegging te voorzien, maar ook vanwege de afwateringsfunctie voor het verder bovenstrooms gelegen (externe) landbouwgebied.

2.6 Grondwatersysteem

Het functioneren van het grondwatersysteem wordt toegelicht aan de hand van een berekende isohypsenkaart van het eerste watervoerende pakket (figuur 2.9) en een kwel- en infiltratiekaart (figuur 2.10). In beide gevallen betreft het een kaart van de situatie met Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (ofwel de GHG-situatie), omdat in deze natte situatie de stromingsprocessen het best tot uiting komen. De berekeningen zijn enkele

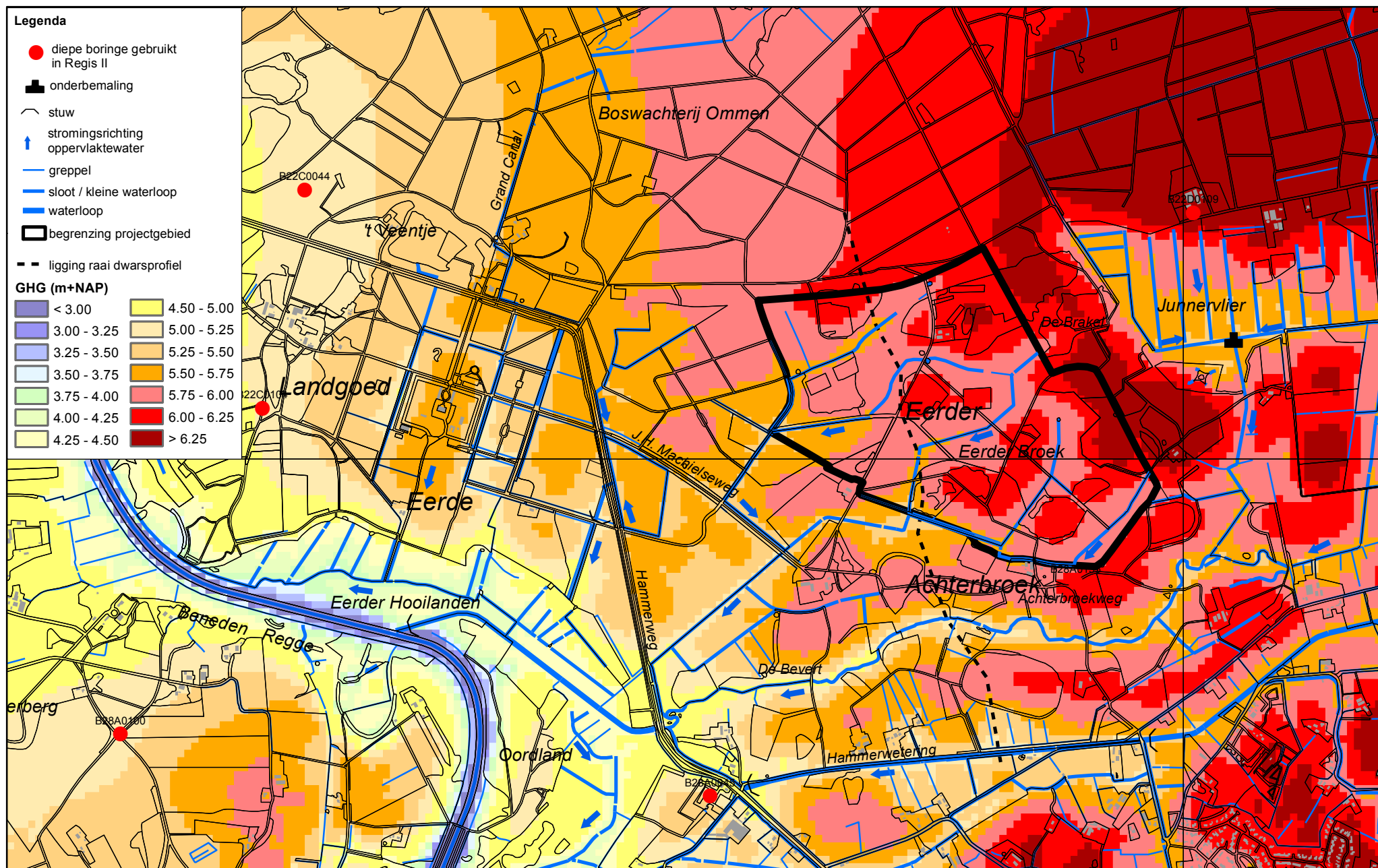
jaren geleden door Waterschap Regge en Dinkel (thans Waterschap Vechtstromen) uitgevoerd, in het kader van het N2000- en GGOR-traject. Door Bell Hullenaar zijn in het kader van het eerder uitvoerde systeemanalyse voor natuurgebied Eerde, op basis van GIS-bestanden die door het waterschap beschikbaar zijn gesteld, de betreffende kaarten vervaardigd.

De Beneden-Regge was in de doorgerekende situatie nog in de gekanaliseerde en diepe vorm aanwezig. Vanwege de gerealiseerde verondieping in het kader van het Reggeherstelproject is de drainerende werking van de beek inmiddels (sterk) verminderd. Het positieve effect hiervan reikt (conform de resultaten van de destijds uitgevoerde modelberekeningen) ongeveer tot 300 à 400 meter ten oosten van de Hammerweg. Dit betekent dat het projectgebied buiten de invloedsfeer hiervan valt. Hier is de doorgerekende situatie dus nog altijd representatief voor de huidige situatie. Voor het gebied ten westen van de Hammerweg kloppen de patronen in grote lijnen ook nog wel, alleen de absolute waarden zijn anders.

Bij de interpretatie van de kaarten moet ook bedacht worden dat het de resultaten van modelberekeningen betreft. In een model wordt de complexe werkelijkheid noodzakelijkerwijs geschematiseerd op basis van de (dan) beschikbare kennis. Vooral op lokaal niveau kan het zo zijn dat met het model de werkelijke situatie niet (geheel) correct wordt berekend. Op basis van de resultaten van de modelberekeningen kan echter wel een globaal beeld worden gevormd van het functioneren van het grondwatersysteem.

Het grote beeld is als volgt:

- De hoog gelegen stuifzand- en dekzandafzettingen van Boswachterij Ommen vormen een uitgestrekt infiltratiegebied en het grondwater in het eerste watervoerende pakket stroomt hier in westelijke richting af.
- In het zuidwestelijke deel van het kaartvlak stroomt het grondwater in de richting van (het beekdal van) de Regge, en hier treedt sterke kwel op. Het betreft hierbij overigens behalve ondiepe ook diepe kwel uit het gecombineerde 2^e en 3^e watervoerende pakket. In de doorgerekende situatie is de kwel nog sterk geconcentreerd op de Regge, maar vanwege het uitgevoerde herstelproject treedt de kwel inmiddels meer diffuus in het beekdal uit.
- In het Eerder Achterbroek functioneren de dekzandruggen en -koppen als infiltratiegebiedjes, en treedt grondwater in de dalen als kwelwater uit. Vanwege de fijnmazige afwisseling van de hoger en laag gelegen delen zijn tal van lokale systeempjes werkzaam. In de huidige situatie kan het kwelwater in het Eerder Achterbroek over het algemeen de wortelzone van de vegetatie in de dalen echter (nog) niet goed bereiken, vanwege de aanwezigheid van sloten / deels nog functionerende slootrestanten, die het kwelwater grotendeels afvangen en afvoeren.
- De onderbemaling Junnervlier heeft in de doorgerekende situatie (met ingeschakelde bemaling) een drainerende werking op het grondwater: door het lage peil stroomt het grondwater in versterkte mate naar de onderbemaling toe en treedt in de hier aanwezige sloten sterke kwel op. Waarschijnlijk wordt hierdoor het ecohydrologisch functioneren van De Brakel wel negatief beïnvloed, en het ecohydrologisch functioneren van het projectgebied niet (of nauwelijks). Momenteel wordt op basis van veldonderzoek (door Bell Hullenaar in opdracht van de Provincie Overijssel) het ecohydrologisch functioneren van De Brakel en de eventuele beïnvloeding hiervan door de onderbemaling nader inzichtelijk gemaakt. Op basis van de resultaten van dit onderzoek zal ook beter duidelijk worden of er (g)een relatie is met het projectgebied.



2.7 Vegetatie

Dalenstelsel

In het dalenstelsel van het Eerder Broek zijn vanwege het voormalige landbouwkundige gebruik in de huidige situatie geen waardevolle grondwaterafhankelijke vegetaties aanwezig. Alleen het hier en daar voorkomen van bepaalde soorten in de slootoevers laat de potenties enigszins zien. Het betreft hierbij soorten als Veldrus, Echte koekoeksbloem, Kleine valeriaan, Wateraardbei en Zwarte zegge (Ecogroen, 2013).

Net buiten de begrenzing van het projectgebied ligt in het bovenstroomse deel van het dalsysteem EA2.2.1 in het gebied De Brakel wel een waardevol nat schraalland. Dit nat schraalland kan gezien worden als referentiegebied voor het projectgebied. Verder is in het westelijke deel van natuurgebied Eerde, in de Eerder Hooilanden, een Dotterbloemhooiland aanwezig. Dit grasland ligt lager in het (grondwater)systeem, en is zodoende wat sterker gebufferd, iets minder voedselarm en relatief nat in vergelijking met het nat schraalland van de Brakel. Dus deze twee graslanden kunnen beschouwd worden als de uiteinden van het spectrum van de mogelijkheden in het dalenstelsel van het Eerderbroek, waarbij de potentiële vegetatie in het Eerder Broek (veel) dichter in de buurt van het nat schraalland in De Brakel zal liggen dan van die van het dotterbloemhooiland in de Eerder Hooilanden.

De huidige goede ontwikkeling van het natte schraalland in De Brakel is vooral te danken aan de maatregelen die hier in 1999 zijn uitgevoerd: de afvoersloot is toen nagenoeg geheel gedempt (omgevormd tot diffuus, zeer ondiep slenkje dat naadloos aansluit op zijn omgeving), bosopslag is verwijderd en de lemige bodem is ondiep geplagd. In de hierop volgende jaren is een waardevolle natte schraalgraslandvegetatie tot ontwikkeling gekomen / teruggekeerd. Het betreft een combinatie van de vorm van Blauwe zegge, de vorm van Veldrus en Blauwe zegge en de vorm van Kale jonker en Ruwe smeie (EGG-consult, 2012). In het schraalgrasland groeien behalve meer algemene soorten als Ruwe smeie, Kale jonker, Gewoon struisgras en Pijpenstrootje ook soorten als Tormentil, Zwarte zegge, Blauwe zegge, Geelgroene zegge, Veldrus, Stijve ogentroost, Klokjesgentiaan en Gewone dophei. Deze combinatie is veelal beperkt tot schrale blauwgraslanden en veldrusschraallanden. Lokaal komen in het schraalgrasland kleine zeggenvegetaties voor, zowel een grasrijke vorm met Ruwe smeie en Moerasstruisgras als een vorm van Veldrus van de gemeenschap van Zwarte zegge. In deze kleine zeggenvegetaties groeit onder andere Wateraardbei.

In de overgangszone van het nat schraalland naar de heide op de aangrenzende dekzandrug ten noordoosten van het schraalland groeit Heidekartelblad, (veel) Klokjesgentiaan en Borstelgras (EGG-consult, 2012). Dit zijn soorten van de grondwaterafhankelijke Associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras, ofwel een grondwaterafhankelijk type heischraal grasland.

In het dotterbloemhooiland van de Eerder Hooilanden zijn verschillende vegetatietypes te onderscheiden. Het eerste type is hooiland van de associatie van Boterbloem en Waterkruiskruid met veel Gewone dotterbloem, Waterkruiskruid en Brede orchis. Verder is er een verruigd deel met Moerasspirea, Poelruit en Pitrus. Er is ook een zuurder deel aanwezig met onder andere Draadrus, Kleine valeriaan, Blauwe zegge en Veenpluis, behorend tot de subassociatie van Blauwe zegge (Ecogroen, 2013).

Heideterreinen

In het plan 'Heideherstel landgoed Eerde' (Bokeloh, Vreugdenhil & Van Rooden, 2012) zijn alle heideterrein voorzien van een code en deze codering is ook gebruikt in de vegetatiekartering 2012-2013 (Ecogroen, 2013). Zodoende wordt ook in de onderstaande beschrijving en de rest van dit rapport deze codering aangehouden, maar dan wel met een H als voorvoegsel (H1 t/m H12).

Het algemene beeld is als volgt:

- Binnen het projectgebied zijn ter plaatse van de heideterreinen plaatselijk al wel grondwaterafhankelijke vegetaties aanwezig, en deze vegetaties zijn ook begrenst als habitattypen.
- Het betreft hierbij de volgende grondwaterafhankelijke habitattypen:
 - o H4010A Vochtige heide in heideterreinen H1, H2, H4, H7 en H11.
 - o H3160 Zure vennen in heideterrein H4.
 - o H7110B Actieve hoogvenen (heideveentjes) in heideterrein H11.
 - o H7150 Pionierv egetaties met snavelbiezen in heideterreinen H7 en H9.
- Bovendien is ter plaatse van sommige heideterreinen (H3, H9 en H10) het habitatype H6230 Heischrale graslanden aanwezig. Het betreft hierbij in de huidige situatie echter (vooral) droge varianten hiervan.
- In bepaalde gevallen hangt het hier voorkomen van grondwaterafhankelijke vegetaties samen met de aanwezigheid van weerstandsbiedende lagen in de bodem, waardoor hier lokale systeempjes werkzaam zijn. Het functioneren hiervan wordt toegelicht in paragraaf 2.8.4.
- Aanzienlijke delen van de heideterreinen zijn vanwege vergrassing (met name met Pijpenstrootje) matig tot slecht ontwikkeld. De vergrassing is op zijn beurt het gevolg van verdroging en stikstofdepositie. Bovendien is een groot deel van het oorspronkelijke areaal (van rond 1900) verdwenen door verbossing.
- Ander probleem is dat de heideterreintjes landschappelijk geïsoleerd van elkaar liggen en in oppervlak erg klein zijn (in vergelijking met de historische situatie). Met name voor de fauna is dit een groot knelpunt, getuige onder andere het uitsterven van gentiaanblauwtje (mededeling B. de Haan, Natuurmonumenten).

Op grond van de informatie uit het plan voor het heideherstel (Bokeloh, Vreugdenhil & Van Rooden, 2012), de vegetatiekartering Eerde (Ecogroen, 2013) en de flora- en fauna-inventarisatie Eerder Achterbroek (Ecogroen, 2013) kan de vegetatie / flora per heideterrein als volgt worden getypeerd:

- Heideterrein H1 betreft een grotendeels met Pijpenstrootje vergraste vochtige heide met veel opslag van bomen en struiken. In een geplagd deel groeit Gewone dophei, Struikhei en Veenbies. Het heidegebied is begrenst als habitatype H4010A Vochtige heide.
- Heideterrein H2 is soortenrijk en geaccidenteerd, met droge kopjes en een vochtige slenk. Er is ook hier echter veel vergrassing met Pijpenstrootje. In geplagde delen van de slenk groeien onder andere Gewone dophei, Klokjesgentiaan, Tormenit, Veenbies en Kruipwilg. De vochtige laagte is begrenst als habitatype H4010A.
- In heideterrein H3 ligt een kleine vochtige laagte die is begroeid met Pitrus en ten oosten hiervan ligt een slenk waarin combinatie van vochtige heide en een kleine zeggenvegetatie aanwezig is. In deze slenk groeien soorten als Gewone dophei, Veenbies, Bruine snavelbies, Moerasviooltje, Blauwe zegge, Geelgroene zegge, Zwarte zegge, Klokjesgentiaan, Moerasstruisgras en Veelstengelige waterbies. Ongeveer 25 jaar geleden, voordat integrale begrazing van dit heidegebied plaatsvond, was Klokjesgentiaan hier massaal aanwezig. Vanwege het negatieve effect ervan, is de begrazing in 2012 beëindigd. De vegetatie in de slenk is niet begrenst als habitatype. Op de hoge delen aangrenzend op de slenk is heischraal grasland aanwezig, en dit grasland is begrenst als habitatype H6230 Heischraal grasland.

- In een kommetje in het hoog gelegen heideterrein H4 ligt een vennetje waarin veel veenmossen groeien. Naast Fraai veenmos en Waterveenmos groeit hier ook Hoogveenveenmos en Wrattig veenmos. Dit zijn beide bultenvormende veenmossoorten. Dit is een indicatie dat hier geleidelijk aan hoogveen aan het vormen is. Verspreid in het ven groeien Veenpluis, Eenarig wollegras, Draadzegge, Witte snavelbies en Veelstengelige waterbies. Een geplagde oever is begroeid met Gewone dophei, Bruine snavelbies, Trekrus, Veenbies en Kleine zonnedaauw. Het vennetje is begrenst als habitatype H3160 Zure vennen en de oeverzone aan de zuidwestzijde is begrenst als habitatype H4010 Vochtige heide.
- Heideterrein H5 ligt buiten het Eerder Broek.
- Heideterrein H6 is droog en sterk vergrast met Pijpenstrootje en Bochtige smeel.
- In heideterrein H7 ligt een vennetje dat een deel van het jaar watervoerend is. In het ven en de oeverzone hiervan groeien soorten als Veelstengelige waterbies, Zwarte zegge, Moerasstruisgras, Bruine snavelbies, Kleine zonnedaauw en veenmossen als Zacht veenmos en Kussentjesveenmos. Het vennetje is begrenst als habitatype H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen, en delen van de oeverzone als habitatype H4010 Vochtige heide.
- Heideterrein H8 bestaat uit een verboste en met Pijpenstrootje vergraste heide.
- Heideterrein H9 betreft een soortenrijk heidegebied met ven (Henglersplas). Zeldzame soorten zijn hier in grote aantallen aanwezig. In 2002 is het ven en de oeverzone ervan geplagd. In het geplagde deel zijn grote aantallen Bruine snavelbies, Kleine zonnedaauw, veenmossen en Zwarte zegge aanwezig. In het ven groeien ook Veelstengelige waterbies en Moerasstruisgras. Er is deels ook vochtige heide aanwezig met veel Pijpenstrootje en een groeiplaats van Eenarig wollegras. Op de droge oevers is heischraal grasland aanwezig met Muizenoor, diverse Havikskruiden, Gewone hoornbloem en Schapenzuring. Langs de randen heeft zich droge heide ontwikkeld met regelmatig Borstelgras en zeldzame soorten als Stekelbrem en Tandjesgras. Dit grasland is begrenst als habitatype H6230 heischraal grasland en het ven is begrenst als habitatype H7150 Pioniervegetaties van snavelbiezen.
- Heideterrein H10 is deels vergrast. Er is een hoge, ruige vegetatie aanwezig. De vegetatie heeft geen homogene samenstelling en bestaat uit zowel soorten van vochtige en matig voedselrijke bodem (bijvoorbeeld Kale jonker en Moerasrolklaver) als droge en schrale bodems (bijvoorbeeld Borstelgras en Tormentil). Bij verdere verschraling kan de vegetatie zich ontwikkelen tot heischraal grasland. Op de habitattypenkaart is het grasland (al) aangegeven als H6230 heischraal grasland.
- In heideterrein H11 liggen een aantal kleine laagten en een gegraven poel. De geplagde delen van de (randen van de) laagten delen zijn voornamelijk begroeid met Gewone dophei en Borstelgras. Elders domineert Pijpenstrootje. In het centrale deel van de grootste laagte groeit een combinatie van Pitrus en veenmossen, en in dit deel zijn ook Draadrus, Moerasstruisgras, Veelstengelige waterbies, Zwarte zegge en Wrattig veenmos aangetroffen. Dit centrale deel is op de habitattypenkaart begrenst als H7110B actieve hoogvenen (heideveentjes). De dopheidevegetaties in enkele van de kleine laagten is begrenst als habitatype H4010A vochtige heide.
- Heideterrein H12 heeft een gradiënt van hoog naar laag. Het terrein is grotendeels droog en in het lage deel groeit veel Pijpenstrootje en hier is ook Grote braam aanwezig.

2.8 Ecohydrologisch functioneren

2.8.1 Inleiding

In het kader van het eerder uitgevoerde onderzoek (Bell Hullenaar, 2013) is een ecohydrologisch dwarsprofiel van het Eerder Achterbroek vervaardigd (zie figuur 2.11). De ligging van de raai is op diverse thematische kaarten in dit rapport weergegeven (onder anderen figuren 1.1, 2.1, 2.7 en 2.8). De raai van het ecohydrologisch dwarsprofiel loopt vanaf de hoger gelegen gronden van Boswachterij Ommen in het noorden via de dalen en dekzandkopjes van het Eerder Broek en het Achterbroek naar de Hammerwetering in het zuiden. Voor de vervaardiging van het dwarsprofiel zijn destijds tijdelijke peilbuizen geplaatst, tijdelijke piketten ingericht in de sloten en in het dwarsprofiel zijn ook enkele permanente peilbuizen van het meetnet van Natuurmonumenten opgenomen (B10 en B11). In het dwarsprofiel zijn de grondwaterspiegels op 3-3-2012 (= bij benadering GVG-situatie) en op 22-8-2012 (= bij benadering GLG-situatie) weergegeven. Voor het inzichtelijk maken van de hydrochemische situatie zijn een aantal grondwatermonsters genomen en aanvullende EGV-metingen verricht.

Om een meer algemene indruk te krijgen van het ecohydrologisch functioneren van het Eerder Achterbroek zijn in het kader van het onderzoek van 2012 (Bell Hullenaar, 2013) ook elders in het Eerder Achterbroek op drie locaties tijdelijke peilbuizen geplaatst. De resultaten hiervan worden deze paragraaf 2.8.3 behandeld.

Op vier van de locaties waar in 2012 tijdelijke peilbuizen zijn geplaatst zijn in 2015 door Natuurmonumenten permanente peilbuizen geplaatst. Het betreft hierbij peilbuizen B36, B37, B38 en B39. Dit is gedaan voor vastlegging van de 0-situatie, vooruitlopend op de uitvoering van het herstelplan voor het Eerder Broek.

In de heideterreintjes van het Eerder Achterbroek zijn in samenhang met de aanwezigheid van lokale, ondiep gelegen weerstandsbiedende laagjes in de bodem ook lokale systeempjes werkzaam. In paragraaf 2.8.4 wordt ingegaan op het functioneren hiervan.

2.8.2 Ecohydrologisch dwarsprofiel Eerder Achterbroek

De bodem van het gebied bestaat hoofdzakelijk uit vrij scherp, (matig) fijn tot (matig) grof zand, dat leemarm tot (zwak) lemig is en waarin dunne veen- en leemlagen voorkomen. Het betreft hierbij fluvioperiglaciale afzettingen. De dekzandkopjes bestaan uit matig fijn, goed afgerond zand. De lemigheid van de toplaag in de dalen loopt behoorlijk uiteen: soms is de toplaag leemarm tot zwak lemig, en elders is de toplaag tot op een diepte van 30 à 50 cm (sterk) lemig.

In samenhang met het voorkomen van de circa 5 meter dikke kleilaag op een diepte van circa 10 meter beneden maaiveld (Laagpakket van Zutphen) functioneert het hydrologische systeem van het Eerder Achterbroek min of meer gescheiden van het regionale systeem: het vormt dus een eigen lokaal systeem.

Op 3-3-2012 (bij benadering GVG-situatie) is er een zekere opbolling aanwezig van de grondwaterspiegel in de dekzandkoppen van het Eerder Achterbroek. Uit de grafieken van permanente peilbuis B11 en de overige permanente peilbuizen die verspreid over het Eerder Achterbroek in de zandkoppen- en ruggen staan (B5, B6 en B7) volgt dat in natte winterperiodes (onder GHG-omstandigheden) deze opbolling (1 à 2 dm) sterker is. In

natte winterperioden en het vroege voorjaar vindt vanuit de dekzandkoppen die binnen het Eerder Achterbroek liggen dus voeding van het dalenstelsel met grondwater plaats. Op 3-3-2012 is er echter geen opbolling van de grondwaterspiegel in Boswachterij Ommen (Tpb8). Vermoedelijk is dat in natte winterperioden echter wel het geval (maar dit is dus niet geregistreerd), maar is de mate waarin dit gebeurt niet bijzonder groot. Hieruit volgt dat de boswachterij Ommen naar alle waarschijnlijkheid (nu) niet een belangrijk infiltratiegebied vormt voor het dalenstelsel: het dalenstelsel wordt dus hoofdzakelijk gevoed vanuit de lokale dekzandkopjes die binnen het gebied zelf liggen.

In het Eerder Achterbroek zijn vanaf een diepte van 2 à 4 m -mv al kalkrijke afzettingen aanwezig (met name kalkrijk zand). Vanwege de doorstroming van de kalkrijke afzettingen is het bemonsterde grondwater van de tijdelijke peilbuizen in het dalenstelsel over het algemeen (zeer) basenrijk (alkaliniteit uiteenlopend van 3,1 tot 8,4 meq/l) en hierdoor ook ionenrijk (EGV 380 tot 705 $\mu\text{S/cm}$). Het grondwater is bovendien (zeer) ijzerrijk (Fe 3 tot 8 mg/l). Het bevat verder niet al teveel voedingsstoffen en de chlorideconcentraties zijn over het algemeen vrij laag. Het grondwater heeft soms wel een verhoogde sulfaatconcentratie (62 mg/l bij Tpb7 en 127 mg/l bij Tpb5).

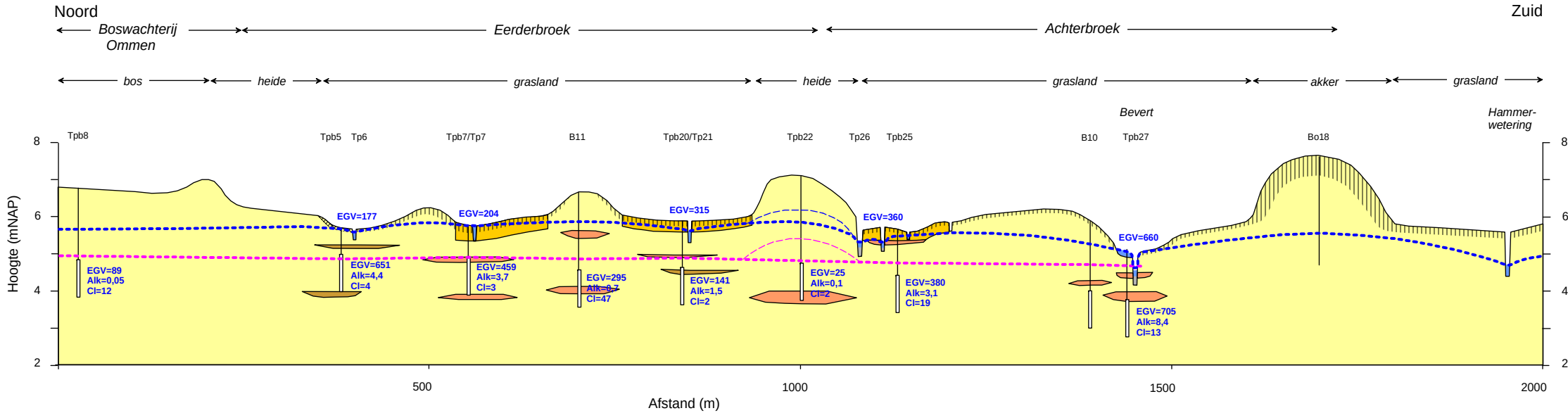
In de dalen met peilbuizen Tpb20 en Tpb25 (en de meeste andere dalen van het Eerder Achterbroek) is dit basen- en ijzerrijke grondwater in de huidige situatie niet in staat om tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen. Dit komt doordat het grondwater gedraineerd wordt door het lokale waterlopenstelsel. De sloten hebben hier namelijk een aanzienlijke diepte (60 à 70 cm) en het drainageniveau ligt hier behoorlijk ver beneden maaiveld (circa 30 cm). Als gevolg hiervan liggen de grondwaterstanden hier ook relatief ver beneden maaiveld: op 3-3-2012 (bij benadering GVG-situatie) is ter plaatse van Tpb20 en Tpb25 een grondwaterstand van circa 20 cm -mv gemeten terwijl op 22-8-2012 (bij benadering GLG-situatie) de grondwaterstand hier op 90 à 100 cm -mv lag.

In het noordelijke deel van de raai, ter plaatse van Tpb5 en Tpb7, is het grondwater in het vroege voorjaar in beperkte mate al wel in staat om tot in de wortelzone van de vegetatie door te dringen: er treedt hier dan namelijk lichte maaiveldskwel op (waargenomen bij verkenning van het waterlopenstelsel op 20-2-2012 en bij plaatsing van de peilbuizen op 2-3-2012). In samenhang hiermee groeit met name langs de sloot met Tp7 ook vrij veel Veldrus. De relatief gunstige kwelsituatie is te danken aan het feit dat de sloten hier niet alleen ondiep zijn (30 à 40 cm), maar (vanwege de extensivering van het onderhoud) ook een drainageniveau hebben dat direct aan of hooguit vlak onder maaiveld ligt (0 cm -mv ter plaatse van Tp7 en 10 cm -mv bij Tp6). Het kwelwater dat aan de oppervlakte uittreedt heeft getuige de relatief lage EGV-waarden van het slootwater overigens wel een veel minder basenrijk karakter dan het bemonsterde grondwater: het betreft een mixtype van basenrijk dieper grondwater en basenarm zeer ondiep grondwater / regenwater.

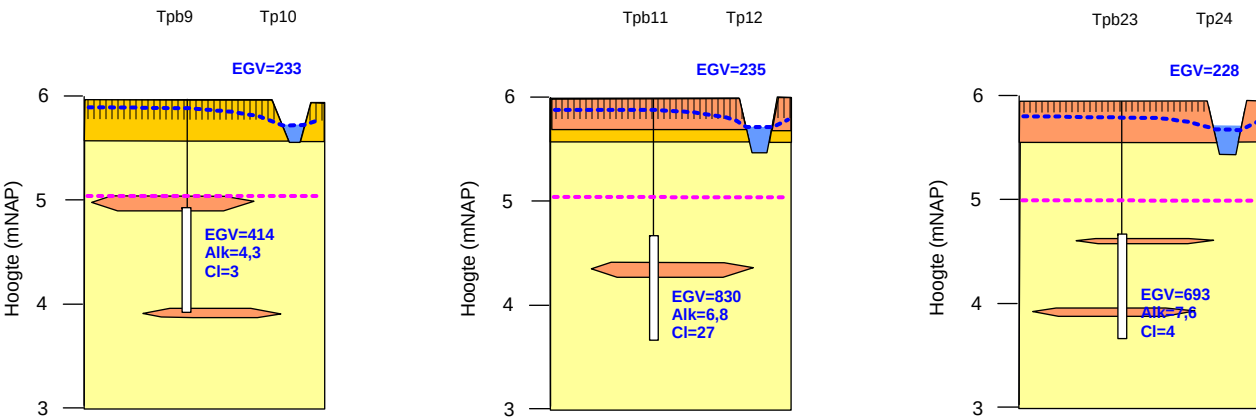
Omdat de sloten hier nog slechts een beperkte drainerende werking hebben zakken de grondwaterstanden ter plaatse van Tpb5 en Tpb7 wat minder ver weg beneden maaiveld weg: op 22-8-2012 (bij benadering GLG-situatie) is hier in beide gevallen een grondwaterstand van circa 85 cm -mv gemeten. Ondanks de relatief gunstige hydrologische situatie vangen ook hier de slootjes nog wel altijd een deel van het kwelwater af.

Uit het dwarsprofiel volgt verder dat de Bevert vanwege zijn lage drainageniveau een sterk drainerende werking heeft op het grondwater. Het drainageniveau van de Bevert is in het vroege voorjaar zelfs nog iets lager dan dat van de Hammerwetering (Bevert: 4,60 mNAP, stuwpeil van het betreffende traject van de Hammerwetering: 4,71 mNAP) en ligt ook ver onder het niveau van het verder noordelijk gelegen lokale waterlopenstelsel (waar in de nog relatief diep ontwaterde delen drainageniveaus van 5,3 tot 5,7 mNAP zijn gemeten). Dit betekent dat de Bevert het hydrologisch functioneren van het zuidelijke deel van het natuurgebied sterk negatief beïnvloed. Vanwege de geringe dikte van het

Ecohydrologisch dwarsprofiel Eerder Achterbroek



Aanvullende dwarsprofielen Eerder Achterbroek



Legenda

- = (sterk) humeuze toplaag
- = leemarm tot zwak lemig zand
- = mix van zwak en (sterk) lemig zand
- = (sterk) lemig zand / leem
- = veen
- = open water
- = silt
- = grondwaterspiegel op 3-3-2012 (bij benadering GVG-situatie)
- = grondwaterspiegel op 22-8-2012 (bij benadering GLG-situatie)
- = ondiepe grondwaterspiegel boven leemlaag op 3-3-2012 / 22-8-2012
- EGV=439 = Elektrisch Geleids Vermogen ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- Alk=6,2 = Alkaliniteit (meq/l)
- Cl=7 = chlorideconcentratie (mg/l)
- B15 Tpb8 = permanente peilbuis / tijdelijke peilbuis

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 2.11 Ecohydrologische dwarsprofielen Eerder Achterbroek

watervoerende pakket is het uitstralingseffect hiervan op het Eerder Broek echter beperkt: uit modelberekeningen die door het waterschap zijn uitgevoerd volgt dat het doorvoeren van een forse verhoging van het drainageniveau van de Bevert (met circa 50 cm) leidt tot een verhoging van de grondwaterstand tot op een afstand van circa 200 meter vanaf de beek, ofwel net tot op de waterscheiding tussen het systeem van de Bevert en het systeem van het lokale afwateringssysteem van Eerder Broek (Arcadis, 2011).

Ondanks het sterk negatieve effect van de Bevert treedt in de zeer laaggelegen zone langs de beek ter plaatse van Tpb27 wel in behoorlijk sterke mate kwelwater uit. Vermoedelijk betreft het hierbij een zone waar in het kader van het beekherstelproject dat hier is uitgevoerd het maaiveld is verlaagd.

2.8.3 Dwarsprofielen elders in het Eerder Broek

Tijdelijke peilbuizen Tpb9, Tpb11 en Tpb23 en de bijbehorende slootpijpen zijn geplaatst in het gedeelte van het dalenstelsel ten oosten van de raai van het eerder behandelde ecohydrologische dwarsprofiel. Van deze drie plekken zijn mini-profielen vervaardigd (zie figuur 2.11).

Ook hier bestaat de bodem hoofdzakelijk uit fluvioperiglaciale afzettingen. Ter plaatse van Tpb9 en Tpb11 is de toplaag zwak lemig, en ter plaatse van Tpb23 is de toplaag sterk lemig. Verder zijn bij Tpb11 en Tpb23 vanaf 1,4 meter -mv kalkrijke zandlagen aangetroffen.

Het ecohydrologisch functioneren van dit deel van het dalenstelsel is vergelijkbaar met de dalen van Tpb20 en Tpb25 in de hoofdraai:

- Ook hier is zeer basenrijk en zeer ijzerrijk grondwater aanwezig (alkaliniteit van 4,1 tot 7,6 meq/l en ijzerconcentratie van 3,9 tot maar liefst 14,2 mg/l).
- Ook hier heeft het grondwater soms een verhoogde sulfaatconcentratie (88 m/l bij Tpb11) en ook hier zijn de chloride- en voedingsstoffenconcentraties over het algemeen (vrij) laag
- Ook hier wordt het basenrijke en ijzerrijke grondwater (in verdunde vorm) gedraineerd door de sloten (die hier 40 à 50 cm diep zijn en in het vroege voorjaar een drainageniveau hebben van 25 à 30 cm -mv), en zodoende kan ook hier het grondwater niet goed in de wortelzone van de vegetatie doordringen.
- Ook hier is zodoende sprake van relatief lage grondwaterstanden: ter plaatse van Tpb9 en Tpb11 (in de bovenstroomse delen van het dalenstelsel ten oosten van raai B-B') zijn op 3-3-2012 (bij benadering GVG) grondwaterstanden gemeten van circa 10 cm -mv, en op 22-8-2012 (bij benadering GLG-situatie) van 95 cm -mv. Ter plaatse van Tpb23 zijn nog iets lagere grondwaterstanden gemeten: op 3-3-2012 lag de grondwaterstand hier circa 20 cm -mv en op 22-8-2012 circa 100 cm -mv.

2.8.4 Lokale systemen in de heidegebieden

Ter plaatse van de dekzandruggen / -koppen is op een aantal plaatsen door inspoeling van humusdeeltjes een verkitte B-horizont ontstaan die slecht doorlatend is. Boven deze weerstandsbiedende lagen zijn zodoende (zeer) lokale systeempjes werkzaam. In dergelijke gevallen wordt vaak gesproken over de aanwezigheid van schijngrondwatersystemen. In het Eerder Broek zijn dergelijke lokale systeempjes onder meer aanwezig in de heideterreintjes met hydrologische meetpunten B7/L18 (Kooikersplas), B9/L19 (Henglersplas) en B11 (Bell Hullenaar, 2005). Op deze plekken zijn vennetjes, veentjes en/of vochtige heide aanwezig.

Hoewel deze lagen een aanzienlijke weerstand kunnen bieden, hoeft dit niet te zeggen dat ze ondoorlatend zijn. Dus via de weerstandsbiedende lagen kan water weglekken naar de ondergrond. De mate van weglekken naar de ondergrond is niet alleen afhankelijk van de weerstand van de stagnerende laag, maar ook van de tegendruk die wordt geleverd door het freatische grondwater. Dus naarmate de freatische grondwaterstand hoger is wordt meer tegendruk geleverd en wordt het lekverlies gereduceerd. Deze tegendruk kan alleen worden geleverd als de freatische grondwaterstand zich (vlak) aan of boven het niveau van de onderzijde van de stagnerende laag bevindt. Dus als de freatische grondwaterstand (ver) wegzakt onder het niveau van de onderzijde van de stagnerende laag, dan valt de tegendruk geheel weg. Bovendien kan de inspoelingslaag hierdoor vanaf de onderzijde droogvallen. Zodoende kunnen in deze organische laag breuken ontstaan, waardoor de laag poreus wordt en de weerstandsbiedende werking ervan kan worden aangetast.

In het kader van de veldinventarisatie (zie hoofdstuk 3) zijn in deze systeempjes grondboringen uitgevoerd om de samenstelling en diepteligging van de weerstandsbiedende lagen te bepalen. Op basis hiervan is de diepteligging van de weerstandsbiedende lagen (ofwel c-lagen) ook in de grafieken van het (grond)waterstandsverloop van deze meetpunten weergegeven, als boven- en onderzijde van de c-laag (zie bijlage 1).

Op basis hiervan kan voor de drie systeempjes het volgende worden afgeleid:

- In het ven van L18 (Kooikersplas) bestaat de bodem uit een laagje sterk veraard veen van 10 cm met direct hieronder een verkitte B-horizont van 20 cm. Deze B-horizont vormt de weerstandsbiedende laag. Uit de grafiek volgt dat in de huidige situatie de freatische grondwaterstand in de natte winterperioden kortstondig net hoog genoeg oploopt om de onderzijde van de weerstandsbiedende laag te bereiken, waarmee dan dus enige tegendruk kan worden geboden en de laag vanaf de onderzijde kan worden bevochtigd. Het grootste deel van het jaar ligt de freatische grondwaterstand hiervoor nu echter (veel) te laag. Omdat de verkitte B-horizont niet geheel ondoorlatend is en de tegendruk vanuit het freatische grondwater minimaal is, is er een aanzienlijke waterstandsdynamiek in het vennetje, en valt de bodem in de zomer vaak enige tijd droog, waardoor dan veel voedingsstoffen vrijkomen uit de veraarde veenlaag, wat de dominante aanwezigheid van (in het centrale deel) Pitrus en (hieromheen) Pijpenstrootje in het vennetje verklaart. In combinatie hiermee groeien in het ven ook wel waardevolle soorten als Draadrus, Veelstengelige waterbies en Zwarte zegge. Ondanks de aanzienlijke waterstandsdynamiek is de bultenvormende veenmossoort Wrattig veenmos hier aangetroffen.
- In het ven van L19 (Henglersplas) bestaat de bodem uit een gliedeachtige laag van 15 cm met hieronder een verkitte B-horizont van 15 cm. Dus hier is een weerstandsbiedende laag van 30 cm aanwezig. Hier reikt de freatische grondwaterstand zelfs in natte winterperioden niet tot aan de onderzijde van de weerstandsbiedende laag. Dus hier wordt nu geheel geen tegendruk verleend, en de laag wordt vanaf de onderzijde ook niet vochtig gehouden. Hoewel hier een behoorlijk dikke weerstandsbiedende laag aanwezig is, is ook hier een

aanzienlijke waterstandsdynamiek aanwezig. Toch is in dit ven sinds het plaggen van de bodem een goed ontwikkelde vegetatie aanwezig, met soorten als Veelstengelige waterbies, Zwarte zegge, Moerasstruisgras, Bruine snavelbies, Kleine zonnedauw en veenmossen als Zacht veenmos en Kussentjesveenmos. Dit is mede te danken aan het verschrallende effect van de plagwerkzaamheden die in 2002 zijn uitgevoerd. Mogelijk was ook hier in de oude situatie een veraard veenlaagje aanwezig, waaruit voorheen veel voedingsstoffen vrijkwamen, en is dit laagje door de plagwerkzaamheden verdwenen. Wel is in 2001 door de plagwerkzaamheden het overloopniveau van het vennetje verlaagd. Inmiddels is deze verstoring aangepakt door aanleg van een klein ruggetje ter plaatse van de overloop.

- Op de bodem van het veentje bij peilbuis B11 is een dun laagje secundair gevormd veen aanwezig, met gelijk hieronder een verkitte B-horizont van 20 cm. De bovenzijde van deze laag vormt dus de vaste bodem van het veentje. Hoewel er een goed ontwikkelde vegetatie aanwezig is, met onder andere Hoogveenveenmos en Wrattig veenmos, is er in dit veentje geen waterstandsmmeetpunt aanwezig. In de grafiek is wel de waterstand aangegeven die hier op 3-2-2016 is gemeten. Getuige de aanwezigheid van Hoogveenveenmos is de waterstandsdynamiek in dit veentje zeer beperkt, en valt het anders dan de eerder behandelde systeempjes (vrijwel) nooit droog. Opmerkelijk daarbij is dat de freatische grondwaterstand zich hier permanent zeer ver onder de onderzijde van de weerstandsbiedende laag bevindt. Dus dit veentje is niet afhankelijk van tegendruk vanuit het freatische grondwater en is hiervan waarschijnlijk ook in het verleden niet afhankelijk geweest.

In het kader van de veldinventarisatie zijn ook daar waar elders vochtige tot natte laagten / slenken in de heideterreinen aanwezig zijn op oriënterende wijze grondboringen uitgevoerd om de eventuele aanwezigheid van weerstandsbiedende lagen af te leiden (voor locaties en resultaten: zie bijlage 3). Hieruit volgt dat in de vochtige heide van heideterrein H1 en het slenkje met vochtige heide in heideterrein H2 helemaal geen sprake is van de aanwezigheid van ondiepe weerstandsbiedende lagen met hierboven lokale (schijn)grondwatersysteempjes. Het hier voorkomen van vochtige heide hangt dus geheel samen met het freatische grondwatersysteem. In de laagte en de slenk van heideterrein H3 zijn semi-weerstandsbiedende laagjes aangetroffen, met (gezien de hier behoorlijk lage ligging van het maaiveld) al op geringe diepte het freatische grondwater. Dus er zijn ook laagten / slenken in het heidegebied die sterk afhankelijk zijn van het freatische systeem.

Vanwege de drainerende werking van de slotenstelsels is de freatische grondwaterspiegel niet alleen in de dalen maar ook in de dekzandruggen gedaald. Dit heeft dus direct door gewerkt in de slenkjes / laagtes waar geen weerstandsbiedende laag in de bodem aanwezig. Daar waar een semi-weerstandsbiedende of een niet geheel ondoorlatende weerstandsbiedende laag aanwezig is en de freatische grondwaterstand zich nu niet (al te ver) beneden de onderzijde de weerstandsbiedende laag bevindt heeft het wegzakken van de freatische grondwaterstand geleid tot het versterkt weglekken van water uit de lokale systeempjes. Alleen op de plek waar de weerstandsbiedende laag (praktisch) ondoorlatend is en/of de freatische grondwaterstand zich ver beneden de onderzijde van de weerstandsbiedende laag bevindt (systeempje bij B11), is dit waarschijnlijk niet het geval.

3 Veldonderzoek

3.1 Methode

Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Onderzoek bodemopbouw.
- Bodemchemisch onderzoek.
- Inventarisatie lokale oppervlaktewaterstelsel en (overgangen naar de) heideterreinen.

Onderzoek bodemopbouw

Dit deelonderzoek is uitgevoerd om ter plaatse van de voormalige landbouwgronden de dikte van de bouwvoor te bepalen, de eventuele aanwezigheid / dikte van een lemige toplaag vast te stellen en om af te leiden of sprake is van antropogene verstoring van de bodem (ophoging / afgraving, diep ploegen, etc).

Hiertoe zijn op 81 locaties tot op een diepte van 1,2 m -mv grondboringen uitgevoerd en zijn op 7 locaties boorgegevens gebruikt van het eerder uitgevoerde ecohydrologisch onderzoek (Bell Hullenaar, 2013). Het betreft hierbij locaties waar destijds tijdelijke peilbuizen zijn geplaatst. De meeste boringen zijn uitgevoerd in de dalen (want hier liggen de voormalige landbouwgronden voor het overgrote deel) maar er zijn ook een aantal boringen gedaan op de hogere gelegen gronden. De resultaten van dit deelonderzoek zijn weergegeven op de kaart van figuur 3.1 en worden behandeld in paragraaf 3.2.

Bodemchemisch onderzoek

Dit deelonderzoek is uitgevoerd om vast te stellen hoe fosfaatrijk de toplaag is, hoe dik deze laag is en wat de beste methode is om effectieve verschraving van de bodem tot stand te brengen (afplaggen toplaag, uitmijnen of maaien).

In 2012 is door B-WARE (in het kader van het project 'Ecohydrologisch herstel natuurgebied Eerde') ook al een oriënterend bodemchemisch uitgevoerd. Daarbij zijn in het Eerder Broek op 6 locaties bodemonsters verzameld. Bovendien zijn toen 4 referentielocaties bemonsterd: 2 in het nat schraalland van De Brakel en 2 in het dotterbloemgrasland van de Eerder Hooilanden. Ook de resultaten van dit onderzoek zijn gebruikt en de nieuwe bemonstering heeft op andere locaties plaatsgevonden dan deze eerdere bemonstering.

Bij de nieuwe bemonstering zijn op 20 locaties door B-WARE bodemonsters verzameld. De locaties zijn door Bell Hullenaar vastgesteld op basis van de resultaten van het onderzoek naar de bodemopbouw en er is gezorgd voor een goede spreiding van de locaties over het projectgebied. Omdat de voormalige landbouwgronden grotendeels in het dalenstelsel liggen zijn hier ook de meeste monsterlocaties geselecteerd: 10 locaties in de dalen, 7 locaties ter plaatse van de randen van de dalen (flanken) en 3 locaties op koppen / ruggen. De volgende bodemlagen zijn bemonsterd en geanalyseerd:

- 0-15/20 cm (bouwvoor). Bij bouwvoordikte > 20cm: splitsing in toplaag en onderkant bouwvoor.
- 0-10 cm onder de bouwvoor.
- 10-20 cm onder de bouwvoor (bij bouwvoordikte van 20 cm of minder).

De volledige resultaten worden behandeld in het rapport van B-WARE (zie bijlage 2). De belangrijkste resultaten zijn samengevat in paragraaf 3.3 van het hoofdrapport.

Inventarisatie lokale oppervlaktewatersysteem en (overgangen naar de) heideterreinen

Dit deelonderzoek is uitgevoerd om een goede basis te krijgen voor de herinrichting van het stelsel ten behoeve van een goede verdrogingsbestrijding met respect voor de cultuurhistorie en andere belangen (bebouwing en begaandbaarheid paden / onverharde wegen). Ook is geïnventariseerd op welke wijze de aansluitingen op de heideterreinen kunnen worden hersteld, ten behoeve van een optimale ontwikkeling van waardevolle gradiënten.

De inventarisatie heeft op 2 en 3 februari 2016 plaatsgevonden. Er is speciale aandacht besteed aan het in kaart brengen van de kleine slootjes en greppels. Op een aantal plekken is de diepte van de sloten en de drooglegging ervan op indicatieve wijze gemeten. In bijlage 3 is een kaart opgenomen met alle meetlocaties en een tabel met de waarnemingen en de resultaten van de dieptemetingen. De resultaten van de kartering van het sloten- en greppelstelsel zijn ook verwerkt in alle thematisch kaarten die in het rapport zijn opgenomen. In paragraaf 3.4 worden de resultaten voor het dalenstelsel behandeld en in paragraaf 3.5 voor de (aansluitingen op de) heideterreinen.

Bij deze veldinventarisatie zijn gelijk een aantal aanvullende boringen uitgevoerd, enerzijds om op oriënterende wijze de aanwezigheid / diepteligging van weerstandsbiedende lagen in de heideterreinen vast te stellen, en anderzijds om een beter beeld te krijgen van de mate van verstoring van de toplaag in delen van de dalen waar in het kader van het eerder uitgevoerde bodemonderzoek een geroerde bovengrond is aangetroffen. De boorbeschrijvingen hiervan zijn ook in bijlage 3 opgenomen.

In de systeempjes met weerstandsbiedende lagen waar ook hydrologische meetpunten aanwezig zijn (B7/L18, B9/L19 en B11), is tevens de diepteligging van de weerstandsbiedende lagen ten opzichte van NAP ingemeten (waarbij de peilbuizen als referenties zijn gebruikt), om zo de hoogteligging hiervan in de grafieken van het (grond)waterstandsverloop weer te kunnen geven. Ook de resultaten van deze inmeting zijn opgenomen in bijlage 3. Ze zijn gebruikt voor de beschrijving van het ecohydrologisch functioneren van deze lokale systemen (zie paragraaf 2.8).

3.2 Resultaten onderzoek bodemopbouw

(zie figuur 3.1)

Algemene beeld

Het algemene beeld dat volgt uit het onderzoek naar de bodemopbouw is als volgt:

- In het dalenstelsel (inclusief de randen hiervan) is de toplaag van de bodem over het algemeen zwak tot sterk lemig.
- Ter plaatse van de dekzandruggen is de toplaag meestal leemarm.
- De bouwvoordikte bedraagt veelal 20 tot 30 cm en is op sommige plekken slechts 10 tot 15 cm dik.
- Bijna overal waar de bouwvoor lemig is, is ook de bodemlaag direct onder de bouwvoor lemig. Dus bij eventuele verwijdering van de bouwvoor zal over het algemeen een lemige toplaag aanwezig blijven.
- Plaatselijk is in de (laagste delen van de) dalen onder de bouwvoor een geroerde bodem aangetroffen. Deze locaties zijn met rode stippen op de kaart gemarkeerd. Het kan hierbij plekken betreffen die dieper zijn geploegd of die zijn opgehoogd.

Plekken met geroerde bodem

De plekken waar direct onder de bouwvoor een geroerde bodemlaag is aangetroffen betreffen:

- EA9 in een zijdal van dalsysteem EA2.1.1: hier is de bodem tot op 40 cm -mv geroerd.
- EA3, EA5 en Tpb5 in een langgerekte laagte in dalsysteem EA2.1.1: hier is de bodem tot op 20 à 30 cm (en plaatselijk nog dieper) geroerd.
- Tpb7 in dalsysteem EA2.1.2: hier is de bodem tot op 25 cm geroerd.
- Tpb11 in dalsysteem EA2.2.2: hier is de bodem tot op 30 cm geroerd.
- Tpb23 in dalsysteem EA2.2.3: hier is de bodem tot op 30 cm geroerd.

Bij de inventarisatie van het sloten- en greppelstelsel zijn op twee plekken aanvullende boringen uitgevoerd om een scherper beeld te krijgen van de mate en aard van verstoringen, namelijk in de laagte van dalsysteem EA2.1.1 (zie bijlage 3, locaties 252 t/m 256) en ten zuiden van Tpb7 in dalsysteem EA2.1.2 (zie bijlage 3, locaties 349 t/m 353).

In de langgerekte laagte is ook ter plaatse van locaties 252, 253 en 255 een geroerde bodem aangetroffen. Ter plaatse van locaties 252 en 255 is de bodem tot op 20 à 30 cm geroerd, en is onder de geroerde laag een sterk humeuze en sterk lemige bodemlaag aangetroffen. Vermoedelijk betreft dit de oude toplaag van de laagte, en is de bodem hier dus opgehoogd met zand. Deze laag is ook aangetroffen ter plaatse van locatie 253, maar dan op grotere diepte (vanaf 55 cm -mv), met tot op 55 cm -mv een geroerde bodem. Deze boring is uitgevoerd in een klein ruggetje dat hier dwars over de langgerekte laagte aanwezig is. Het betreft dus een antropogeen ruggetje dat is aangelegd om hier (vanaf de dekzandkoppen aan weerszijden van de laagte) een doorgang via de laagte te maken.

In dalsysteem EA2.1.2 is ook ter plaatse van locaties 350, 351 en 352 een geroerde toplaag aangetroffen. De bodem is hier tot op een diepte van 15 à 25 cm geroerd. Op locaties 351 en 352 is hieronder een 15 à 20 cm dikke laag humeus, sterk lemig zand aangetroffen: vermoedelijk de oude toplaag. Ter plaatse van locaties 349 en 353 is geen geroerde bodemlaag onder de bouwvoor aangetroffen. Dus ook hier zijn wel sporen van ophoging aanwezig, maar niet overal.

Op basis van de geomorfologische kenmerken van het gebied lijkt er ter plaatse van de voormalige landbouwgronden meer in zijn algemeenheid in lichte mate nivellering van het reliëf te hebben plaatsgevonden. Bij de inventarisatie van de overgangen naar de heidegebieden zijn op een aantal plekken namelijk scherpe overgangen geconstateerd, met hoogteverschillen van 2 à 3 dm: de dekzandkopjes waarop de heideterreintjes liggen zijn hier dus iets aangesneden. Dit duidt erop dat langs de buitenranden een lichte maaiveldsverlaging heeft plaatsgevonden en in combinatie hiermee vermoedelijk ook een lichte ophoging van de (lage delen van de) dalen. Zodoende ligt het maaiveld in bijvoorbeeld het bovenstroomse deel van dalsysteem EA2.2.2 ook uitermate vlak. De mate van ophoging is daarbij veelal kleiner dan de bouwvoordikte en hierdoor meestal niet meer traceerbaar in de bodemopbouw, maar op sommige plekken dus wel.

Nadere toelichting van de overige resultaten

Ter plaatse van locaties EA28 en EA29 is een wat dikkere bouwvoor aangetroffen, namelijk 40 cm. Ter plaatse van EA29 blijft de bodem zelfs tot op 70 cm humeus. Het betreft hierbij een (voormalige) akker op een dekzandrug. De zone waar boring EA28 is uitgevoerd is ook nu nog in gebruik als akker en in de zone waar boring EA29 is uitgevoerd is dat nu niet meer het geval.

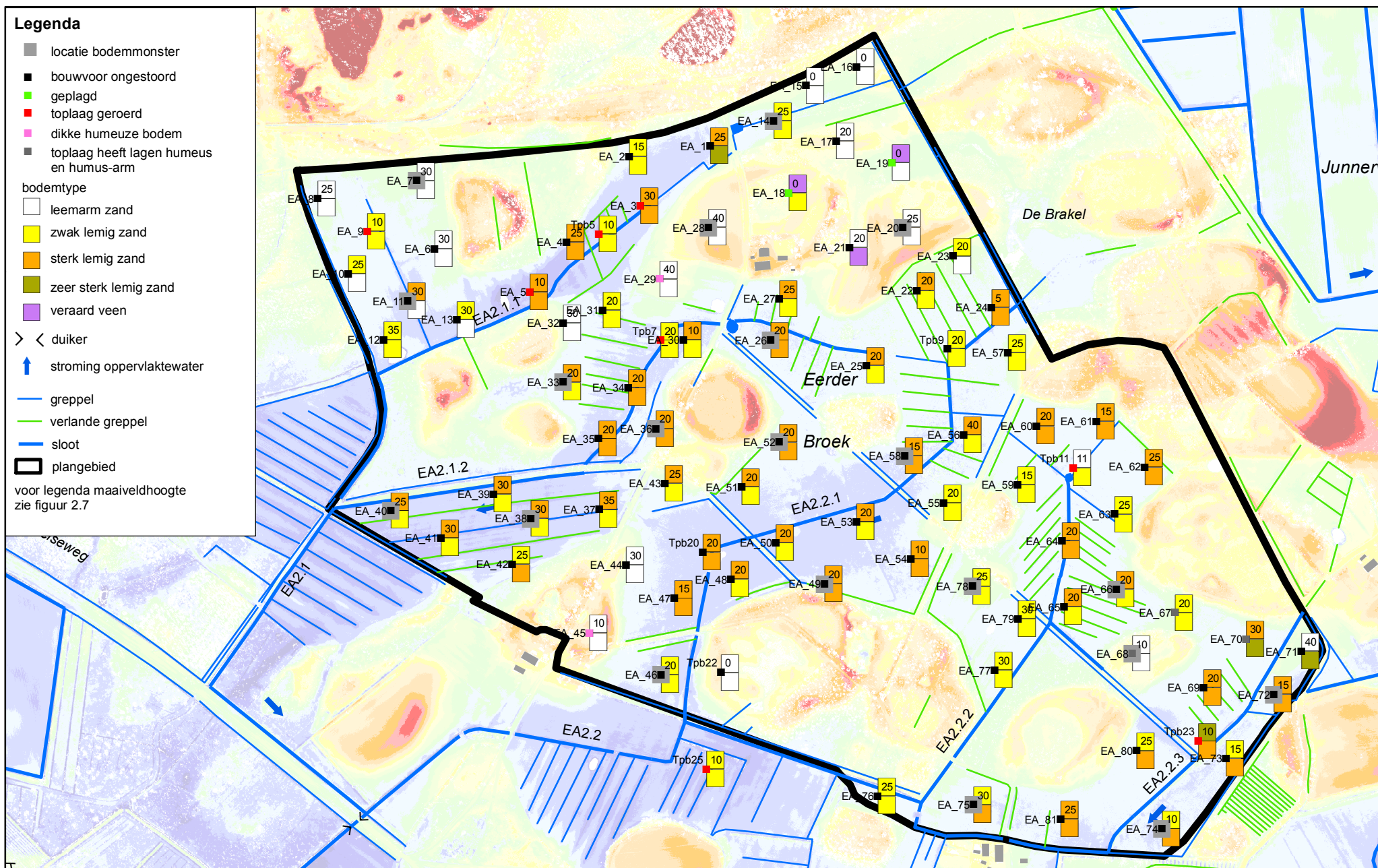
Ten aanzien van de lemigheid van de bodemlaag onder de bouwvoor is er in één deelgebied een afwijkend beeld. In de noordwesthoek van het projectgebied (ofwel een zijslenk van systeem 2.1.1) is van de vier locaties waar een lemige toplaag is aangetroffen op drie locaties de bodemlaag die hier direct onder ligt leemarm (en dus op slechts 2 locaties lemig).

Op locaties EA45 en EA68 is een podzolprofiel aangetroffen. Ter plaatse van EA68 is altijd een heideveldje aanwezig geweest. Ter plaatse van EA45 was dit rond 1900 ook het geval, maar later is hier vanwege bemesting wel voedselrijk grasland tot ontwikkeling gekomen. Gezien de hier aangetroffen bodemprofielen heeft in beide gevallen geen bodembewerking plaatsgevonden. Op locatie EA45 is een matig humeuze toplaag van 10 cm boven een humusarme laag van 10 cm aangetroffen, met hieronder een 80 cm dikke laag donkerbruin/rood, ijzerrijk, humeus zand. Op locatie EA68 is een sterk humeuze toplaag van 10 cm aangetroffen, met hieronder een 20 cm dikke laag zwak humeus zand met daaronder een 10 cm dikke koffiebruine zandlaag met veel ijzer.

Ter plaatse van EA15 en EA16 (bovenloopgebied van systeem EA2.1.1) is aan de oppervlakte alleen een laag (zeer) zwak humeus zand aangetroffen, waardoor hier niet duidelijk sprake is van de aanwezigheid van een bouwvoor. Hieronder ligt een ijzerinspoelingslaag van 10 cm dik met daaronder een laagje veraard veen van 15 cm. Onder dit veenlaagje is weer een laagje zeer ijzerrijk zand aanwezig. Dit gebied is tot begin 1950 aangegeven als heide op de topografische kaarten. Dus het gebied is slechts korte tijd in cultuur geweest.

Ter plaatse van de dekzandrug ten zuiden hiervan is op drie van de vijf locaties een veenlaagje aangetroffen en het verdere beeld is vanwege het uiteenlopende grondgebruik van plek tot plek wisselend:

- Ter plaatse van EA17 is een zandbodem met een bouwvoor van 20 cm aangetroffen. Deze boring is uitgevoerd in een zone waar in het verleden een klein akkertje aanwezig was.
- Boringen EA18 en EA19 zijn ook uitgevoerd in een zone die altijd in gebruik is geweest als heideveld. Op de vegetatiekaart is dit gebied aangegeven als heischraal grasland, met hierin een slenk met (een rompgemeenschap van) een kleine zeggenvegetatie. Op beide locaties is aan de oppervlakte een laag veraard veen van 20 à 35 cm aangetroffen.
- De zone ten zuiden hiervan, ter plaatse van EA20 en EA21, is wel in cultuur gebracht, en hier is dan ook een bouwvoor van 20 à 25 cm aangetroffen. Door Natuurmonumenten wordt deze zone nu beheerd als kruiden- en faunarijke akker. Ook rond 1900 was hier een akkertje aanwezig, maar dit was een stuk kleiner dan het huidige akkertje.
- Ter plaatse van EA21 is onder de bouwvoor een veenlaag van 35 cm aangetroffen. Boring EA21 is uitgevoerd in het verlengde van de slenk waarin ook EA19 is uitgevoerd. Dus waarschijnlijk betreft het hier hetzelfde slenk- / veensysteem, met als verschil dat ter plaatse van EA21 een zandlaag op het veen aanwezig is. Deze zandlaag kan zowel een natuurlijke oorsprong hebben (opstuiving van zand), maar kan ook door de mens zijn aangebracht om de draagkracht van de bodem te verbeteren.



3.3 Belangrijkste resultaten bodemchemisch onderzoek

In het rapport van B-WARE (zie bijlage 2) worden de resultaten per locatie besproken. Het algemene beeld dat hieruit volgt is:

- De toplaag van de bodem is over het algemeen matig tot sterk verrijkt met fosfaat.
- In de dalen (inclusief de flanken ervan) is de fosfaatrijke toplaag in het grootste deel van het voormalige landbouwgebied zeer dun. Dit is niet alleen het geval op plekken met een dunne bouwvoor van 10 à 15 cm (waar veruit het meeste fosfaat is opgeslagen in de bouwvoor), maar ook op plekken met een relatief dikke bouwvoor van 20 à 25 cm, omdat het meeste fosfaat hier is opgeslagen in het bovenste deel van de bouwvoor (eveneens 10 à 15 cm). Met alleen een beheer van maaien en afvoeren duurt het in beide gevallen circa 40 tot 80 jaar voordat de streefwaarden voor ontwikkeling van nat schraalland worden bereikt.
- Met name ter plaatse van de dalflanken is het bovenste en onderste deel van de bouwvoor op de meeste plekken niet afzonderlijk bemonsterd, maar als één laag van 20 à 25 cm. In samenhang hiermee wordt voor deze plekken door B-WARE ook een plagdiepte van 20 à 25 cm geadviseerd, terwijl ook hier waarschijnlijk volstaan kan worden met een geringere plagdiepte, omdat verwacht mag worden dat ook hier het bovenste deel van de bouwvoor relatief fosfaatrijk is en omdat de Olsen-P concentraties van de toplaag niet zeer hoog zijn. Ofwel: in de meeste gevallen kunnen naar verwachting ook hier met het afplaggen van 10 à 15 cm (in combinatie met een aanvullend verschrallingsbeheer) de streefwaarden voor schraalland gehaald worden. Alleen op locatie EA78 is de situatie wat minder gunstig, maar ook hier geldt dat het grootste deel van de fosfaatvoorraad in het bovenste deel van de bouwvoor is opgeslagen. Bovendien hoeft niet overal per se schraalland tot ontwikkeling te komen.
- Er zijn drie graslanden met een dikkere fosfaatrijke toplaag in de dalen (inclusief de flanken): het grasland ten westen van heideterrein H1, het grasland ten zuiden van heideterrein H2 en het grasland ten zuiden van heideterrein H9. Hier is de totale bouwvoor van circa 30 cm (matig) fosfaatrijk. Deze graslanden liggen allen in het benedenstroomse deel van het gedeelte van het dalenstelsel binnen het projectgebied. Met een beheer van maaien en afvoeren duurt het hier 100 tot ruim 250 jaar voordat de streefwaarden voor ontwikkeling van nat schraalland worden bereikt.
- Op de ruggen is op de twee plekken waar de bodem van akkertjes is bemonsterd niet alleen de bouwvoor, maar ook de ondergrond (matig) fosfaatrijk. Op de plek waar altijd een heideterreintje aanwezig is geweest (heideterrein H10) is de bodem inclusief de toplaag fosfaatarm.
- De bodemlaag direct onder de (zeer dunne) fosfaatrijke toplaag is niet alleen (matig) fosfaatarm, maar over het algemeen ook ijzerrijk, lemig en gebufferd. De ijzerrijkdom van deze laag is vergelijkbaar met de toplaag, en de lemigheid en de buffering zijn zelfs wat sterker dan de toplaag. Dit betekent dat deze laag zeer geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (heischraal grasland, blauwgrasland en/of veldrusschraalland). In de meeste gevallen worden bij het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag de streefwaarden voor ontwikkeling van schraalland gelijk al bereikt, terwijl in de meeste overige gevallen een vervolfbeheer van minder dan 10 jaar maaien hiervoor volstaat.

3.4 Resultaten inventarisatie slotenstelsel in de dalen

Opbouw van het stelsel

- De hoofdingdeling van het lokale stelsel van het Eerder Achterbroek (met EA1, EA2 en EA3) is al behandeld in paragraaf 2.5. Het lokale stelsel van het Eerder Broek valt geheel binnen systeem EA2.
- Systeem EA2 is opgebouwd uit twee hoofd-afvoerlopen (EA2.1 en EA2.2) en vijf deelsystemen met ieder een eigen afvoersloot (min of meer conform de deelsystemen van het gebied). De hoofd-afvoerlopen liggen buiten het projectgebied en de sloten liggen binnen of op de grens van het projectgebied. Het betreft deelsystemen EA2.1.1 en EA 2.1.2 in het noordwesten van het projectgebied en deelsystemen EA2.2.1, EA2.2.2 en EA2.2.3 in het middendeel en zuidoosten van het projectgebied.
- Via sloot EA2.1 verloopt ook de afwatering van enkele (westelijk gelegen) externe landbouwpercelen die tot het eigendom van Staatsbosbeheer behoren. Ook het functioneren hiervan wordt behandeld.
- Aan het einde van deze paragraaf wordt ook aandacht besteed aan relaties met de bebouwing, onverharde wegen / paden en (voormalige) fietspaden.

Algemene beeld

- In elk dal is een afvoersloot aanwezig van doorgaans 0,5 à 0,7 meter diep. De sloten zijn echter vanwege het staken van het onderhoud aan het verlanden met moerasvegetaties en ook de duikers raken verstopt. Hierdoor ligt het drainageniveau van het stelsel in de huidige situatie (vlak) aan tot hooguit enkele decimeters onder maaiveld. Desondanks wordt met name door de sloten nog wel veel kwelwater gedraineerd en afgevoerd.
- In de dalen liggen niet of nauwelijks nog functionerende restanten van greppelsystemen. Het drainageniveau van deze greppels ligt zodoende aan maaiveld. Er vindt nog wel waterafvoer plaats via de greppels, maar dan wel op maaiveldsniveau. In de meeste greppels zijn geen kwelverschijnselen waargenomen: het kwelwater wordt nu op een iets lager niveau gedraineerd door de verlandende sloten. Dit betekent dus dat de greppels bij aanpak van de drainerende werking van de sloten wel drainerend kunnen gaan werken op het kwelwater als ze niet gedempt zouden worden.
- Hier en daar, en met name langs de wallen die het dalenstelsel doorsnijden, liggen greppels die, ondanks de verlanding die ook hier plaatsvindt, een drainageniveau hebben dat iets (1 à 2 dm) onder maaiveld ligt. Veel van deze greppels draineren in de huidige situatie (plaatselijk) wel kwelwater.
- De dalenstructuur wordt doorkruist door wallen. De sloten doorkruisen de wallen: hier zijn dus gaten in de wallen aanwezig.
- Ook de onverharde wegen / paden die in het gebied liggen vormen waterhuishoudkundig gezien wallen, en ook deze wallen doorkruisen de dalenstructuur. Via duikers worden de sloten onder de onverharde wegen / paden doorgeleid.

Deelsysteem EA2.1.1

- In neerslagrijke perioden stroomt vanuit een greppelrestant in de noordelijke slenk van De Brakel water door een gat in de wal op de grens van de eigendommen van Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer naar de bovenloop van systeem EA2.1.1.
- Ten westen van de Dennenweg ligt een brede, met Pitrus begroeide greppel van circa 0,4 m diep. Het drainageniveau van deze greppel ligt nabij maaiveld.
- Met een (deels verstopte) duiker wordt het water onder de Dennenweg door geleid naar een ondiep greppel langs de dalflank en een dwarsgreppeltje.
- Deze greppel gaat over in een sterk verlandend slootje. Verder stroomafwaarts ligt de sloot strak tegen de dekzandkop van heideterrein H2 aan. Zodoende is

hier een abrupte, door de afvoersloot doorsneden, overgang van de dekzandkop naar het dalsysteem aanwezig. Met name dit traject draineert veel kwelwater en verstoort de natuurlijke gradiënt van heideterrein H2 naar het dal.

- Vanaf het punt dat de afvoersloot in zuidelijke richting afbuigt wordt de sloot nog wel onderhouden. De sloot is hier zeer diep (1,0 m / drooglegging van 0,6 m) en draineert zodoende veel kwelwater.
- Tussen dekzandkoppes H1 en H2, en ten oosten van een poel, ligt een laagte in het dalsysteem. Uit een aantal (aanvullende) boringen die hier zijn uitgevoerd (locaties 252 t/m 256) volgt dat deze laagte waarschijnlijk is opgehoogd (zie paragraaf 3.2).
- Ook elders in het dalsysteem zijn enkele poelen aanwezig. Getuige de sterke begroeiing van de oeverzones met Pitrus zijn de poelen waarschijnlijk voedselrijk.

Deelsysteem EA2.1.2

- Dit systeem begint in de huidige situatie ten westen van de Dennenweg. In het verleden (rond 1900) vond ook de afvoer van een dalgedeelte ten oosten van de Dennenweg via een duiker onder de Dennenweg af. Dit is ook de natuurlijke afvoerweg van dit dalgedeelte: de natuurlijke grens tussen beide stroomgebieden ligt ten noorden van het rechthoekige bosje (halverwege de Dennenweg en peilbuis B39).
- In de huidige situatie vindt de afvoer van dit dalgedeelte plaats via systeem EA2.2.1. Er is echter geen verbindingssloop met dit stelsel. Zodoende vindt de afvoer momenteel over maaiveld, over de drempel tussen beide deelsystemen heen. Als gevolg hiervan is het dalgedeelte ten westen van de drempel 's-winters licht geïnundeerd (inundatiediepte 10 à 20 cm). Vanwege de aanwezigheid van de fosfaatrijke bodem treedt hier waarschijnlijk interne eutrofiëring op, waardoor dit dalgedeelte nu bijna uitsluitend is begroeid met Pitrus.
- In het dalgedeelte ten westen van heideterrein H4 zijn ook aanvullende boringen uitgevoerd (locaties 349 t/m 353). Hieruit volgt dat in een zone ten oosten van de afvoersloot waarschijnlijk in lichte mate (circa 2 dm) ophoging heeft plaatsgevonden (zie ook paragraaf 3.2).
- Het traject van de afvoersloot ten zuiden van heideterrein H2 is diep (0,8 m), maar wel sterk aan het verlanden, waardoor het drainageniveau niet heel ver beneden maaiveld meer ligt (0,2 m). Desondanks draineert dit traject veel kwelwater. Doordat de sloot hier op de grens met het (nu deels met bos begroeide) heideterrein H2 ligt verstoort dit traject bovendien het ecohydrologisch functioneren van de gradiënt van het dal naar de dekzandkop.

Deelsysteem EA2.2.1

- Vanuit het nat schraalland in De Brakel watert door de wal op de eigendomsgrens heen een greppel af op systeem EA2.2.1. In het centrale deel van het nat schraalland is de loop op goede wijze gedempt / omgevormd door een zeer ondiep slenkje (van circa 0,1 m met drainageniveau van 0 m -mv) dat naadloos aansluit op het maaiveld van het schraalland. Deze demping kan zodoende gebruikt worden als voorbeeld voor een geslaagde aanpak in het Eerder Broek. Verder naar het oosten is de sloot ook gedempt, maar hier heeft de gedempte sloot nog wel een licht drainerende werking op het kwelwater, omdat hier de dalflank wordt aangesneden.
- Tot aan de duiker onder het pad ten westen van heideterrein H7 ligt het drainageniveau van de circa 0,5 meter diepe afvoersloot vlak onder tot vlak boven maaiveld. Dit is het gevolg van een gedeelte verstopping van de duiker.
- Het circa 0,6 m diepe sloottraject ten zuiden van deze duiker heeft nog wel een laag drainageniveau (0,4 m -mv) en zodoende een sterk drainerende werking op het kwelwater. Omdat de sloot hier op de grens met het heideterrein H7 ligt heeft dit traject sterk negatieve invloed op de gradiënt van het dal naar de dekzandkop.

Deelsysteem EA2.2.2

- De afvoerloop van dalsysteem EA2.2.2 doorsnijdt de verbinding tussen de dekzandkoppen van heideterreinen H7/H8 en dekzandkop H9. Ter plaatse van deze doorsnijding is de afvoersloot maar liefst 1,2 m diep en ligt het drainageniveau circa 0,6 m -mv. Als gevolg hiervan heeft vooral dit traject een sterk drainerende werking op het grondwater en hierdoor wordt ook de opbolling van de grondwaterspiegel in de (flanken) van de dekzandruggen sterk negatief beïnvloed.
- Ten westen van heideterrein H11 ligt een omvangrijke laagte, en deze laagte heeft een natuurlijke overloop naar dalsysteem EA2.2.1. In het verleden (rond 1900) vond de afwatering via een slootje ook in deze richting plaats, en ontbrak de huidige doorsnijding van de verbinding tussen de dekzandkoppen.

Deelsysteem EA2.2.3

- In een groot deel van dit dalsysteem is over de lengte een houtwal aanwezig, en de afvoerloop ligt ten noordwesten hiervan. De afvoerloop is circa 0,6 m diep en heeft een drainageniveau van 0,2 à 0,3 m -mv. De afvoerloop draineert in sterke mate kwelwater.
- In de wal zijn ter plaatse van zijloopjes en voor de ontwatering van het grasland ten zuidoosten van de wal vier gaten aanwezig.
- De laagste plekken in de graslanden ten zuidoosten van de wal zijn 's-winters in lichte mate geïnundeerd.
- Langs de buitenrand van de zuidoostelijke graslanden ligt een sterk verlande greppel (drainageniveau aan maaiveld).
- Ten zuidoosten van het grasland, en ingeklemd tussen twee dekzandkoppen, ligt een rabattenbos. Het bos bestaat onder meer uit Zomereik en Lariks.
- Op de grens van het grasland en het rabattenbos ligt een wal. De afvoer van het rabattenbos vindt over deze wal heen plaats. Het waterpeil in het rabattenbos is zodoende al behoorlijk hoog.
- De greppel ten westen van de Brakelweg watert af via systeem EA2.2.3. De greppel aan de oostzijde van de weg watert via een sloot af in oostelijke richting. Hoewel de sloot is begroeid met een moerasvegetatie en bosopslag, heeft deze toch nog een aanzienlijke drainerende werking op het grondwater, en hierdoor negatieve invloed op het ecohydrologisch functioneren van het graslandje ten westen van de Brakelweg.
- Het drainageniveau van de grotendeels verlande greppels langs de Brakelweg ligt nu al aan maaiveld. Omdat de weg circa 0,5 meter hoger ligt dan het maaiveld in de omgeving heeft de weg toch voldoende drooglegging.

Deelsysteem van westelijke verpachte graslanden Staatsbosbeheer

- In de twee graslanden ten westen van heideterrein H2 zijn diepe, nog functionerende greppelsystemen aanwezig. Deze stelsels draineren kwelwater.
- Via een randslootje op de oostgrens van deze graslanden en een duiker onder het pad op de grens van het eigendom van Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer watert dit stelsel af op de hoofdafvoersloot EA2.1.
- Op enkele tientallen meters ten noordoosten van deze duiker ligt nog een tweede duiker. Via deze duiker stroomt (een deel van) het water van systeem EA2.1.1 nu eerst naar de oostelijke randsloot van de graslanden van Staatsbosbeheer, en dan vervolgens via de eerder genoemde afvoerduiker naar hoofdloop EA2.1.

Bebouwing

- Binnen het projectgebied in aan de Dennenweg bebouwing aanwezig. Deze bebouwing staat hoog op een dekzandkop en het aangrenzende dalsysteem is in de huidige situatie al zeer nat vanwege de stagnatie die hier nu optreedt doordat de natuurlijke afvoer van het dalenstelsel wordt geblokkeerd door de Dennenweg. Bij herstel van het natuurlijke systeem zal het hier dus niet natter worden dan in de huidige situatie, dus als er hier nu geen problemen zijn, dan zal dat ook niet het geval zijn bij herstel van het natuurlijke systeem.
- Langs de zuidrand van het projectgebied is op twee plekken bebouwing aanwezig. De westelijke bebouwing (eveneens aan de Dennenweg) staat op een hoge dekzandkop. Het maaiveld van het erf ligt zodoende veel hoger (circa 0,8 meter) dan het maaiveld van de aangrenzende dalen. Omdat de opbolling van de freatische grondwaterspiegel in de dekzandruggen zeer beperkt is (hooguit enkele decimeters) is het ook hier niet de verwachting dat hier problemen zullen optreden in relatie tot grondwateroverlast.
- De oostelijke bebouwing (langs de afvoersloot van deelsysteem EA2.2.3) staat op een klein dekzandkopje. Het erf ligt op circa 6,6 mNAP, en het aangrenzende deel van het dal op circa 6,1 mNAP. De afvoersloot is hier circa 0,7 meter diep en de drooglegging van het dal bedraagt nu circa 0,4 m en van het erf dus circa 0,9 meter. Zonder compenserende maatregelen zal bij een verhoging van de drainagebasis de grondwaterstand ter plaatse van het erf naar verwachting meestijgen. Dit kan echter gecompenseerd worden door het aanleggen van een slootje rond het erf: op deze wijze kan de drainagebasis enigszins worden verhoogd, waarmee dus een zeker structureel systeemherstel kan worden gerealiseerd zonder dat dit leidt tot grondwateroverlast voor het erf en de bebouwing. Het erf is in de huidige situatie in neerslagrijke perioden ook behoorlijk modderig vanwege het deels ontbreken van verharding. Dit zou tegen gegaan kunnen worden door het aanbrengen van een (semi-) verharding.

Onverharde wegen en paden

- Daar waar de onverharde wegen / paden de dalen doorkruisen zijn soms modderige plekken aanwezig. Dit is met name het geval ter plaatse van de kruising van de Dennenweg met dalsystemen EA2.1.1 en EA2.1.2. De situatie is het gevolg van de geringe overhoogte van de weg ten opzichte van het dal en de combinatie met het gebruik van de weg door auto's, waardoor spoorvorming plaatsvindt. Het probleem kan (indien gewenst) op eenvoudige wijze worden opgelost door het hier ophogen van de weg.
- Elders liggen de onverharde wegen / hoofdpaden over het algemeen wel hoog genoeg: hier is nu geen (grote) wateroverlast en dit zal over het algemeen ook in de toekomst (bij herstel van het natuurlijke systeem) naar verwachting niet het geval zijn.
- Er zijn echter twee paden die niet heel hoog (2 à 3 dm) boven hun omgeving liggen. Het betreft de paden ten zuiden en westen van heideterrein H2. In de huidige situatie worden deze paden van een aanzienlijk drooglegging voorzien door de naast gelegen sterk drainerende afvoersloten (van deelsystemen EA2.1.1 en EA2.1.2). Aangezien deze paden vooral gebruikt worden als wandelpaden lijkt ophoging ervan echter niet strikt noodzakelijk (bespreken met de projectgroep).

(Voormalige) fietspaden

- Langs sommige onverharde wegen liggen smalle fietspaden. Deze fietspaden liggen vaak iets lager dan de wegen. Dit is vooral het geval in de delen die de dalen doorkruisen. Hierdoor staan veel trajecten van de fietspaden in de dalen nu in de winter onder water (waterdiepte van 1 à 2 dm). Natuurmonumenten heeft daarom het fietspadennetwerk buiten gebruik gesteld.

3.5 Resultaten inventarisatie (overgangen naar de) heideterreinen

Heideterrein H1

- In heideterrein H1 liggen drie greppelrestanten: twee in het lage deel en één vanuit een kommetje in het (met Grove dennenbos begroeide) kommetje in het hoge deel.
- Op de overgang van de dekzandkop naar het grasland aan de westzijde is (vanwege het ploegen van de landbouwgrond) een dekzandkopje aangesneden (hoogteverschil circa 0,3).
- Het noordelijke deel van het heideterrein en ook de volledige zuidoostelijke rand is sterk vergrast met Pijpenstrootje.
- Op de dekzandkop ten westen hiervan is Grove dennenbos aanwezig. Op de overgang van deze dekzandrug naar het dal is Berkenbos met in de ondergroei vrijwel uitsluitend Pijpenstrootje aanwezig. Vooral hogerop de flank en langs het pad aan de westzijde van de dekzandkop staan ook Zomereiken

Heideterrein H2

- In het noordelijke deel van heideterrein H2 is een greppelrestant aangetroffen.
- Tussen twee dekzandkoppen in ligt een slenk met goed ontwikkelde vochtige heide. Ter plaatse van de overgang naar het grasland aan de oostzijde ligt een kleine grondrug (paar dm hoog). Dit lijkt een antropogeen ruggetje te zijn (van 1 à 2 dm hoog), dat is ontstaan door het afploegen van de dekzandkopjes aan weerszijden van de slenk. Ter plaatse van het ruggetje is ook een extra dikke bouwvoor aangetroffen (35 cm ter plaatse van aanvullende boring 234 in plaats van 20 cm in de rest van het perceel: zie figuur 3.1).
- Buiten deze slenk is de overgang naar het grasland aan de oostzijde sterk vergrast.
- Een brede baan in het zuidelijke deel van het heideterrein is gemaaid. Ten zuiden hiervan is een Berkenbroekbos aanwezig met vrijwel uitsluitend Pijpenstrootje in de ondergroei. Langs de westgrens van het bos groeit behalve berken en ook elzen en in de laag gelegen zuidwestpunt van het bos groeien veel elzen.
- Ook de strook heide ten noorden van de rechthoekige Dennenbosjes is gemaaid. Hier is een onnatuurlijk scherpe overgang naar (de hoofdloop van) dalsysteem EA2.2.1 aanwezig.

Heideterrein H3

- In dit heideterrein liggen drie graslandstroken (voormalige akkertjes) en in de zuidoosthoek is door Natuurmonumenten een kruiden- en faunarijke akker ontwikkeld (in een zone waar voorheen ook een klein akkertje aanwezig was).
- Ten noorden van de bebouwing ligt een met Pitrus begroeide laagte. Alleen in perioden met een hoog neerslagoverschot staat er water in deze laagte (circa 2 dm op 3-2-2016), maar bij afwezigheid hiervan valt deze laagte snel droog. Er is hier een dun veenlaagje met hieronder een dunne, enigszins verkitte B-horizont aangetroffen. Blijkbaar is de weerstandsbiedende werking hiervan beperkt. Vanwege de mineralisatie van het veenlaagje komen veel voedsingstoffen vrij, waardoor Pitrus hier domineert.
- Ten oosten hiervan is een natte slenk aanwezig die doorloopt tot in De Brakel, en hier afbuigt in zuidelijke richting en uitmondt in het hoofddal. Deze slenk wordt geblokkeerd door een wal (met aan weerszijden hiervan greppels), maar hierin is een doorgang aanwezig. In het (geplagde) gedeelte ten westen van de wal is een redelijk goed ontwikkelde vochtige heide / kleine zeggen vegetatie aanwezig.
- De overgang van het heideterrein naar het bovenstroomse deel van dalsysteem EA2.1.1 is sterk vergrast met Pijpenstrootje.

Heideterrein H4

- In een kommetje in de dekzandkop ligt een klein veentje, met hierin een hoogveenslenkvegetatie (met veel Veenpluis en slenk-veenmossen), maar ook Hoogveenveenmos, wat een beginnende hoogveenontwikkeling indiceert.
- Het ecohydrologisch functioneren van het veentje is behandeld in paragraaf 2.8.4.
- Bij de veldinventarisatie is geconstateerd dat het veentje een natuurlijke afvoer over de rand van het kommetje heen aan de noordzijde (ter plaatse van w214).
- Er is echter ook een onnatuurlijk overloopje over het fietspad heen naar een greppel ten westen van het fietspad. Via deze greppel stroomt het water noordwaarts, en infiltreert hier (buiten de zone met stagnerende laag). De greppel doorsnijdt de rand van het kommetje. Omdat de overloop over het fietspad precies even hoog ligt als de natuurlijke overloop, heeft de onnatuurlijke overloop geen nadelige consequenties voor het ecohydrologisch functioneren van het veentje (althoewel het wel mooier zou zijn als de afvoer alleen via de natuurlijke overloop zou plaatsvinden).
- De laag gelegen oostrand van het heideterrein is begroeid met Dennen- en Berkenbos (en hogerop ook Eik), met veel Pijpenstrootje in de ondergroei.

Heideterrein H6

- Het gedeelte van de dekzandkop ten oosten van de Dennenweg maakte in het verleden ook deel uit van dit heideterrein. In de huidige situatie is hier (net als in de dalen) echter voedselrijk grasland aanwezig.
- Het gedeelte van de dekzandkop ten westen van de Dennenweg is grotendeels begroeid geraakt met bos.
- Langs de noordwestgrens is de dekzandkop iets aangesneden door ploegwerkzaamheden (hoogteverschil van 20 cm).

Heideterrein H7

- Heideterrein H7 ligt op het westelijke deel van een omvangrijke dekzandkop. In een kommetje in dit heideterrein ligt een vennetje (waterdiepte 30 cm op 2-2-2016). Aan de basis hiervan ligt een stagnerende laag (combinatie van gliedeachtige laag en verkitte B-horizont van in totaal 30 cm).
- Via een kleine / zeer ondiepe greppel vanaf de zuidelijke arm van het vennetje stroomt in neerslagrijke perioden water af naar de greppel langs de verder zuidelijk gelegen wal. Mogelijk betreft het hier een (niet volledig) gedempte greppel. Deze greppel veroorzaakt een (minieme) verlaging van het natuurlijke overloopniveau (hooguit 10 cm).
- De oostelijke rand van het heideterrein is gemaaid. Er is hier een volledige hoog-laag gradiënt aanwezig. Het ecohydrologisch functioneren hiervan wordt nu echter nog verstoord door hoofdloop EA2.2.1.

Heideterrein H8

- De overgang naar dalssysteem EA2.2.1 is al grotendeels vrij van bos, maar nog wel sterk begroeid met Pijpenstrootje.
- Op deze overgang is ook een greppelrestant aangetroffen.
- Rond 1900 was ook op het oostelijke deel van de omvangrijke dekzandkop heide aanwezig. Dit deel is nu begroeid met (Grove dennen)bos.
- In het oostelijke deel is (in het bos) een klein, vochtig kommetje aanwezig op de dekzandkop, met op 20-25 cm -mv een enigszins verkitte B-horizont. Het kommetje wordt doorsneden door enkele greppels.
- Ook de laagte / slenk tussen het westelijke en oostelijk deel van de dekzandkop is nu begroeit met bos. Deze slenk is (in samenhang met aanpak van de drainerende werking van de hoofdloop (EA2.2) / dus voorlopig nog niet) zeer kansrijk voor ontwikkeling van een waardevolle gradiënt.

Heideterrein H9

- In een kommetje op de dekzandkop ligt een vennetje (Henglersplas). Aan de basis hiervan ligt een stagnerende laag (combinatie van een gliedeachtige laag en een verkitte B-horizont van in totaal 30 cm).
- Het vennetje heeft een overloop aan de zuidwestzijde.
- In 2002 is het heideterrein en vennetje geplagd en vanaf dat moment daalde de waterstand met circa 20 cm. Als oorzaak van deze daling werd gedacht aan aantasting van de stagnerende laag door uitvoering van de plagwerkzaamheden, waardoor de weerstandsbiedende werking van deze laag zou zijn afgenomen. Plausibeler verklaring voor de verlaging is het mee plaggen van de overloop van het vennetje, waardoor sinds de plagwerkzaamheden het overlooppniveau van het vennetje is gedaald.
- Ter plaatse van deze overloop is enkele jaren geleden een klein wallepje aangebracht, en sindsdien is het waterpeil in het vennetje ook weer gestegen. Het waterpeil ligt echter nog steeds op een iets lager niveau (circa 7 cm) dan voor 2002.
- Het (verdere) ecohydrologisch functioneren van het vennetje is behandeld in paragraaf 2.8.4.
- Aan de zuidoostzijde van dit heideterrein is redelijk ontwikkeld heischraal grasland aanwezig. Langs de noordwestrand is bos verwijderd, is de kruidlaag gemaaid en is hier en daar geplagd. Er is hier een geleidelijke overgang van hoog naar laag aanwezig. Deze zone is nu echter nog verdroogd door de sterk drainerende werking van de afvoersloot van systeem EA2.2.2.

Heideterrein H10

- Dit heideterrein bestaat deels uit (heischraal) grasland en deels uit vochtige heide.
- Ten noordoosten hiervan, tussen H10 en H11, ligt een Pitrusveldje.

Heideterrein H11

- In dit heideterrein liggen een aantal ('s-winters) geïnundeerde laagten. De diepe delen van de laagten zijn veelal begroeid met Pijpenstrootje (en wat waterveenmos) en langs de randen is vochtige heide aanwezig. In het diepste deel van de grote laagte met L19 (Kooikersplas) is een Pitrus-vegetatie aanwezig, maar er komen ook waardevolle soorten voor (zie paragraaf 2.7).
- De grote laagte heeft een natuurlijke overloop naar de laagte ten westen hiervan, en deze laagte heeft een natuurlijke overloop naar dalsysteem EA2.2.2.
- In de Kooikersplas is een boring uitgevoerd. Hieruit volgt dat de bodem bestaat uit een laagje sterk veraard veen van 10 cm met direct hieronder een verkitte B-horizont van 20 cm. Blijkbaar treedt vanwege droogval mineralisatie op van de veenlaag, waardoor veel voedingsstoffen vrijkomen. Zie paragraaf 2.8.4 voor verdere toelichting van het ecohydrologisch functioneren van deze laagte.
- Op de overgang van het heideterrein naar dalsystemen EA2.2.2 en EA2.2.3 is een brede zone met vrijwel uitsluitend Pijpenstrootje aanwezig.
- Ter hoogte van het Pitrusveldje is het lage deel van de overgang (ten zuidwesten van het pad) geplagd.

Heideterrein H12

- De zuidhoek van heideterrein H12 ligt laag. Langs dit laag gelegen deel zijn niet functionerende greppelrestanten aanwezig.
- De laagte loopt door in het graslandgebied ten zuidoosten van het heideterrein. Ook hier zijn restanten aanwezig van greppels en een afvoerslootje, maar ook dit systeem functioneert niet meer: de afvoer is ter plaatse van de wegen onderbroken. Toch stijgt de waterstand in het graslandgebied niet boven maaiveld.

4 Synthese en conclusies

Ecohydrologisch functioneren en belangrijkste knelpunten

De geomorfologische gesteldheid van het Eerder Broek (en ook de rest van het Eerder Achterbroek en het aangrenzende gebied De Brakel van Staatsbosbeheer) wordt gekenmerkt door een afwisseling van dekzandkoppen en dalen, met zowel op de koppen als in de dalen lokale laagten / slenkjes. Via het dalenstelsel vond de natuurlijke afwatering van het gebied plaats. In samenhang hiermee heeft in mindere of meerdere mate afzetting van beekleem plaatsgevonden, waardoor de toplaag van de bodem hier over het algemeen zwak tot (zeer) sterk lemig is.

Onder het Eerder Broek en de omgeving hiervan is vanaf een diepte van circa 10 m -mv een circa 5 meter dikke kleilaag aanwezig. Dit Laagpakket van Zutphen vormt (regionaal gezien) de eerste scheidende laag. Vanwege de aanwezigheid hiervan is de interactie van het freatische grondwatersysteem met het regionale grondwatersysteem beperkt en is voor het Eerderbroek dus vooral de grondwaterstroming via het circa 10 meter dikke eerste watervoerende pakket bepalend.

De dekzandkoppen functioneren hierbij als infiltratiegebiedjes, en vanuit deze koppen worden de dalen gevoed met grondwater. In de dalen komt het grondwater als kwelwater weer aan de oppervlakte. Vanwege het ondiep voorkomen van kalkrijke afzettingen is het kwelwater behalve ijzerrijk ook basenrijk. Voordat ontginning plaatsvond zijn onder invloed van de langdurige toestroming van het basen- en ijzerrijke grondwater in de dalen beeekeerdgronden tot ontwikkeling gekomen. In de huidige situatie kan het kwelwater de wortelzone van de vegetatie echter niet of in onvoldoende mate bereiken, omdat het wordt gedraineerd en afgevoerd door het (deels nog functionerende) slotenstelsel van het gebied. Als gevolg hiervan is er ook sprake van verlaagde grondwaterstanden, niet alleen in de dalen, maar ook in de dekzandkoppen.

Ter plaatse van de dekzandkoppen is op een aantal plaatsen door inspoeling van humusdeeltjes een verkitte B-horizont ontstaan die slecht doorlatend is. Boven deze weerstandsbiedende lagen zijn zodoende zeer lokale systeempjes werkzaam. Dergelijke systemen worden ook wel schijngrondwatersystemen genoemd. Op deze plekken zijn vennetjes, veentjes en/of vochtige heide aanwezig. Deze weerstandsbiedende lagen zijn meestal niet ondoorlatend en soms behoorlijk doorlatend. Dit betekent dat er via deze lagen water kan weglekken naar het freatische systeem. De mate van weglekken is niet alleen afhankelijk van de weerstand van de stagnerende laag maar ook van de tegendruk die wordt geleverd door het freatische grondwater. Zodoende kan de verlaging van de freatische grondwaterstand ook geleid hebben tot verdroging van deze zeer lokale (ofwel schijn)grondwatersysteempjes. Ook zijn er in de heideterreinen vochtige laagten aanwezig waar helemaal geen lokale weerstandsbiedende laag aanwezig is. Deze laagten functioneren dus geheel in samenhang met het freatische systeem, en hier heeft de grondwaterstandsverlaging dus ook rechtstreeks doorgewerkt in de vochtige laagten.

Terwijl rond 1900 in het Eerder Broek op de dekzandkoppen vrijwel uitsluitend heide aanwezig was, zijn in de loop van de 20^e eeuw veel (delen van de) dekzandkoppen begroeid geraakt met bos, vooral Grove dennenbos. Omdat dit bos een veel hoger verdampingsverlies heeft dan een heidevegetatie is door deze verschuiving de grondwateraanvulling afgenomen. Zodoende is de opbolling van de grondwaterspiegel ter plaatse van de ruggen verminderd, wat niet alleen heeft geleid tot een verdroging van (met name) vochtige heide op de dekzandruggen, maar ook tot een reductie van de kwelwatervoeding van het dalenstelsel.

Belangrijkste conclusies van het aanvullend veldonderzoek

- De bouwvoordikte van de voormalige landbouwgronden in het dalenstelsel bedraagt doorgaans 10 tot 30 cm.
- Over het algemeen is niet alleen bouwvoor maar ook de bodemlaag direct hieronder lemig.
- Op basis van profielkenmerken kan worden afgeleid dat plaatselijk ophoging van de laagste delen van de dalen heeft plaatsgevonden. Op basis van de geomorfologische kenmerken van het gebied (enige aansnijding van de dekzandkopjes en uitermate vlak reliëf in sommige laagten) lijkt er ter plaatse van de voormalige landbouwgronden meer in zijn algemeenheid een lichte mate van nivellering van het reliëf te hebben plaatsgevonden. Omdat de mate van ophoging veelal kleiner is dan de bouwvoordikte is deze nivellering echter niet traceerbaar in de bodemopbouw.
- De toplaag van de bodem van de voormalige landbouwgronden is over het algemeen matig tot sterk verrijkt met fosfaat. De fosfaatrijke toplaag is in het grootste deel van het dalenstelsel zeer dun, namelijk 10 à 15 cm. Dit is niet alleen het geval op plekken met een zeer dunne bouwvoor (van 10 à 15 cm), maar ook op veel plekken met een dikkere bouwvoor (van 20 à 25 cm), omdat hier het grootste deel van de fosfaatvoorraad is opgeslagen in het bovenste deel van de bouwvoor. Er zijn echter drie graslanden met een dikkere fosfaatrijke toplaag: hier is de totale bouwvoor van circa 30 cm (matig) fosfaatrijk.
- De bodemlaag direct onder de (zeer dunne) fosfaatrijke toplaag is niet alleen (matig) fosfaatarm, maar over het algemeen ook ijzerrijk, lemig en gebufferd. Deze laag is zodoende zeer geschikt voor herstel / ontwikkeling van nat schraalland (uiteenlopend van heischraal grasland tot veldrusschraalland en blauwgrasland).
- Behalve sloten zijn in het projectgebied op grote schaal greppels aanwezig. De greppels liggen veelal in de dalen, maar soms ook in de heideterreinen.
- De meeste (overgangen van het dalenstelsel naar de) heideterreinen zijn vanwege de verdroging en de stikstofdepositie sterk vergrast met Pijpenstrootje.

Herstelmogelijkheden in hoofdlijnen

- Om de ecologische potenties van het Eerder Broek tot uiting te laten komen is enerzijds herstel van het hydrologische systeem en anderzijds effectieve vershraling van de bodem nodig. Met het herstel van het hydrologische systeem wordt niet alleen herstel / ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurwaarden in het dalenstelsel mogelijk gemaakt, maar zal ook herstel optreden van de grondwaterafhankelijke natuurwaarden in de kleine laagten / slenken op de dekzandruggen.
- De vershraling van de bodem kan het best worden gerealiseerd door middel van het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag. Tevens komt hiermee een toplaag aan de oppervlakte te liggen die lemig, ijzerrijk en goed gebufferd is: dit maakt de kansrijksdom voor de beoogde ontwikkeling van nat schraalland extra groot.
- Om ongewenste neveneffecten van het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag op het beoogde systeemherstel te voorkomen en omdat in het grootste deel van het voormalige landbouwgebied het grootste deel van de fosfaatvoorraad is opgeslagen in de bovenste 10 (à 15) cm, kan het best alleen ondiep (circa 10 cm) geplagd worden.
- Voor herstel van het hydrologische systeem dienen zowel de sloten als de greppels in het plangebied te worden gedempt of omgevormd te worden tot zeer ondiepe slenkjes van circa 10 cm, die naadloos aansluiten op hun omgeving.
- Voor herstel van ecologisch waardevolle gradiënten naar heischraal grasland en vochtige heide dienen ook de sterk met Pijpenstrootje vergraste overgangen naar de heideterreinen te worden mee geplagd.

5 Herstelplan

5.1 Inleiding

Het herstelplan is als volgt opgesteld:

- Eerst worden de doelstellingen en randvoorwaarden van het plan behandeld (paragraaf 5.2).
- Vervolgens wordt het plan in hoofdlijnen toegelicht (paragraaf 5.3).
- Hierna vindt per deelsysteem een nadere specificatie van de maatregelen plaats (paragraaf 5.4).
- Ook is aandacht besteed aan het voorkomen van (grond)wateroverlast in de aangrenzende gebieden die in agrarisch gebruik blijven, voor de bebouwing binnen het plangebied en langs de grens hiervan en voor de onverharde wegen / paden die in het plangebied aanwezig zijn (paragraaf 5.5).
- In paragraaf 5.6 wordt ingegaan op de gewenste toekomstige hydrologische monitoring.

Er zijn drie plankaarten vervaardigd:

- Figuur 5.1: kaart met de waterhuishoudkundige maatregelen in combinatie met de toekomstige natuurtypen.
- Figuur 5.2: kaart met de waterhuishoudkundige maatregelen in combinatie met de hoogteligging en het natuurlijke afvoerstelsel.
- Figuur 5.3: kaart met de uit te voeren plagwerkzaamheden.

De belangrijkste maatregelen worden toegelicht aan de hand van een schematisch ecohydrologisch dwarsprofiel (figuur 5.4).

Begeleiding van de planuitwerking

Het plan is in het conceptstadium besproken met de projectgroep en door enkele deskundigen van Natuurmonumenten schriftelijk becommentarieerd. Vanuit hydrologisch oogpunt is dit gedaan door C. Geujen en vanuit cultuurhistorisch oogpunt door M. Purmer. Vervolgens heeft op basis hiervan op 31 mei 2016 een gezamenlijk veldbezoek plaatsgevonden met beide deskundigen, alle overige betrokkenen van Natuurmonumenten en F. van Belle van de Provincie Overijssel. Daarbij is het plan vanuit verschillende invalshoeken belicht (hydrologisch, ecologisch, cultuurhistorisch, landschappelijk en beheertechnisch). Vanuit de consensus die hieruit voortkwam is het in hoofdstuk 5 uitgewerkte definitieve plan voortgekomen.

5.2 Doelstellingen en randvoorwaarden

Doelstelling

Doelstelling van het plan is om met het behoud van het cultuurhistorisch waardevolle landschap het hydrologische systeem te herstellen en de bodem van het dalenstelsel op effectieve wijze te verschralen om zo de ecologische ontwikkeling van de grondwaterafhankelijke natuur in het Eerder Broek in sterke mate te verbeteren.

Meer concreet betekent dit:

- Het handhaven van het cultuurhistorisch waardevolle landschap met heide en hier en daar een akkertje of een bosje op de dekzandkoppen, graslanden in de dalen en de karakteristieke wallenstructuur, onverharde wegenstructuur, sloten- en greppelstructuur en wegbeplanting.
- Herstel van vochtige heide (habitattype H4010A), veentjes / vennetjes (habitat-typen H3160 Zure vennen / H7110B Actieve hoogvenen) en pioniervegetaties van vochtige heide (H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen) in kleine laagtes en slenkjes op de dekzandruggen.
- Herstel / ontwikkeling van de Associatie van Borstelgras en Klokjesgentiaan (met hierin onder andere Heidekartelblad), ofwel een waardevolle grondwaterafhankelijke vorm van heischraal grasland (habitattype H6230), op de talrijke overgangen naar de dalen. Met name op locaties met zure, leemarme bodem (met name relevant voor deelsysteem EA2.1.1) kan op de overgangen in combinatie hiermee ook vochtige heide tot ontwikkeling komen.
- Herstel / ontwikkeling van soortenrijke, door basen- en ijzerrijk grondwater gevoede, natte schraallanden in de dalen zelf.
- In combinatie hiermee herstel / ontwikkeling van kruiden- en faunarijke graslanden: ook dergelijke graslanden zijn (vooral in afwisseling met de eerder genoemde typen) waardevol.

Randvoorwaarden

- In relatie tot de planmaatregelen mag geen (grond)wateroverlast optreden voor derden, zowel niet ten aanzien van de bebouwing als van de gronden ten zuiden en ten westen van het plangebied, die nog regulier verpacht worden.
- Het cultuurhistorisch waardevolle landschap dient te worden behouden, met daarbij specifieke aandacht voor de waardevolle wallenstructuur, onverharde wegenstructuur, sloten- en greppelstructuur en wegbeplanting.
- Behoud van de mogelijkheden voor recreatief gebruik van het gebied, met name wandelen en fietsen over de bestaande routes.

5.3 Plan in hoofdlijnen

Om de ecologische potenties van het Eerder Broek tot uiting te laten komen is enerzijds herstel van het hydrologische systeem en anderzijds effectieve verschraling van de bodem nodig. Met het herstel van het hydrologische systeem wordt niet alleen herstel / ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurwaarden in het dalenstelsel mogelijk gemaakt (met onder andere habitatype H6230 Heischrale graslanden), maar zal ook herstel optreden van de grondwaterafhankelijke natuurwaarden in de kleine laagten / slenken op de dekzandruggen (ofwel habitatypen H4010A Vochtige heide, H3160 Zure vennen, H7110B Actieve hoogvenen en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen).

De verschraling van de bodem wordt gerealiseerd door middel van het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag. Tevens komt hiermee een toplaag aan de oppervlakte te liggen die lemig, ijzerrijk en goed gebufferd is: dit maakt de kansrijkdom voor de beoogde ontwikkeling van nat schraalland extra groot. Met het afplaggen wordt gelijk de huidige dichte zode verwijderd, waarmee goede kiemingsmogelijkheden voor doelsoorten worden gecreëerd. In combinatie dient wel gezorgd te worden voor een zaadbron van de doelsoorten. Beste methode hiervoor is het inbrengen van plagsel (grond) uit nabij gelegen natuurgebieden met goed ontwikkeld nat schraalland. De ontwikkeling naar de gewenste vegetatie verloopt dan namelijk veel sneller dan bij het alleen inbrengen van maaisel.

Om ongewenste neveneffecten van het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag op het beoogde systeemherstel te voorkomen en omdat in het grootste deel van het voormalige landbouwgebied het grootste deel van de fosfaatvoorraad is opgeslagen in de bovenste 10 à 15 cm, wordt in principe alleen ondiep (circa 10 cm) geplagd. Voor zover nodig wordt de resterende verschraling gerealiseerd door middel van een vervolgbeheer van maaien en afvoeren. Ook daar waar de fosfaatrijke toplaag relatief dik is, wordt omwille van een optimaal herstel van het hydrologische systeem niet meer dan (maximaal) 10 cm, afgeplagd. Zo kan ook hier immers een aanzienlijk deel van het fosfaat worden afgevoerd en wordt eveneens de huidige dichte zode verwijderd. Hier zal echter geen ontwikkeling van nat schraalland plaatsvinden, maar wel van kruiden- en faunarijk grasland, wat over het grotere geheel gezien een mooie combinatie is met de overige typen. Alleen op één plek waar ophoging van een laagte in het dalenstelsel heeft plaatsgevonden (namelijk in dalsysteem EA2.1.1) wordt dieper geplagd: hier wordt de totale opgebrachte laag verwijderd, zodat de oorspronkelijke drassige laagte kan worden hersteld. Omdat het een onnatuurlijke ophoging en een lokale laagte betreft, staat dit het systeemherstel niet in de weg.

Herstel van het hydrologische systeem vindt als volgt plaats:

- Daar waar sloten en greppels ruggen of de flanken van het dalenstelsel aansnijden worden na het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag de resterende profielen gedempt.
- In de (min of meer) vlak gelegen centrale delen van de dalen worden, daar waar cultuurhistorisch waardevolle sloten en greppelstelsels aanwezig zijn, de sloten en greppels niet volledig gedempt, maar omgevormd tot zeer ondiepe slenkjes van circa 10 cm, die naadloos aansluiten op het maaiveld in de omgeving (zie dwarsprofiel figuur 5.4). Op deze wijze wordt het cultuurhistorisch waardevolle sloten- en greppelpatroon gehandhaafd en via de slenkjes vindt afvoer van neerslagwater plaats, waarmee de vorming van een neerslaglens in de toplaag van de bodem in het dalenstelsel wordt voorkomen en er wellicht extra goede perspectieven zijn voor ontwikkeling van nat schraalland. Deze cultuurhistorische systeembenadering is van toepassing op dalsystemen EA2.1.2, EA2.2.1, EA2.2.2 en EA2.2.3.

- In de (min of meer) vlak gelegen centrale delen van de dalen worden, daar waar geen cultuurhistorisch waardevolle sloten en greppelstelsels aanwezig zijn, de sloten en greppels wel volledig gedempt. Deze natuurlijke systeembenadering is van toepassing op dalsysteem EA2.1.1.

Met het herstel van het hydrologische systeem zal het gebufferde grondwater de wortelzone van de vegetatie in de dalen en (periodiek) ter plaatse van de dalflanken weer gaan voeden en zal de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) weer vlak aan maaiveld komen te liggen, waarmee (tezamen met de juiste bodemchemische condities) al voldaan worden aan de belangrijkste voorwaarden voor herstel / ontwikkeling van nat schraalland. Het is lastig te voorspellen in welke mate de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand dichterbij maaiveld zal komen te liggen. Aangezien in de nu licht ontwaterde dalen de GLG nu op circa 0,8 m -mv ligt en in de wat sterker ontwaterde dalen op 0,9 à 1,0 m -mv lijkt een toekomstige GLG van 0,6 à 0,7 m -mv mogelijk. Het effect op de grondwaterstand in de heideterreinen zal sterk uiteenlopen: daar waar nu een afvoersloot dicht nabij een heideterrein ligt (bijvoorbeeld het noordelijke deel van heideterrein H2 en de westelijke delen van heideterrein H7 en H9) zal de freatische grondwaterstand sterk stijgen en daar waar de afstand groot is zal het effect minder sterk zijn. Met name daar waar het effect sterk is kan het freatische grondwater ook meer tegendruk gaan leveren aan de wegzijging vanuit de lokale systeempjes boven stagnerende lagen.

In het kader van het plan 'Heideherstel Landgoed Eerde' is al gestart met het verwijderen van de bosopslag en het opgaande bos op de dekzandkoppen, en deze werkzaamheden zullen de komende jaren voort worden gezet. Op de plankaart is de situatie aangegeven zoals die bij voltooiing van het plan voor het heideherstel aanwezig moet zijn. Het kan dus zijn dat hier in bepaalde delen in de huidige situatie nog wel bos aanwezig is, terwijl deze delen op de plankaart al als heide zijn aangegeven. Het verwijderen van bos(opslag) is niet alleen van groot belang voor herstel van het meer open heidelandschap dat het Eerder Achterbroek in het verleden kenmerkte, maar ook om het extra hoge verdampingsverlies van het bos weg te nemen. Zo kan ter plaatse van de zandkoppen weer een betere aanvulling van het grondwater plaats gaan vinden. Dit levert dus ook een belangrijke bijdrage aan de beoogde versterking van de opbolling van de grondwaterspiegel ter plaatse van de dekzandkoppen en dus aan het behoud en herstel van de genoemde grondwaterafhankelijke habitattypen.

Om goed ontwikkelde gradiënten tot ontwikkeling te brengen dient ook ter plaatse van de overgangen van de dekzandkoppen naar de dalen de bodem verschraald te worden. Zo kan de huidige vergrassing met Pijpenstrootje namelijk worden tegengegaan en kunnen (in combinatie met de hydrologische maatregelen) hier goed ontwikkelde vormen van vochtige heide en heischraal grasland tot ontwikkeling kunnen worden gebracht, naar voorbeeld van de prachtige gradiënt die in De Brakel is hersteld. Om deze situatie te realiseren kan volstaan worden met ondiep plaggen (Ah-horizont tot op de B-horizont).

Kleinschalig beheer

Kenmerkend voor het Eerder broek (en dus ook het Eerder Broek) is de hoge ruimtelijke variatie die samenhangt met het perceelsgewijze beheer dat hier van oudsher wordt uitgevoerd. Vanuit cultuurhistorisch, ecologisch, landschappelijk en recreatief oogpunt is het van groot belang dit kleinschalige beheer te behouden. Middels het vervolgbeheer zal hier uitwerking aan worden gegeven. Zo kan in bepaalde delen een hooilandbeheer worden gevoerd terwijl in andere delen begrazing kan (blijven) plaatsvinden. Tevens kan nabeweidings van hooilanden plaatsvinden. Bovendien worden de akkertjes gehandhaafd. Ook zal vanwege het slechts afplaggen van een dunne toplaag de bodem niet overal even schraal worden: er zullen naast voedselarme ook relatief voedselrijke delen aanwezig zijn. Door het afplaggen van de toplaag wordt de ruimtelijke variatie juist sterk

vergroot, omdat dan niet meer over de gehele oppervlakte sprake zal zijn van voedselrijke graslandvegetaties maar van een breed scala aan graslandtypen.

Gefaseerde uitvoering

Omdat het beoogde systeemherstel en daarmee een goede ecologische ontwikkeling van het Eerder Broek mogelijk te maken moet over grote oppervlakte worden ingegrepen. Vooral het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag is een ingrijpende maatregel. Zowel vanuit landschappelijk als vanuit ecologisch oogpunt is het daarom beter om het plan niet in één keer maar gefaseerd uit te voeren. De deelgebieden die in de eerste fase worden uitgevoerd zijn aangegeven op de plankaarten. Het betreft hierbij enerzijds een deelgebied waar de natuurlijke systeembenadering wordt gevolgd (dalsysteem EA2.1.1) en anderzijds een deelgebied waar de cultuurhistorische systeembenadering wordt gevolgd (bovenstroomse gedeelte van dalsysteem EA2.2.1). Het vervolg op de eerste fase (aantal vervolgfases en de begrenzing hiervan) wordt vastgesteld op basis van de bevindingen van de eerste fase.

De deelgebieden die in de eerste fase worden uitgevoerd zijn volledig vrij van pacht. In het zuidelijke deel van het plangebied zijn enkele percelen aanwezig die nog regulier worden verpacht (de als kruiden- en faunarijk grasland aangegeven percelen in de benedenstroomse delen van dalsystemen EA2.1.2 en EA2.2.3). Aangezien de betreffende gebieden pas in een volgende fase worden uitgevoerd is er enige tijd beschikbaar voor het pachtvrij maken van deze percelen.

5.4 Nadere uitwerking per deelsysteem

5.4.1 Deelsysteem EA2.1.1

In dalsysteem EA2.1.1 worden de volgende maatregelen getroffen:

- Over het algemeen ondiep plaggen (10 cm) van de fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. Daarbij kleine eilandjes met huidige vegetatie en fauna handhaven, zodat doelsoorten die al in het gebied aanwezig zijn zich van hieruit op versnelde wijze in het geplagde gebied kunnen vestigen.
- Tussen heideterreinen H1 en H2 is in dit dalsysteem een laagte aanwezig. In deze laagte is de bodem enkele decimeters opgehoogd om de draagkracht te verbeteren. In de laagte wordt deze antropogene toplaag verwijderd, dus hier wordt de toplaag dieper ontgraven (ontgravingsdiepte circa 3 dm). Tevens wordt het ruggetje dat in de laagte is aangebracht verwijderd.
- In combinatie hiermee wordt de afvoersloot van dit deelsysteem (tot aan de grens van het plangebied) volledig gedempt zodat herstel optreedt van de natuurlijke drassige laagte. Omdat bovenstrooms van de laagte het verhang van het dalsysteem voldoende hoog is om de afvoer van neerslagwater over maaiveld heen plaats te laten vinden, wordt ook dit deel van de afvoersloot volledig gedempt.
- Ter plaatse van de Dennenweg wordt een nieuwe duiker aangelegd ten behoeve van een goede natuurlijke oppervlakkige afvoer van het bovenstroomse deel van het dalsysteem. Er is (in zijn algemeenheid) gekozen voor duikers in plaats van voorden omdat duikers de cultuurhistorisch waardevolle onverharde wegenstructuur minder verstoren. De wegen liggen namelijk als wallen door de dalen heen en door voorden aan te brengen zou een onderbreking van deze structuur ontstaan.
- Met het volledig dempen van de afvoersloot wordt ook een goed herstel van de gradiënt naar heideterrein H2 mogelijk gemaakt. Hiertoe wordt door middel van het aanbrengen van zand (in aanvulling op het dempen van de afvoersloot) de geleidelijke helling hersteld, zodat de huidige onnatuurlijke, abrupte overgang verdwijnt (zie figuur 5.3).
- In dit dalsysteem worden ook (de resterende profielen van) enkele greppels volledig gedempt.
- Uiteindelijk is het gewenst om ook het gedeelte van de afvoersloot op de westgrens van het plangebied volledig te dempen, en de afvoer plaats te laten vinden via de laagte ten westen van het plangebied, waar nu nog de (regulier) verpachte graslandgebieden van Staatsbosbeheer aanwezig zijn. Zolang deze regulier verpachte graslanden hier aanwezig zijn is dit echter geen optie. Wel kan het gedeelte van de nu diepe afvoerloop op de westgrens al verondiept worden naar een loopje van enkele decimeters diep, waarmee de verdrogende werking ervan al grotendeels wordt weggenomen. De drainerende werking van het slotenstelsel in de laagte ten westen van het plangebied kan echter pas worden aangepakt als ook dit gebied vrij van pacht wordt gemaakt en heringericht wordt als natuurgebied.
- De overgangen naar heideterreinen H1, H2 en H3 worden ondiep geplagd, zodat in deze nu sterk met Pijpenstrootje vergraste zones vochtige heide en heischraal grasland tot ontwikkeling kan komen.

5.4.2 Deelsysteem EA2.1.2

In dalsysteem EA2.1.2 worden de volgende maatregelen getroffen:

- Ondiep plaggen (10 cm) van de fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. Daarbij kleine eilandjes met huidige vegetatie en fauna handhaven.
- Herstel van de aansluiting van het bovenstroomse deel van het dalsysteem (ten oosten van de Dennenweg): blokkade van de Dennenweg opheffen door het hier aanbrengen van een duiker. Door herstel van de natuurlijke afwatering wordt stagnatie van regenwater in de zone ten oosten van de Dennenweg tegengegaan (zonder dat hiervoor een onnatuurlijke doorgang gegraven hoeft te worden naar systeem EA2.2.1).
- Verondiepen van de hoofdsloot van systeem EA2.1.2 en de greppels in het centrale deel van het dal tot zeer ondiepe (10 cm), naadloos op hun omgeving aansluitende slenkjes, die alleen neerslagwater afvoeren en geen kwelwater draineren. De (resterende profielen van de) greppels ter plaatse van de flanken van het dalsysteem worden volledig gedempt.
- In het benedenstroomse deel van het dalsysteem wordt als hoofdafvoer een reeds aanwezige greppel gebruikt die in het laagste deel (ofwel de as) van het dal ligt. Voor passage van de beplante onverharde weg wordt een nieuwe duiker aangelegd. Benedenstrooms van de nieuwe duiker wordt over een afstand van 100 meter een (circa 10 cm diep) verbindingsslenkje gegraven naar de (tot slenk om te vormen) greppel in het centrale deel van het perceel. Ook dit verbindingsslenkje volgt de as van het dal.
- Zodoende kan de drainerende werking van huidige afvoersloot ter plaatse van de flank namelijk worden aangepakt, waarmee een optimaal herstel van de hier geleidelijk verlopende, zeer kansrijke gradiënt naar heideterrein H2 mogelijk wordt gemaakt. Complicerende factor hierbij is de aanwezigheid van oude eiken langs de onverharde weg die hier direct naast de afvoersloot ligt. Onder invloed van een plotselinge sterke vernatting zouden deze eiken kunnen afsterven en dit is onwenselijk. Daarom wordt de drainerende werking van de afvoersloot in eerste instantie tegengegaan middels het aanbrengen van het stuwtje en het (eventueel geleidelijk) verhogen van het waterpeil in de sloot. Indien vervolgens blijkt dat de vitaliteit van de eiken hierdoor afneemt, dan kan ervoor worden gekozen weer meer water te laten afstromen. Indien dit niet het geval is dan kan het hoge peil worden gehandhaafd en kan de sloot wellicht op termijn worden gedempt.
- De overgangen naar heideterreinen H2, H4 en H6 worden ondiep geplagd, zodat in deze nu sterk (met Pijpenstrootje) vergraste zones vochtige heide en heischraal grasland tot ontwikkeling kan komen.

5.4.3 Deelsysteem EA2.2.1

In dalsysteem EA2.2.1 worden de volgende maatregelen getroffen:

- Ondiep plaggen (10 cm) van de fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. Ook de voormalige landbouwgrond op de dekzandkop van heideterrein H6 (= zone ten oosten van de Dennenweg) wordt mee geplagd, zodat hier een (droge) heideachtige vegetatie tot ontwikkeling kan komen. Daarbij kleine eilandjes met huidige vegetatie en fauna handhaven.
- Verondiepen van de hoofdsloot en de greppels in het centrale deel van dalsysteem EA2.1.2 tot zeer ondiepe (10 cm), naadloos op hun omgeving aansluitende slenkjes, die alleen neerslagwater afvoeren en geen kwelwater draineren. De (resterende profielen van de) greppels ter plaatse van de flanken van het dalsysteem worden volledig gedempt.
- Herstel van de natuurlijke afvoer van systeem EA2.2.2 via systeem EA2.2.1. Dit is ook de wijze waarop de afwatering rond 1900 plaatsvond, dus hiermee vindt tevens cultuurhistorisch herstel plaats. Voor herstel van de natuurlijke afvoer wordt in de onverharde weg een duiker aangebracht. Het herstel van deze natuurlijke afwatering is vooral van belang om de doorsnijding van de verbinding tussen de dekzandkoppen van enerzijds heideterreinen H7/H8 en anderzijds H9 met de (1,2 meter) diepe afvoersloot van systeem EA2.2.2 tegen te gaan (zie ook paragraaf 5.4.4).
- De overgangen naar heideterreinen H4, H7 en H8 worden ondiep geplagd, zodat in deze nu sterk (met Pijpenstrootje) vergraste zones vochtige heide en heischraal grasland tot ontwikkeling kunnen komen.

Tevens is het wenselijk om een goede aansluiting te realiseren van het bovenstroomse gedeelte van het dalsysteem in De Brakel op de rest van het dalsysteem. Deze maatregelen dienen te worden uitgevoerd in samenspraak met Staatsbosbeheer. Momenteel wordt voor het gebied De Brakel (in opdracht van de Provincie Overijssel) ook een hydrologisch onderzoek door Bell Hullenaar uitgevoerd, en het is de bedoeling om op basis hiervan aanbevelingen te doen voor verbetering van de inrichting van De Brakel, dus in het kader hiervan kan de gewenste aansluiting goed worden gerealiseerd. De hiervoor benodigde maatregelen zijn vooralsnog niet aangegeven op de plankaarten, omdat ze buiten het projectgebied van Natuurmonumenten vallen.

Wel wordt hier alvast een (voorlopige) opsomming gegeven:

- Verwijderen van het bos dat in het dalsysteem langs de eigendomsgrens aanwezig is.
- Handhaven van de cultuurhistorisch waardevolle houtwal die op de eigendomsgrens aanwezig is, maar wel de greppels aan weerszijden van deze wal dempen, om de drainerende werking ervan op de dalflanken den de dekzandrug (van heideterrein H3) weg te nemen.
- Dempen van het huidige afvoerslootje van De Brakel, en de afvoer laten verlopen via de natuurlijke afvoerslenk (zuidelijk om het huidige bosje heen). Hiertoe dient dan ook een extra gat gegraven te worden in de wal die op de grens van de eigendommen van Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer aanwezig is.

5.4.4 Deelsysteem EA2.2.2

In dalsysteem EA2.2.2 worden de volgende maatregelen getroffen:

- Ondiep plaggen van de fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. Daarbij kleine eilandjes met huidige vegetatie en fauna handhaven.
- Herstel van de natuurlijke afvoer van systeem EA2.2.2 via systeem EA2.2.1 door middel van het aanbrengen van een duiker in de onverharde weg (zie voor verdere toelichting: paragraaf 5.4.3).
- Dempen van het gedeelte van de afvoersloot dat de verbinding doorsnijdt tussen enerzijds de dekzandkop met hierop heideterreinen H7/H8 en anderzijds de dekzandkop met hierop heideterrein H9. Deze demping in noordelijke richting doortrekken tot aan de houtwal.
- Ook in dalsysteem EA2.2.2 is een laagte aanwezig, met een natuurlijke overloop op de plek waar de duiker wordt aangebracht. Om tot een maximaal systeemherstel te komen, en de natuurlijke drassige laagte te herstellen, is overwogen de afvoersloot van de laagte volledig te dempen. Uiteindelijk is hier in samenspraak met de projectgroep niet voor gekozen, vooral omdat hier een cultuurhistorisch waardevol sloten- en greppelstelsel aanwezig is dat dient te worden gehandhaafd. Bovendien zijn in deze laagte de kenmerken van ophoging minder duidelijk in de bodemopbouw te traceren dan in de laagte van dalsysteem EA2.1.1: alleen ter plaatse van het centrale deel van de laagte is tot op een diepte van 30 cm een geroerde bodem aangetroffen. De uitermate vlakke ligging van het maaiveld in het betreffende gebied en de scherpe overgangen naar de dekzandrug aan de noordoostzijde vormen wel indirecte aanwijzingen dat hier egalisatie / ophoging van de laagte heeft plaatsgevonden. Consequentie van de keuze is dat de uitermate vlakke ligging aanwezig zal blijven en dat in delen van de laagte een geroerde laag aan de oppervlakte zal komen te liggen wat de ontwikkeling van een storingsvegetatie zal bevorderen.
- Dit betekent dus dat de afvoersloot en de greppels in het centrale deel van dalsysteem worden verondiept tot zeer ondiepe (10 cm), naadloos op hun omgeving aansluitende slenkjes, die alleen neerslagwater afvoeren en geen kwelwater draineren. De (resterende profielen van de) greppels ter plaatse van de flanken van het dalsysteem worden volledig gedempt.
- De overgangen naar heideterreinen H8 (gedeelte ten oosten van afvoersloot), H9, H10 en H11 worden ondiep geplagd, zodat in deze nu sterk (met Pijpenstrootje) vergraste zones vochtige heide en heischraal grasland tot ontwikkeling kunnen komen. De plek waar het stelsel van heideslenken van heideterrein H11 op het dalsysteem afwatert wordt niet geplagd, om te voorkomen dat de afvoerdrempel van dit stelsel wordt verlaagd.

5.4.5 Deelsysteem EA2.2.3

In dalsysteem EA2.2.3 worden de volgende maatregelen getroffen:

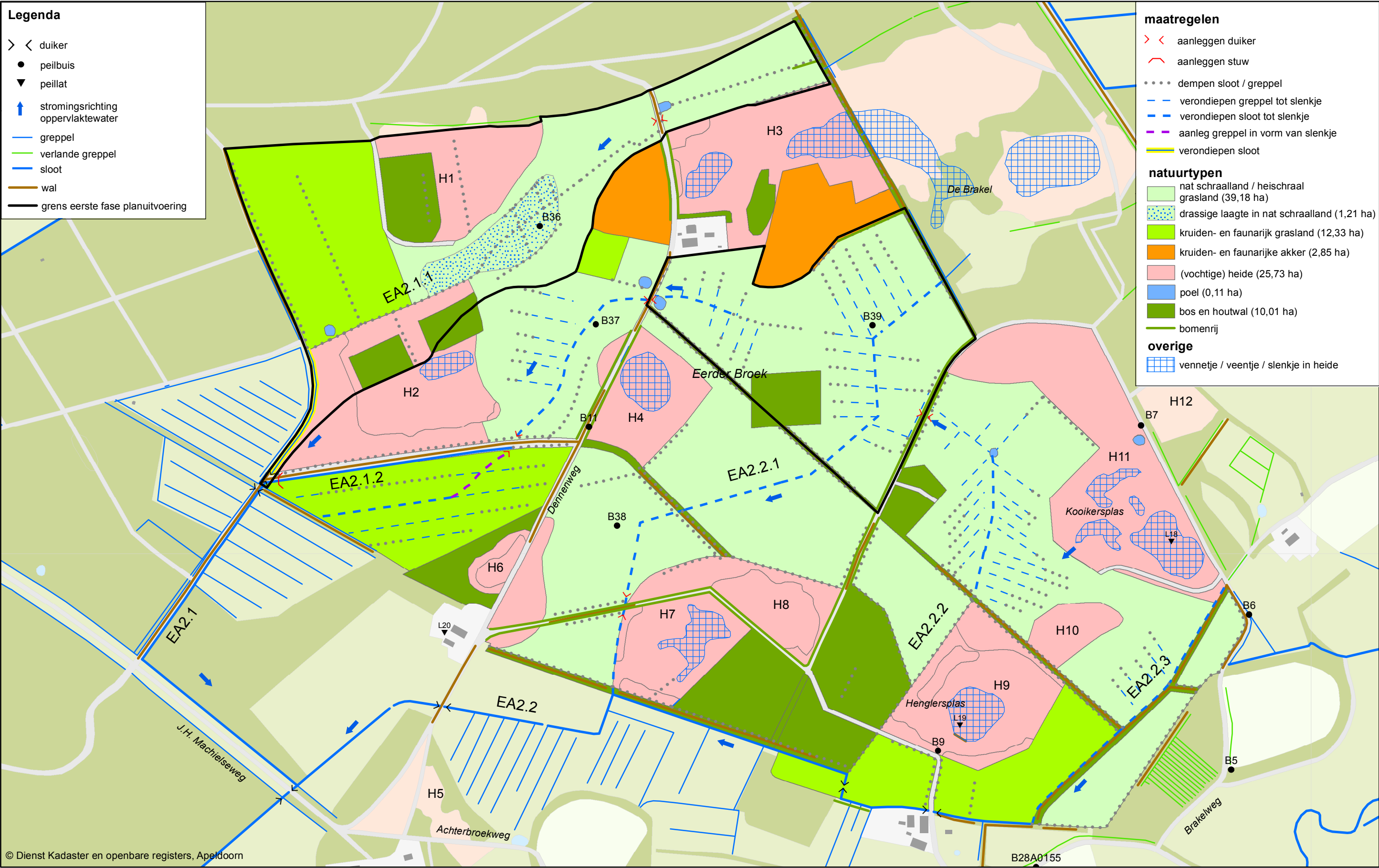
- Ondiep plaggen van de fosfaatrijke toplaag ter plaatse van de voormalige landbouwgronden. Daarbij kleine eilandjes met huidige vegetatie en fauna handhaven.
- Verondiepen van de hoofdsloot en de greppels in het centrale deel van dalsysteem EA2.2.3 tot zeer ondiepe (10 cm), naadloos op hun omgeving aansluitende slenkjes, die alleen neerslagwater afvoeren en geen kwelwater draineren. De (resterende profielen van de) greppels ter plaatse van de flanken van het dalsysteem worden volledig gedempt.
- In principe is het ook gewenst om het benedenstroomse deel van de hoofdsloot (= gedeelte van de sloot op de grens van het projectgebied) te verondiepen, maar dit is met de huidige begrenzing van het projectgebied geen optie, omdat hierdoor de drooglegging van de gronden ten zuiden van het projectgebied zou verminderen. Bovendien moet hier ook rekening gehouden worden met de aanwezigheid van de bebouwing, maar ten aanzien hiervan lijkt er wel een speelruimte aanwezig om de hoofdloop te verondiepen (met circa 3 dm), mits er goede voorzieningen worden getroffen om te voorkomen dat het erf en de bebouwing hierdoor (grond)wateroverlast krijgen. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door rond het erf een randslootje van circa 0,5 meter diep aan te leggen, het erf ondiep te draineren en/of te verharderen. Hiermee kan dus een situatie gerealiseerd worden dat het erf en de bebouwing gevrijwaard worden van overlast, terwijl het beoogde systeemherstel (voor zover mogelijk) wel kan worden gerealiseerd, omdat de drainagebasis van het systeem wel wordt verhoogd. Deze mogelijk maatregelen maken echter geen deel uit van het huidige plan en zijn daarom ook niet aangegeven op de plankaart.
- Het greppelsysteem van het rabattenbos ten zuidoosten van het projectgebied wordt niet aangepast. Het peil is hier al hoog (want de afvoer vindt nu plaats over de wal heen die op de grens met het projectgebied aanwezig is) en voor het dempen van de greppels zou het bos gekapt moeten worden, wat hier niet wenselijk is, omdat hier al zeer lang bos aanwezig is (zie historische kaart van rond 1900, figuur 2.3) en het (deels) ook loofbos betreft (met onder andere Zomereik). Bovendien is het rabattenbos ook vanuit cultuurhistorisch oogpunt waardevol.
- De overgang naar heideterrein H11 wordt ondiep geplagd, zodat in deze nu sterk (met Pijpenstrootje) vergraste zones vochtige heide en heischraal grasland tot ontwikkeling kunnen komen. Op de overgang naar heideterrein H9 ligt al heischraal grasland. Vooral de zone die direct grenst aan de voormalige landbouwgrond is echter niet goed ontwikkeld. Daarom kan overwogen worden om ook hier (in een smalle zone) ondiep te plaggen.

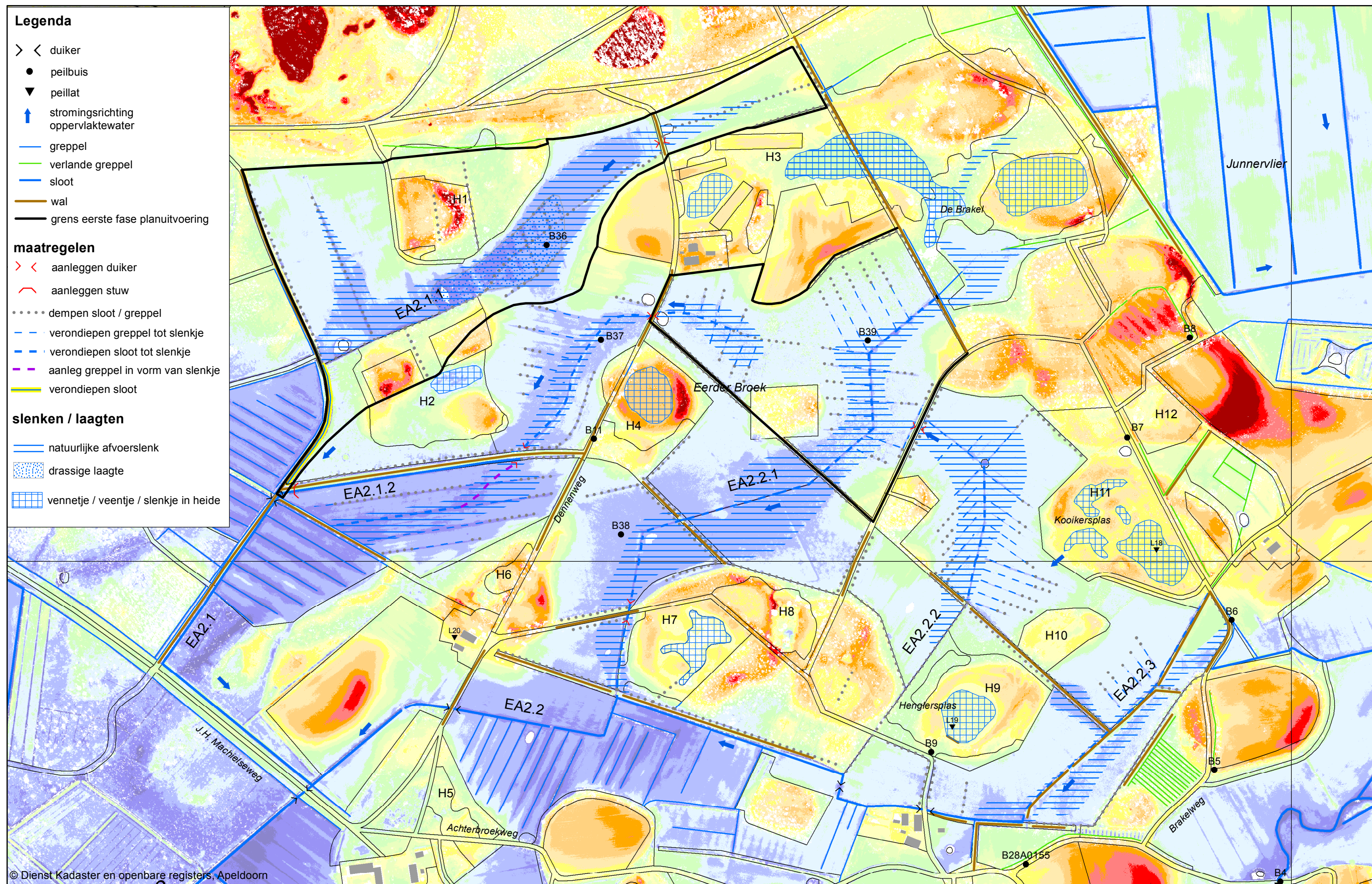
5.5 Voorkomen van wateroverlast ter plaatse van de agrarisch beheerde gronden, bebouwing en wegen

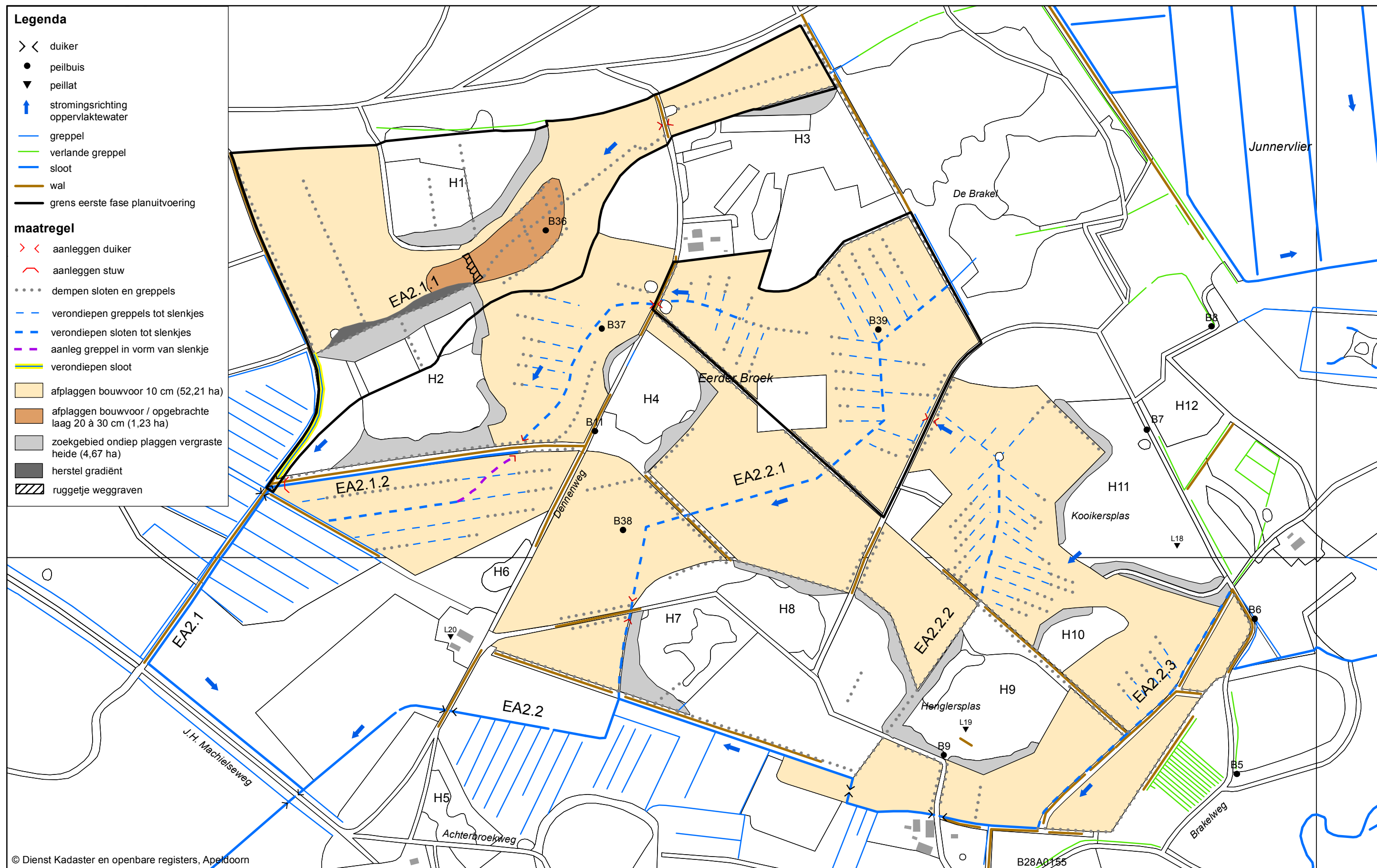
- Om te voorkomen dat als gevolg van de verdrogingsbestrijdingsmaatregelen vernatting optreedt van de aangrenzende gronden die ten zuiden en ten westen van het plangebied in agrarisch gebruik blijven worden de daar aanwezige sloten- en greppelstelsels, inclusief de slootjes en greppels die op de grenzen van het plangebied liggen, ongewijzigd gehandhaafd.
- De erven / bebouwingen langs de Dennenweg liggen hoog genoeg om zonder aanvullende voorzieningen de maatregelen in het plangebied uit te kunnen voeren (zie voor toelichting paragraaf 3.4).
- Bij aanpak van de drainerende werking van de afvoerloop van deelsysteem EA2.2.3 moet wel rekening gehouden worden met de bebouwing / het erf dat langs deze afvoerloop aanwezig is. Indien hier goede voorzieningen worden getroffen om (grond)wateroverlast te voorkomen, dan is ook hier wel een speelruimte aanwezig voor een zekere verondieping van de hoofdloop. Maar met de huidige begrenzing van het plangebied is een verondieping hier nog niet aan de orde (voor nadere toelichting: zie paragraaf 5.4.5).
- De onverharde wegen en overige paden liggen over het algemeen (minimaal enkele decimeters) hoger dan het afvoerniveau van het te herstellen natuurlijke systeem. Omdat de meeste greppels langs de onverharde wegen / paden nu al niet of nauwelijks meer functioneren ligt het drainageniveau hier in de huidige situatie al aan maaiveld, en zal met het herstel van het natuurlijke systeem dus geen wezenlijke verhoging hiervan plaatsvinden. Dus ten aanzien hiervan worden geen grote problemen verwacht. Wel zijn op de plekken waar de Dennenweg dalsystemen EA2.1.1 en EA2.1.2 kruist in de huidige situatie in neerslagrijke perioden modderige plekken aanwezig, maar dit komt vooral vanwege de onnatuurlijke stagnatie die hier nu in de dalenstelsels optreedt, vanwege het nu ontbreken van (deugdelijke) afvoervoorzieningen in / onder de weg. Hier kan overwogen worden om in combinatie met het aanbrengen van nieuwe duikers ook de weg gelijk op te hogen / te herstellen.
- Langs sommige onverharde wegen liggen smalle fietspaden. Deze fietspaden liggen vaak iets lager dan de wegen. Dit is vooral het geval in de dalen die de dalen doorkruisen. Hierdoor staan veel trajecten van de fietspaden in de dalen nu in de winter onder water (waterdiepte van 1 à 2 dm). Natuurmonumenten heeft daarom bepaalde trajecten buiten gebruik gesteld. In principe kan dit probleem op eenvoudige wijze worden verholpen door ophoging van de fietspaden in de betreffende trajecten. Maar wellicht is het recreatief beleid er nu op gericht om het Eerder Broek in de toekomst vooral als wandelgebied te gebruiken. In dat geval kan deze maatregel achterwege blijven.

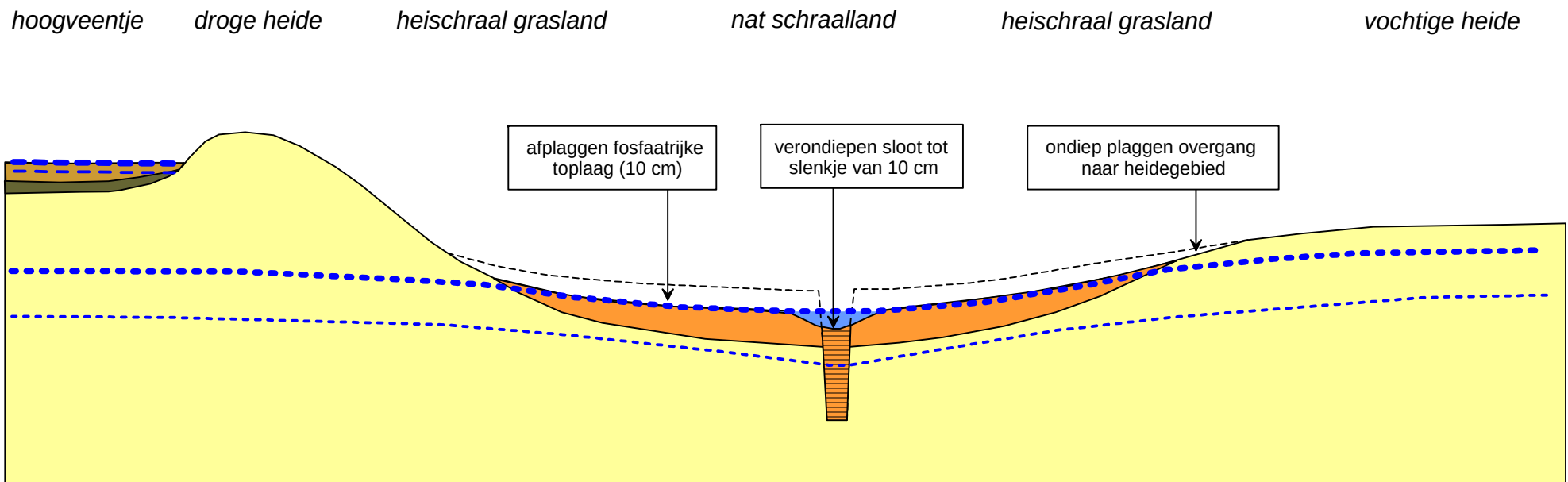
5.6 Hydrologische monitoring

Om de effecten van de maatregelen af te kunnen leiden en om te kunnen bepalen in hoeverre het toekomstige grondwaterstandsverloop voldoet aan de eisen die hieraan voor de beoogde grondwaterafhankelijke natuurtypen worden gesteld dient hydrologische monitoring met behulp van peilbuizen plaats te vinden. Hiervoor kan gebruik gemaakt worden van het hydrologische meetnet van Natuurmonumenten dat al in het Eerder Broek aanwezig is. Dit meetnet is enkele jaren geleden met het oog op de uitvoering van het herstelplan ook al uitgebreid met peilbuizen B36, B37, B38 en B39.









Legenda

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|
|  | = leemarm zand |  | = huidig maaiveldsniveau |
|  | = lemig zand |  | = huidige freatische grondwaterspiegel in GVG-situatie |
|  | = veen |  | = inschatting freatische grondwaterspiegel in GVG-situatie |
|  | = verkitte inspoelingslaag |  | = huidige schijngrondwaterspiegel van lokaal systeem in GVG-situatie |
|  | = open water |  | = inschatting toekomstige schijngrondwaterspiegel in lokaal systeem |
|  | = verondiepen sloot met lemig zand | | |

Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 5.4 Schematisch ecohydrologisch dwarsprofiel met de belangrijkste herstelmaatregelen en de toekomstige situatie in vergelijking met de huidige situatie

Literatuur

ALTERRA, 2002. Programma Waterlood - Hydrologische randvoorwaarden natuur.

ARCADIS, 2011. Achtergronddocument water Natura 2000-gebied Vecht en Beneden Regge. Versie november 2011. Arcadis, in opdracht van waterschappen Velt en Vecht, Regge en Dinkel en Groot Salland.

BELL, J.S. & J.W. VAN 'T HULLENAAR, 2013. Ecohydrologisch herstel natuurgebied Eerde - Resultaten ecohydrologisch, bodemkundig en bodemchemisch onderzoek & uitwerking ambitiekaart. Bell Hullenaar, in opdracht van Natuurmonumenten.

BELL, J.S. & J.W. VAN 'T HULLENAAR, 2005. Evaluatie van het hydrologisch meetnet Eerde. Bell Hullenaar, in opdracht van Natuurmonumenten.

BELLE, F. VAN, 1987. Beheersplan Eerde 1988 t/m 1997. Natuurmonumenten, 's-Graveland.

BOEKELOH, D.J., VREUGDENHIL, D., & F.C. VAN ROODEN, 2012. Heideherstel Landgoed Eerde. Natuurmonumenten, Beheereenheid Salland.

EVERTS, F.H., M. JONGMAN & N.P.J. DE VRIES, 2012. Vegetatie- en plantensoortenkartering Ommen 2011. EGG-consult in opdracht van Staatsbosbeheer (Regio Oost).

HEINEN, M.A. en M. van der SLUIS, 2013. Vegetatiekartering Eerde 2012-2013; Inventarisatie van de vegetatie op het landgoed Eerde en Eerder Achterbroek. Rapport 12-150C. EcoGroen Advies, Zwolle.

KWR, WITTEVEEN + BOS & Royal Haskoning DHV, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Vecht- en Beneden-Reggegebied. In opdracht van de Provincie Overijssel.

MANHOUDT, A.G.E. & W.I. FRENTZ, 1999. Beheerplan Eerde, beheervisie. Natuurmonumenten, 's-Graveland.

PROVINCIE OVERIJSEL, 2015. Natura 2000 ontwerp-beheerplan Vecht- en Beneden Reggegebied.

STIBOKA, 1983. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, blad 28 West Almelo. Stiboka, Wageningen.

STIBOKA, 1989. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, blad 22 West Coevorden & 22 Oost Coevorden. Stiboka, Wageningen.

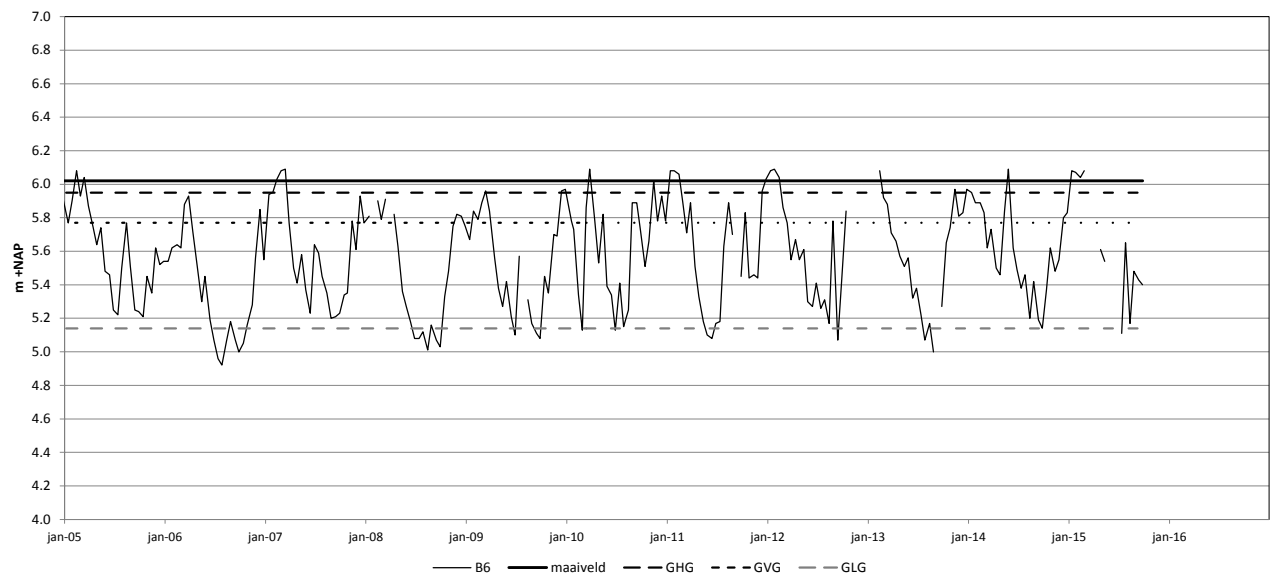
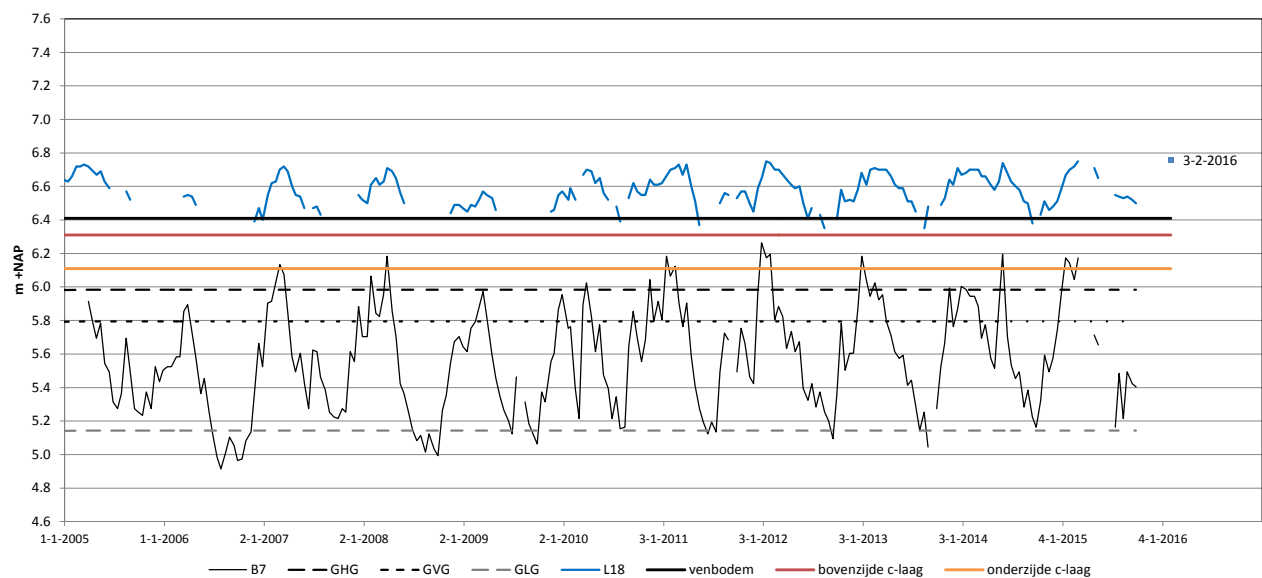
VERENIGING NATUURMONUMENTEN, 2015. Natuurvisie Landgoed Eerde 2015-2032.

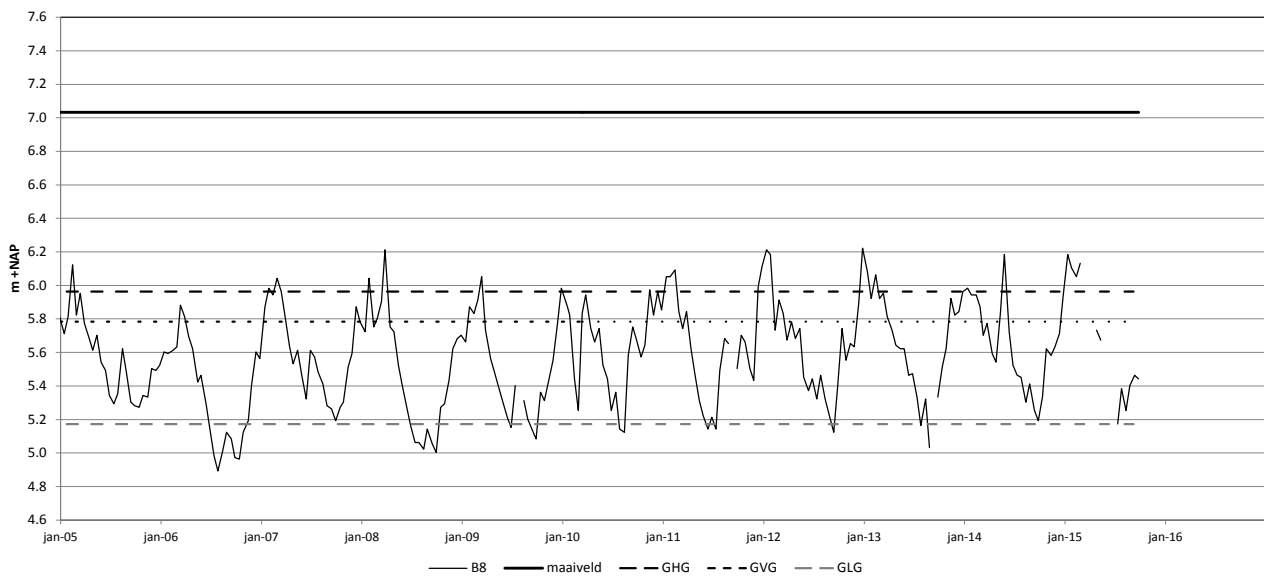
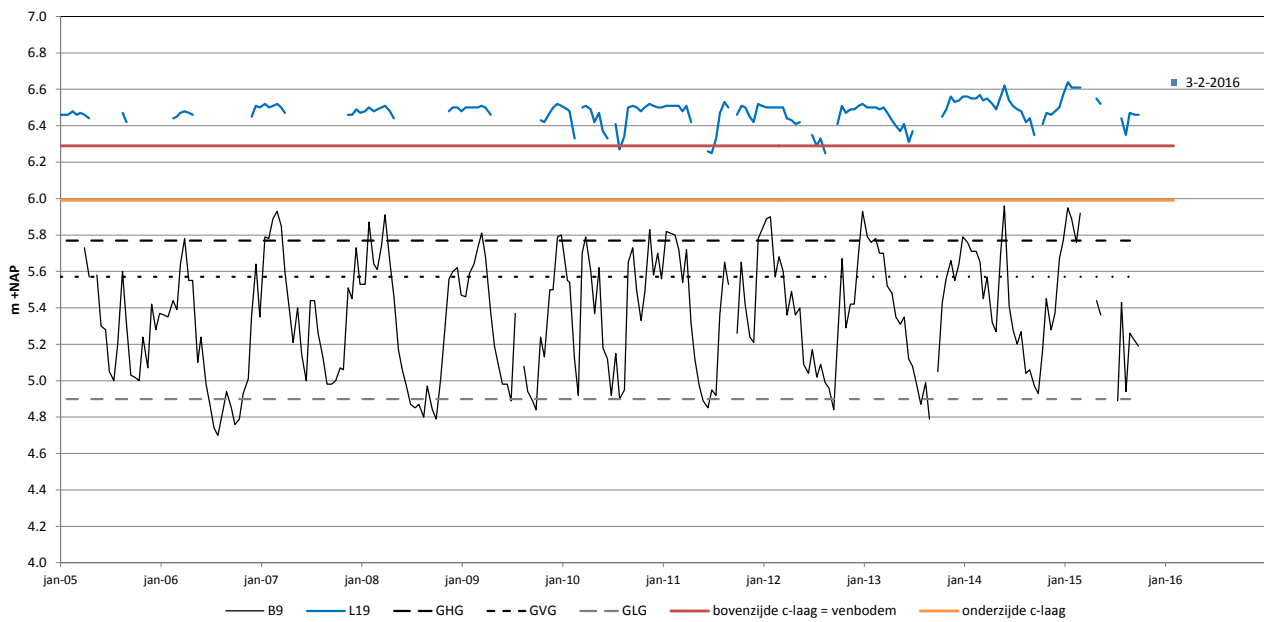
WATERSCHAP REGGE EN DINKEL, 2011. Reggeherstelproject Klimaatbuffer Regge - Projectplan. Waterschap Regge en Dinkel, Almelo.

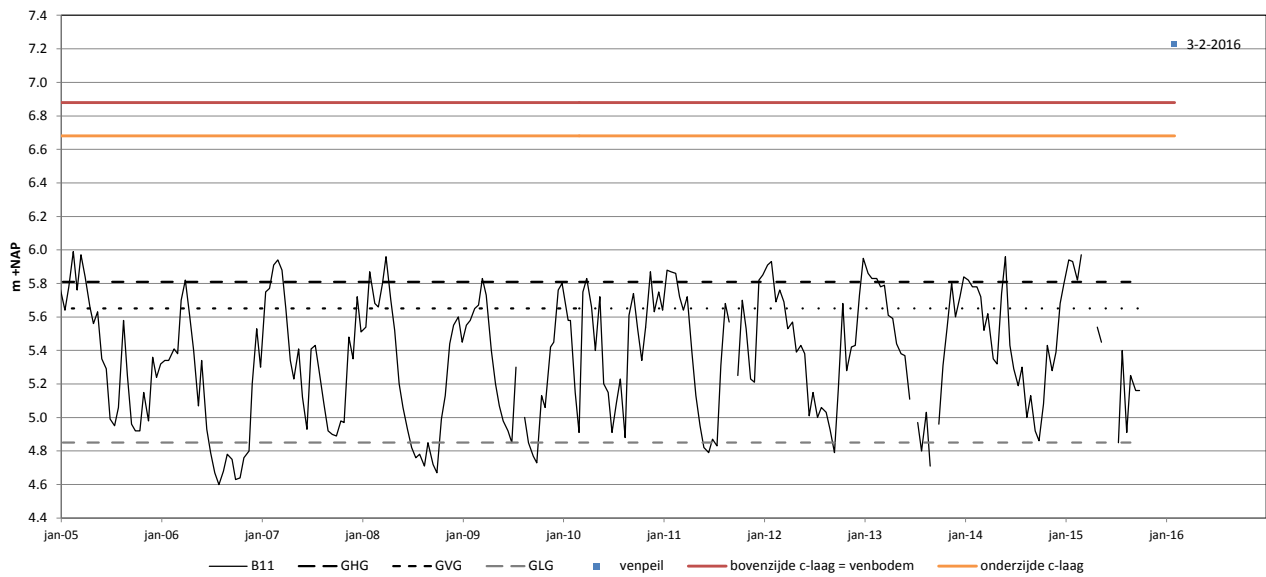
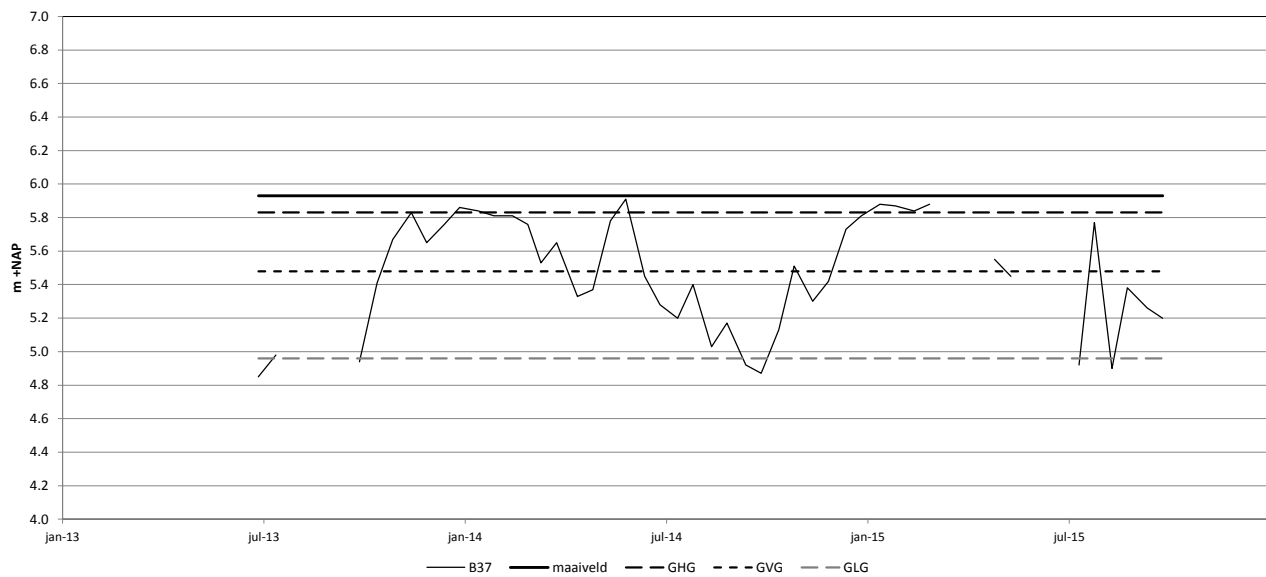
Bijlagen

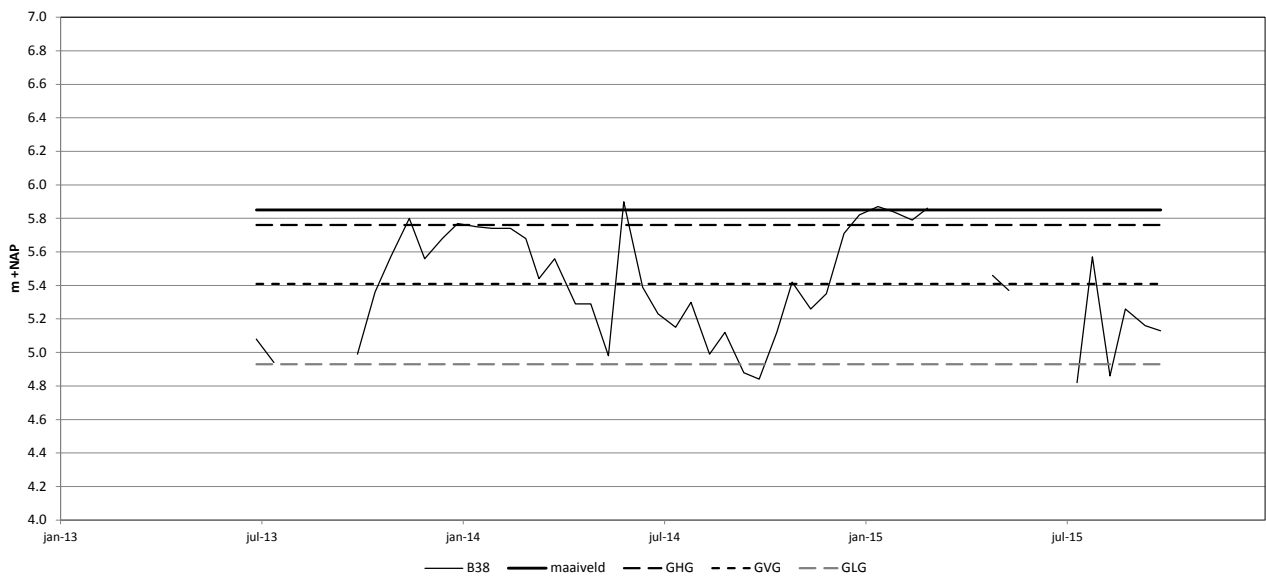
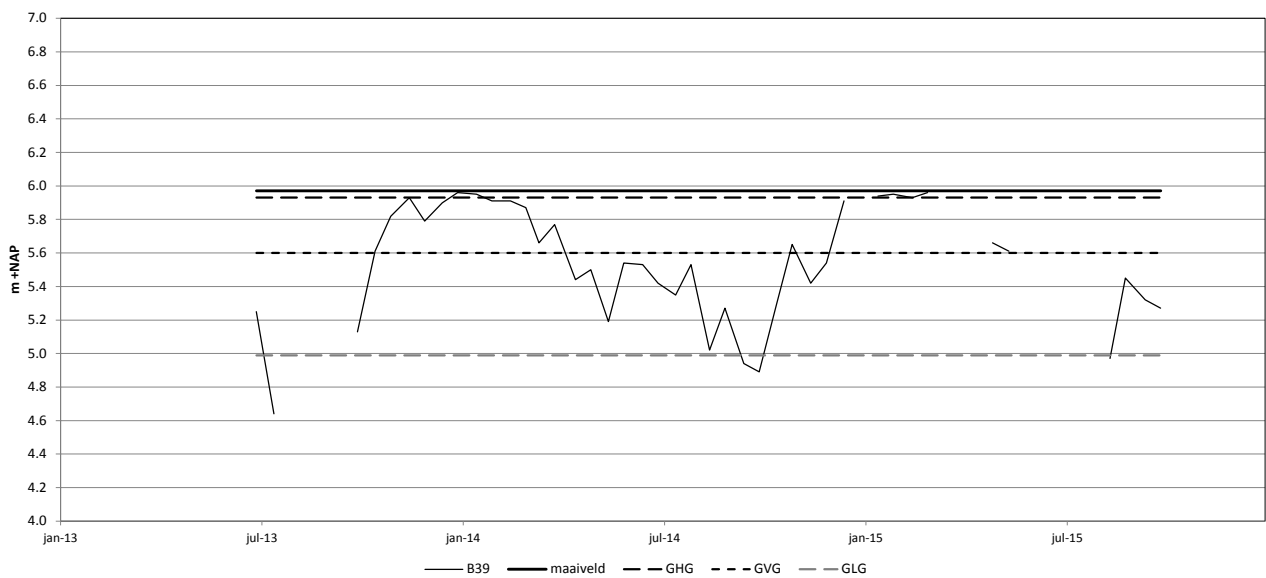
- 1 Grafieken (grond)waterstandsverloop
- 2 Rapport bodemchemisch onderzoek B-WARE
- 3 Resultaten veldinventarisatie
- 4 Luchtfoto

Bijlage 1: Grafieken (grond)waterstandsverloop Eerder Broek









Bijlage 2 Rapport bodemchemisch onderzoek B-WARE

BODEMCHEMISCH ONDERZOEK EERDER ACHTERBROEK



- Eindrapportage -

BODEMCHEMISCH ONDERZOEK EERDER ACHTERBROEK

Eindrapportage

*Hilde Tomassen
Mark van Mullekom*



Titel rapport:
Bodemchemisch onderzoek Eerder Achterbroek, eindrapportage

Auteurs:
Hilde Tomassen & Mark van Mullekom

Opdrachtgever:
Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Rapportnummer: 2015.61

Contactgegevens:

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

Contactpersoon:

Hilde Tomassen
Tel: 024-3652813 (vanaf 21 maart 2016: 024-2122206)
h.tomassen@b-ware.eu
www.b-ware.eu

INHOUDSOPGAVE

1. Aanleiding en doel van het onderzoek	1
1.1 Aanleiding en gebiedsbeschrijving	1
1.2 Bodemonderzoek 2012	2
1.3 Doel van het onderzoek	3
2. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden	5
3. Veldwerkzaamheden en analyses	9
3.1 Veldwerkzaamheden	9
3.2 Analyses	11
4. Natuurontwikkelingsmogelijkheden per deelgebied	13
4.1 Algemene bodemchemie en trends in de dieptegradiënt	13
4.2 Natuurpotenties van de voormalige landbouwgronden	15
4.3 Aanvullende inrichtingsmaatregelen	25
5. Conclusies en aanbevelingen	29
5.1 Conclusies	29
5.2 Aanbevelingen	29
6. Literatuur	31
7. Bijlagen	33

1. AANLEIDING EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

1.1 Aanleiding en gebiedsbeschrijving

(bron: Bell Hullenaar)

Natuurmonumenten wil de voormalige landbouwpercelen in het Eerder Achterbroek, gelegen ten zuidoosten van Ommen, omvormen tot ecologisch interessante natuurbeheertypen als nat schraalland of vochtig hooiland. Hiervoor is het nodig om zowel de hydrologische als de bodemchemische omstandigheden te optimaliseren. Het Eerder Achterbroek is een fluvioperiglaciaal stelsel van laagten en slenken (in het dekzandlandschap) die gevoed worden met lokaal kwelwater en waardoor heischrale graslanden (op de flanken) en blauwgraslanden (in de laagtes) tot ontwikkeling kunnen komen. Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar werkt in opdracht van Natuurmonumenten aan de uitwerking van maatregelen in het Eerder Achterbroek in het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS). Dit betreft het verwijderen van de detailontwatering, het dempen van leggerwaterlopen en het verwijderen van de ontwatering en het herinrichten van percelen (nieuwe natuur EHS). Hiermee dient het ecohydrologisch functioneren van het gebied als geheel te worden hersteld.

Onderzoekcentrum B-WARE heeft in het kader van deze gebiedsinrichting een bodemchemisch onderzoek uitgevoerd naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op een aantal voormalige landbouwpercelen (Figuur 1.1). Het betreft het gedeelte van het Eerder Achterbroek waar op korte termijn maatregelen getroffen kunnen worden, omdat de hier aanwezige voormalig landbouwkundig beheerde gronden ondertussen pachtvrij zijn gemaakt of naar verwachting op korte termijn pachtvrij gemaakt kunnen worden. Het is een aanvulling op het onderzoek dat in 2012 is uitgevoerd (paragraaf 1.2). Aan de hand van een bodemchemisch onderzoek kunnen de diepte van het fosfaatfront (en daarmee de eventuele ontgrondingsdiepte), de verschravingsduur van de verrijkte toplaag en de potentiële natuurtypen in kaart worden gebracht. In het onderzoeksgebied is vooral het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag van de bodem van (voormalige) landbouwgronden in de laagten een belangrijke maatregel. Naast het ecologisch herstel van de laagten is ook het herstel van de complete gradiënt van hoog naar laag wenselijk. Er is dan ook bodemchemisch onderzoek uitgevoerd in zowel de laagten als de flanken en de hoge delen. Een aandachtspunt vormt de lemige toplaag. Er moet namelijk voorkomen worden dat bij ontgraving de gehele lemige toplaag gaat verdwijnen, aangezien dit ten koste zal gaan van de bufferende eigenschappen van de bodem.



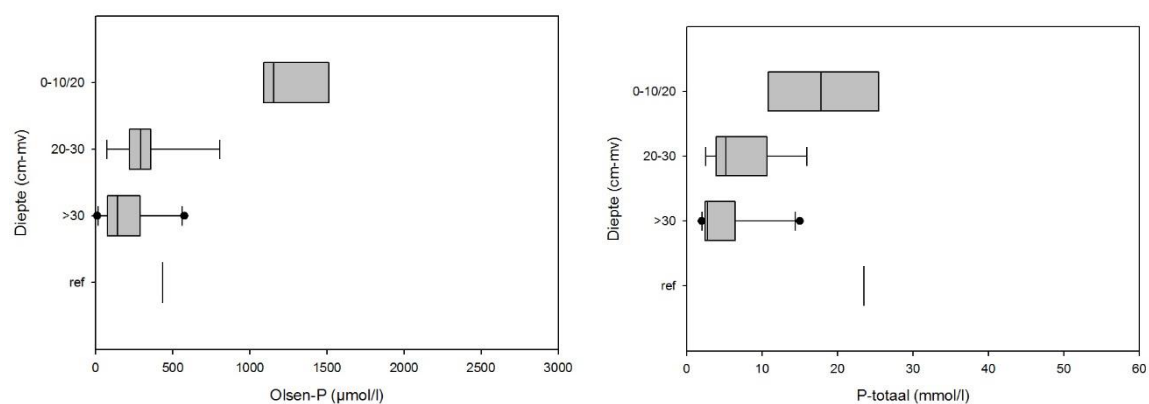
Figuur 1.1. Foto's van enkele om te vormen voormalige landbouwgronden in het Eerder Achterbroek (links: EA_07, rechts: EA_74).

.....

Naast de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype zijn ook de grondwaterkwaliteit en (variatie in) grondwaterstanden van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Deze (geo)hydrologische aspecten maken echter geen onderdeel uit van dit onderzoek. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. 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. Deze toetsing wordt uitgevoerd door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar. Het is van belang dat wel de gewenste positieve effecten optreden (kwel tot in de wortelzone van de vegetatie in de laaggelegen delen), zonder dat er negatieve effecten optreden (geen afname van de opbolling van de grondwaterspiegel in de ruggen als gevolg van de ontgroning). De resultaten van dit onderzoek vormen een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

1.2 Bodemonderzoek 2012

In 2012 is door Onderzoekcentrum B-WARE een bodemchemisch onderzoek uitgevoerd in het Eerder Achterbroek (8 locaties op voormalige landbouwgronden en 2 referentielocaties) en de Eerder Hooilanden (7 locaties op voormalige landbouwgronden en 2 referentielocaties). De resultaten worden weergegeven in Bijlage 1 (zie Figuur 3.3 voor een overzicht van de ligging van de monsterlocaties). Uit het onderzoek is gebleken dat de bodem van de voormalige landbouwgronden in Eerder Achterbroek matig verrijkt is met fosfaat. Voor het verlagen van de P-concentraties is, op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 500 $\mu\text{mol/l}$ bodem (range: 350-650 $\mu\text{mol/l}$), een uitmijnsbeheer van maximaal 15 jaar vereist of 60 jaar maaien en afvoeren. Het ontgraven van de met fosfaat verrijkte toplaag bleek echter de meest kansrijke maatregel aangezien vooral de toplaag van 20 cm verrijkt is met fosfaat (Figuur 1.2). Op 20-30 cm diepte is de bodem niet alleen armer aan organische stof en beschikbaar fosfaat, maar over het algemeen ook lemiger (hogere concentraties totaal aluminium) en rijker aan ijzer en calcium. Deze bodemlaag is daarmee, onder de juiste hydrologische omstandigheden waarbij het matig tot goed gebufferde, ijzerrijke grondwater van oktober tot en met april in het maaiveld uittreedt, optimaal voor de ontwikkeling van natte schraallanden en/of vochtige hooilanden, variërend van blauwgrasland tot dotterbloemhooiland.



Figuur 1.2. Boxplots van de Olsen-P en totaal-P concentraties op de in 2012 onderzochte locaties in het Eerder Achterbroek. 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. Bron: van Mullekom e.a. (2012).

.....

De twee bemonsterde ijzerrijke referentielocaties in het Eerder Achterbroek waren relatief P-arm ($\pm 290\text{-}575 \mu\text{mol Olsen-P/l}$ bodem) en (zeer) ijzerrijk ($455\text{-}3760 \text{ mmol/l}$ bodem). Met een totaal-calcium concentratie van circa 40 mmol/l bodem en een Ca-NaCl concentratie van circa $20.000 \mu\text{mol/l}$ bodem, is de bodem onder de juiste hydrologische omstandigheden geschikt als blauwgrasland.

Bij het oriënterend bodemchemisch onderzoek zijn in het plangebied op slechts een beperkt aantal locaties bodemonsters genomen. Hoewel het hieruit afgeleide beeld behoorlijk consistent is, is dit te weinig om deze maatregel zonder risico's te extrapoleren naar de rest van het plangebied. Dit is de reden dat aanvullend bodemchemisch onderzoek is uitgevoerd, zowel in de laagtes als op de flanken en de ruggen in het gebied.

1.3 Doel van het onderzoek

Door middel van het bodemchemisch onderzoek zijn de potenties van de (voormalige) landbouwgronden in kaart gebracht. De volgende vragen worden beantwoord:

- 1) Wat zijn de P-concentraties in de toplaag en hoe lang duurt het om deze te verschrallen door middel van maaien en afvoeren?
- 2) Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor en wat is de geadviseerde ontgrondingsdiepte?
- 3) Welke natuurlaatpotenties zijn aanwezig op basis van de bodemchemie?
- 4) Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen?

.....

2. NATUURONTWIKKELING OP VOORMALIGE LANDBOUWGRONDEN

De bodem is geen statische entiteit. Bodembiota hebben een belangrijke invloed op de bodemstructuur, humusopbouw, vorming van bodemhorizonten en nutriëntenbeschikbaarheid. De abiotische bodemcondities zijn in belangrijke mate sturend voor de vegetatie. Ze zijn relatief eenvoudig te meten en te interpreteren en worden dan ook vaak gebruikt om veranderingen in de vegetatiesamenstelling te begrijpen en beheers- of herstelmaatregelen op te stellen in het kader van bijvoorbeeld natuurontwikkelingsprojecten.

Als gevolg van het zeer intensieve gebruik van het agrarisch gebied in Nederland levert de omvorming van voormalige landbouwgronden tot voedselarme (natte) natuurgebieden vaak problemen op. Wanneer gestreefd wordt naar de ontwikkeling van natuurbeheertypen als nat schraalland (N10-01) of vochtig hooiland (N10-02) is een (matig) voedselarm milieu vereist. Wanneer er in de bodem een overmaat is aan alle voedingstoffen gaan enkele snelgroeiende soorten (Gestreepte witbol, Gewoon struisgras, Akkerdistel, Witte klaver of Engels raaigras) overheersen en ontstaat een ruigtevegetatie. In vochtige tot natte P-rijke terreindelen treedt vaak massale groei van Pitrus of algenbloei op (Figuur 2.1).



Figuur 2.1. Pitrusontwikkeling en verruiging op (natte) voormalige landbouwgronden na het onvoldoende verwijderen van de fosfaatrijke grond. Foto's: Maarten Veldhuis en Mark van Mullekom.

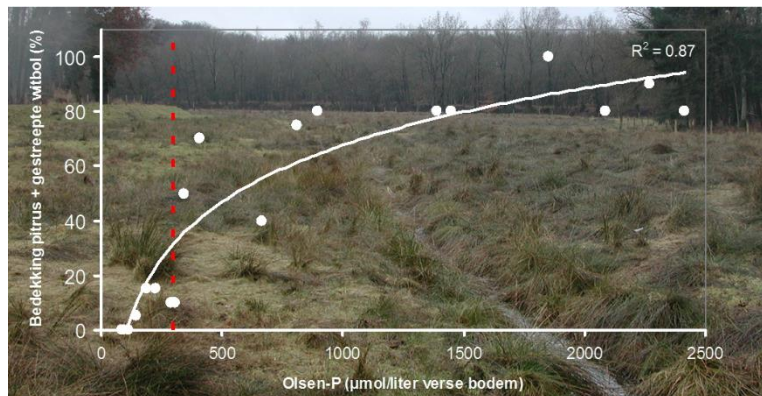
De kansen op een goede natuurontwikkeling (en het voorkomen van doelsoorten) op voormalige landbouwgronden, wordt sterk bepaald door de beschikbaarheid van fosfor (P) in de bodem. In dit onderzoek zijn twee fosfaatconcentraties leidend: de totaal-P concentratie (totale hoeveelheid fosfor in de bodem) en de Olsen-P concentratie (de voor planten beschikbare hoeveelheid fosfor). Welke natuurbeheertypen zich kunnen ontwikkelen is echter niet alleen afhankelijk van de fosfaatconcentraties maar ook, onder andere, van de pH en de mate van buffering van de bodem en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater.

Een bruikbare grenswaarde voor P-deficiëntie van bodems is een Olsen-P concentratie van 200-350 micromol P per liter verse bodem (Figuur 2.2). Deze concentraties worden over het algemeen gemeten in soortenrijke vegetatietypen van voedselarme gronden. De Olsen-P concentraties in de toplaag van landbouwgronden liggen meestal echter ver boven de vereiste niveaus.

Daarnaast is de totaal-P concentratie van de bodem van belang. Uit de totale fosfaatvoorraad kan door bodemprocessen weer P vrijkomen in de plantbeschikbare P-fractie. IJzerrijke bodems en kleibodems zijn van nature vaak relatief rijk aan totaal-P. Dergelijke bodems binden namelijk zeer goed fosfaat. Aangezien het fosfaat ook voor een groot deel wordt geïmmobiliseerd, kan op dit soort bodems de P-beschikbaarheid toch relatief laag blijven. Wel zullen dan veelal wat minder

.....

schrale graslandtypen tot ontwikkeling komen, zoals Dotterbloemhooilanden, Glanshaverhooilanden en Kamgrasweiden. Voor dit soort vegetatietypen kan een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van ± 500 -1000 micromol per liter verse bodem.



Figuur 2.2. Relatie tussen de concentratie Olsen-P in de bodem en de bedekking van ruigtesoorten Pitrus en Witbol. Bron: Smolders e.a. (2008).

Wanneer de vereiste inrichtingsmaatregelen te ingrijpend of niet te realiseren zijn, kan een lager ambitieniveau worden nagestreefd. Hierbij past bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijk grasland. ‘Kruidenrijk grasland’ is een breed begrip waardoor er eigenlijk geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. In dit onderzoek wordt gerekend met een indicatieve Olsen-P streefconcentratie van circa (1200-)1500 $\mu\text{mol/l}$. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de labiele P-fractie voldoende laag is ($P\text{-}z < 1$). Uit lopend onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden, ook de Olsen-P concentratie relatief laag is.

Als gevolg van het landbouwkundig gebruik is er een overmaat aan nutriënten aanwezig in de bodem. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af. Voor de fosfaatbeschikbaarheid gaat dit niet op omdat dit in de bodem sterk wordt gebonden. Hiervoor is specifieke verschraling vereist. Het afvoeren van nutriënten via het gewas gaat echter langzaam, omdat slechts een klein deel van de droge stof uit N, P of K bestaat. Verschraling van voormalige landbouwgronde door middel van maaien en afvoeren (P-afvoer 10 kg/ha/jaar) duurt veelal tientallen tot honderden jaren. Dit neemt echter niet weg dat het goed kan worden toegepast om, eventueel in combinatie met andere maatregelen, fosfaat af te voeren. Daarnaast voorkomt maaien het ontwikkelen van bomen en struwelen. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 40 kg/ha/jaar): een ‘natuurvriendelijke’ vorm van het voeren van intensieve landbouw met een productieve zode (inclusief stikstof en kalibemesting) of met een grasklavermengsel (inclusief kalibemesting) de P-afvoer worden vergroot. Een mogelijk nadeel van verschrallingsbeheer is dat doorgaans slechts de bovenste 25(-30) cm van de bodem wordt verschraald wat een probleem kan zijn in grondwatergevoede systemen met een relatief dikke (>40 cm) voedselrijke bouwvoor. Door middel van uitmijnen kan, in vergelijking tot maaien en afvoeren, fosfaat ongeveer vier keer zo snel aan de bodem worden onttrokken. Hierbij is het wel van belang dat de percelen niet te nat zijn. Natte omstandigheden bemoeilijken de toegankelijkheid van de percelen, waardoor minder snedes kunnen worden afgevoerd en geen optimale P-afvoer kan worden gerealiseerd.

.....

Inzet van grazers in weiden en halfopen landschappen voorkomt het dichtgroeien waardoor variatie in het gebied ontstaat. Begrazing van natte terreinen waarin zich Pitrus heeft gevestigd, lijkt vaak een averechts effect te hebben, omdat de meeste grazers nauwelijks Pitrus eten. Door betreding ontstaan bovendien open plekken in de vegetatie waar Pitrus weer kan kiemen en de dominantie hiervan juist toeneemt. De netto afvoer van nutriënten door middel van begrazen is echter beperkt. Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag daarom in veel gevallen een geschikt alternatief. De ontgrondingsdiepte kan worden bepaald door op verschillende diepten de Olsen-P en totaal-P concentratie te meten. Deze maatregel dient te worden getoetst op de inpasbaarheid in het hydrologische systeem.

Na ontgroning wordt het introduceren van doelsoorten (via vers maaisel/plagsel) uit lokale referentiegebieden geadviseerd. Zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich namelijk doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op de vaak sterk ontwaterde en sterk bemeste voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen een uitzondering vormen. 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.

In grondwatergevoede systemen is de grondwaterinvloed en -kwaliteit van belang. Het grondwater dient globaal van oktober tot april uit te treden aan maaiveld of via capillaire opstijging de wortelzone te bereiken. De periode die nodig is om de basenvoorraad 'op te laden' in de winter is afhankelijk van de basenrijkdom (hardheid) van het water. Tijdens lichte verdroging in de zomer moet de basenvoorraad namelijk voldoende zijn om een al te grote verzuring door oxidatie te voorkomen.

Indien (her)vernatting van grondwatergevoede systemen plaatsvindt, door maaiveldverlaging of bijvoorbeeld het dempen van ontwateringssloten, is het van belang dat voldoende doorstroming plaatsvindt. Stagnatie van water kan leiden tot het vrijkomen van fosfor en ongewenste verzuiging. Dit wordt versterkt onder sulfaatrijke omstandigheden. Afvoer vindt, indien mogelijk, bij voorkeur plaats via het bestaande reliëf. Daarnaast is het van belang om een natuurlijk peilbeheer te hanteren met wisselende waterstanden. Droogval van de toplaag in de zomermaanden is vaak essentieel voor de immobilisatie van fosfaat en de vegetatieontwikkeling. Het vrijkomen van fosfaat gaat onder natte omstandigheden sneller bij hoge (zomer)temperaturen dan bij lagere (winter)temperaturen.

.....

3. VELDWERKZAAMHEDEN EN ANALYSES

3.1 Veldwerkzaamheden

Door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar werden 20 monsterlocaties vastgesteld, gelegen in laagten (10 locaties), op de flanken (7 locaties) of op hoge koppen (3 locaties) in het landschap (voor nadere informatie zie Bijlage 2). Op 12 en 13 oktober 2015 werden door Onderzoekcentrum B-WARE in totaal 64 bodemonsters verzameld, waarbij per locatie op 3 of 4 dieptes de bodem werd bemonsterd. Een globale beschrijving van de bemonsterde bodemlagen wordt gegeven in Bijlage 3. Uitgezonderd locatie EA_28 (net geploegd) werden op alle locaties de bodemonsters verzameld op korte afstand van de boringen die op 29 september, 1 en 6 oktober werden gezet door Bell Hullenaar voor de bodemkartering (oude boorgaten teruggevonden).

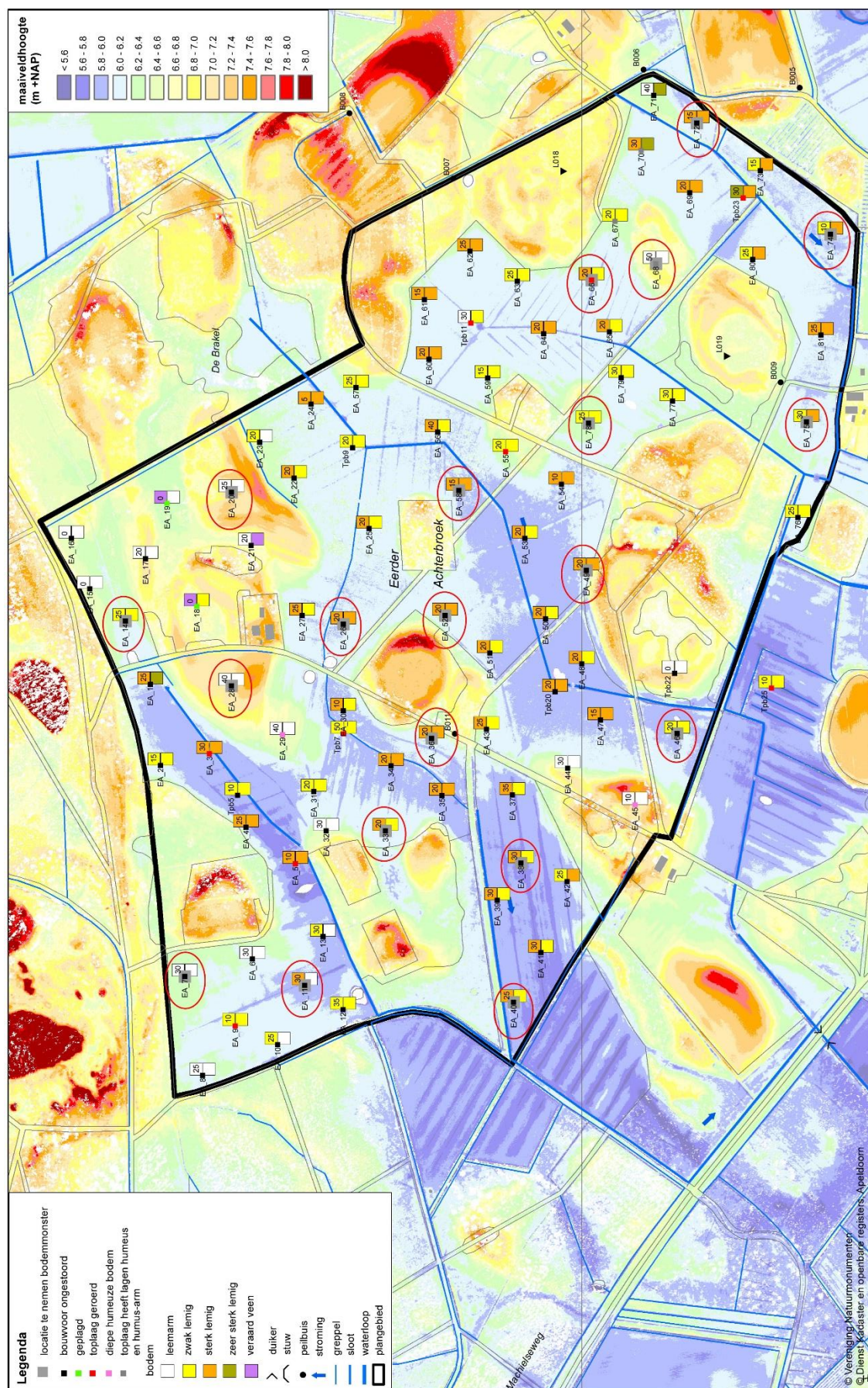
De monsterdieptes waren afhankelijk van de boorprofielen. Uitgangspunt was de volgende bemonsteringsstrategie:

- 0-15/20 cm (bij bouwvoordikte >20 cm: splitsing in toplaag en onderkant bouwvoor);
- 0-10 cm onder de bouwvoor;
- 10-20 cm onder de bouwvoor (indien bouwvoor $\leq$ 20 cm).

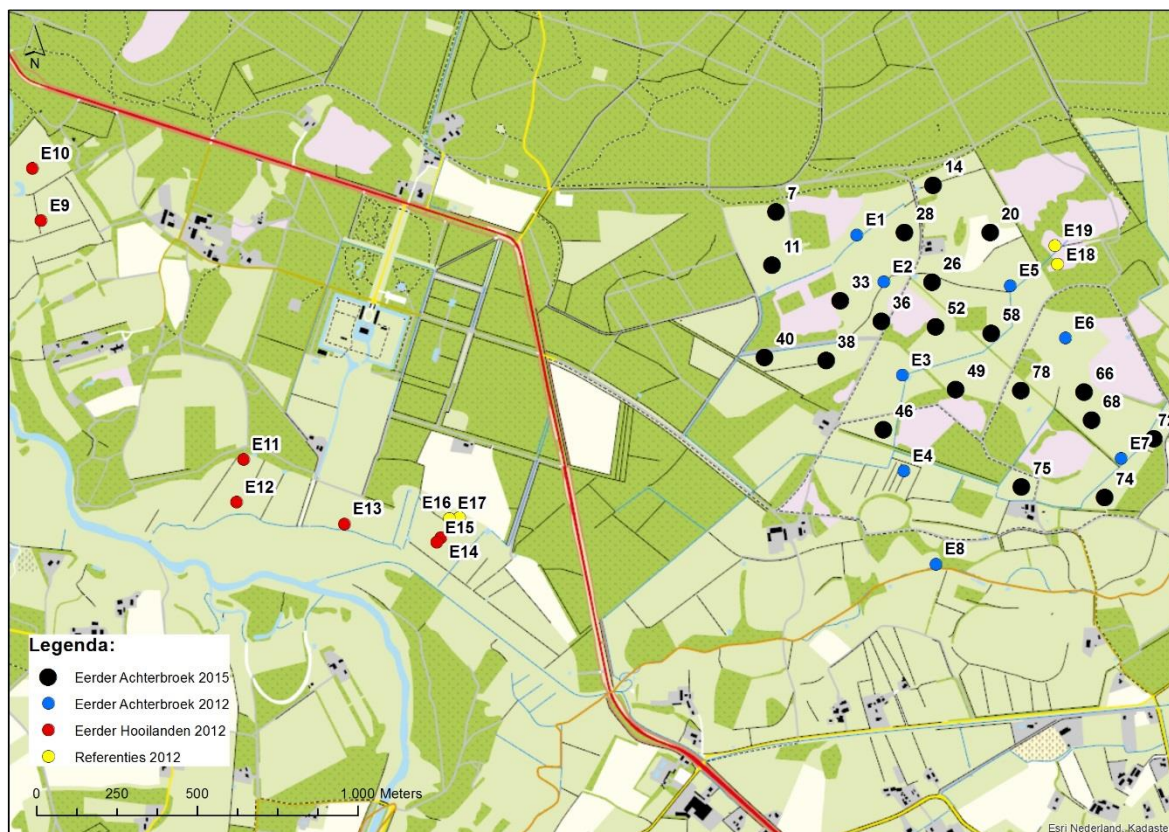
Lokaal is op basis van de aangetroffen bodemprofielen afgeweken van deze dieptes of een extra bodemonster verzameld. De 20 monsterlocaties worden gegeven in Figuur 3.1, Figuur 3.2 (op de hoogtekartaart) en Figuur 3.3 (inclusief de in 2012 onderzochte locaties).



Figuur 3.1. Overzicht van de 20 monsterlocaties in het Eerder Achterbroek. Een globale beschrijving van de bemonsterde bodemlagen wordt gegeven in Bijlage 3.



Figuur 3.2. Overzicht van de 20 monsterlocaties (rood omcirkeld) op de hoogtekaart. Bron: Bell Hullenaar.



Figuur 3.3. Overzicht van de 20 monsterlocaties uit 2015 en de 19 monsterlocaties uit 2012 (E1-E8 Eerder Achterbroek, E9-E16: Eerder Hooilanden, E17-E19: referentielocaties).

3.2 Analyses

De volgende analyses werden uitgevoerd op het laboratorium van Onderzoekcentrum B-WARE:

Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Het vochtpercentage van het verse bodemonmonster werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal te drogen gedurende 24 uur bij 105°C. Omdat de bakjes precies tot aan de rand werden afgevuld (volume = 45 ml) konden later ook de concentraties worden omgerekend naar mmol per liter bodemvolume. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemonmonster, 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 en wordt fosfaat dat geadsorbeerd is aan ijzer(hydr)oxides verdrongen. Voor de Olsen-extractie werd aan 3

.....
gram droge bodem 60 ml 0,5 mol l⁻¹ natriumbicarbonaat (NaHCO₃) 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 bodemmonster werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO₃, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H₂O₂, 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 mmol per liter bodem.

Elementenanalyse (ICP en Auto-analysers)

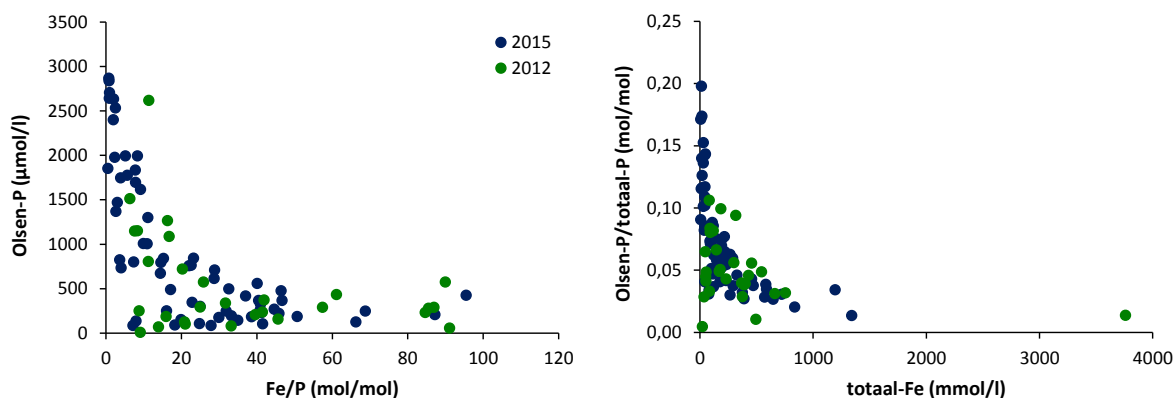
De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in watermonsters en bodemextracten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL).

4. NATUURONTWIKKELINGSMOGELIJKHEDEN PER DEELGEBIED

4.1 Algemene bodemchemie en trends in de dieptegradiënt

In Tabel 4.1 t/m Tabel 4.3 worden de resultaten van de bodemchemische analyses weergegeven. Voordat per monsterlocatie de ontwikkelingsmogelijkheden en de potentiële natuurbeheertypen aan bod komen, wordt in deze paragraaf eerst het algemene beeld van de bodemchemie toegelicht. In het Eerder Achterbroek zijn de totaal-P concentraties soms nog hoog, terwijl de hoeveelheid P die beschikbaar is voor planten (Olsen-P) beperkt is (Figuur 4.1). Dit komt door de hoge concentraties ijzer (en in mindere mate calcium) in de bodem. Fosfor wordt zeer 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). Voor de P-immobiliserende werking van calcium is de vorming van calciumfosfaatcomplexen verantwoordelijk. Dit calcium gebonden-P is meestal slecht oplosbaar en komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. De calcium- en ijzerconcentraties in de bodem beïnvloeden dus sterk de beschikbaarheid van fosfaat. Aluminium blijkt ook een fosfaatimmobiliserende werking te hebben (lemige/kleiige bodems bevatten veelal hogere aluminiumconcentraties). Op plaatsen waar de bodem relatief rijk is aan ijzer, calcium en aluminium, blijft de P-beschikbaarheid voor planten doorgaans laag (Figuur 4.1).

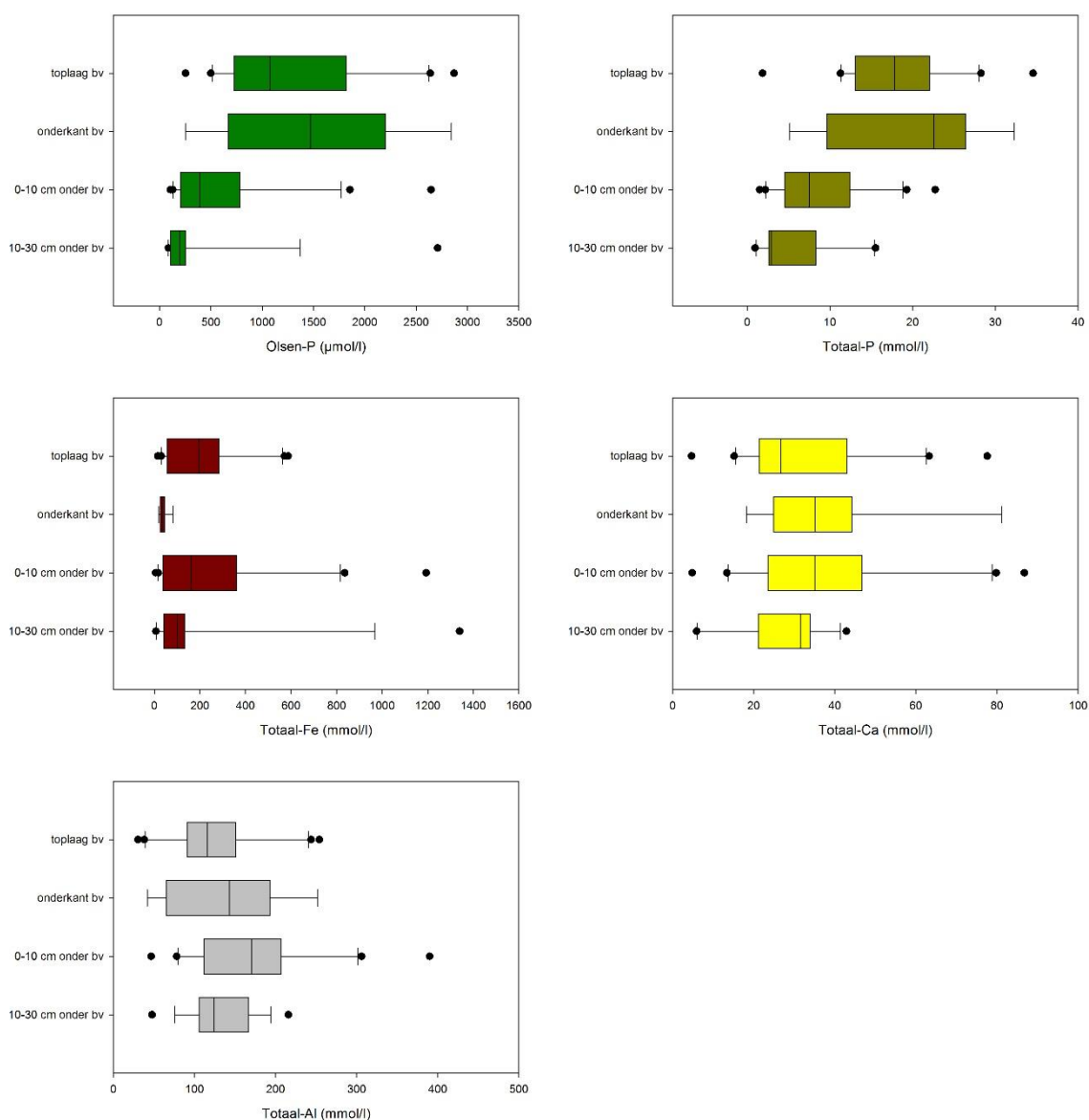
Het huidige onderzoek is een aanvulling op het onderzoek dat in 2012 in het Eerder Achterbroek is uitgevoerd. In Figuur 4.1 staan ook de bodems van het onderzoek uit 2012 uitgezet en de weergegeven bodemchemische variabelen van de in 2015 onderzochte locaties, liggen in dezelfde range als die van de in 2012 onderzochte locaties.



Figuur 4.1. Links: correlatie tussen de Fe/P-ratio in de bodem en de concentratie voor planten beschikbaar fosfor (Olsen-P). Rechts: correlatie tussen de totale ijzerconcentratie in de bodem en de voor planten beschikbare P-fractie (Pbs: Olsen-P/totaal-P). Weergegeven zijn zowel de geanalyseerde bodems uit het huidige onderzoek als uit 2012.

Uit de bodemchemische analyses blijkt dat op veel locaties alleen de bouwvoor (ca. 0-20/30 cm - mv) verrijkt is met P (Figuur 4.2). De P-beschikbaarheid van de bodem onder de bouwvoor is beduidend lager. Direct onder de bouwvoor is de bodem even ijzerrijk, maar vaak wel wat meer gebufferd (totaal-calcium hoger) en iets lemiger (hogere totaal-aluminium concentraties; Figuur 4.2). De P-arme bodem is, onder de juiste hydrologische omstandigheden, geschikt voor de ontwikkeling van natte schraallanden en/of vochtige hooilanden.

.....

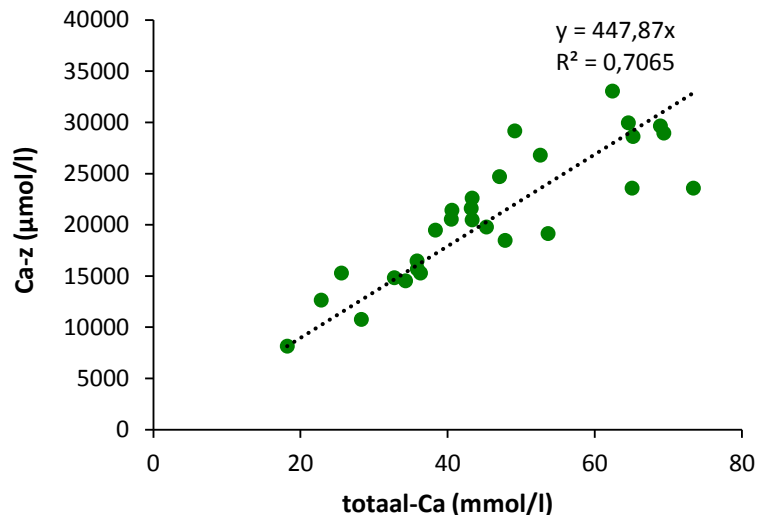


Figuur 4.2. Boxplots van de Olsen-P, totaal-P, -Fe, -Ca en -Al concentraties van de geanalyseerde bodems uit het Eerder Achterbroek. In de Boxplot is onderscheid gemaakt tussen de top laag van de bouwvoor ($n = 20$), onderkant van de bouwvoor ($n = 9$), 0-10 cm onder de bouwvoor ($n = 20$) en 10-20 cm onder de bouwvoor ($n = 15$). 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.

In 2012 is gerekend met een Olsen-P streefconcentratie van $500 \mu\text{mol/l}$ bodem. Aangezien bij dit aanvullende onderzoek niet alleen (ijzerrijke) dalen maar ook flanken en ruggen zijn bemonsterd, is in dit onderzoek gerekend met een Olsen-P streefconcentratie van 300 of $500 \mu\text{mol}$ per liter bodem. Op de ijzerrijke locaties (laagten en flanken) is een streefwaarde van $500 \mu\text{mol}$ Olsen-P/l gehanteerd en op de ijzerarme locaties (ruggen en flanken) is uitgegaan van een streefwaarde van $300 \mu\text{mol}$ Olsen-P/l.

Om goed inzicht in de mate van bodembuffering te krijgen is niet alleen de totale concentratie calcium van belang, maar vooral de hoeveelheid uitwisselbaar calcium in de bodem. Bij het huidige onderzoek is de concentratie uitwisselbaar calcium niet bepaald, maar wel bij het onderzoek in

2012. In Figuur 4.3 wordt de correlatie tussen de concentratie totaal-calcium en uitwisselbaar calcium in de bodems uit 2012 gegeven. Bij een toename van de concentratie totaal-calcium in de bodem neemt de concentratie uitwisselbaar calcium toe. Bij de meer gebufferde bodems neemt de spreiding wat toe, maar bij benadering kan op basis van deze correlatie de concentratie uitwisselbaar calcium voor de in 2015 geanalyseerde bodems berekend worden. In de volgende paragraaf wordt per locatie de potenties voor natuurontwikkeling geschreven en daarbij wordt ook gebruik gemaakt van de berekende indicatieve uitwisselbare calciumconcentraties om beter inzicht te krijgen in de mate van bodembuffering.



Figuur 4.3. Correlatie tussen de concentratie totaal-calcium en uitwisselbaar calcium (Ca-z) in de bodems uit het Eerder Achterbroek die in 2012 zijn onderzocht.

4.2 Natuurpotenties van de voormalige landbouwgronden

Per zone (laagtes, flanken, hoge koppen) worden per monsterlocatie in een tabel de belangrijkste abiotische factoren kort toegelicht. Om beter inzicht te verkrijgen in de mate van bodembuffering werd aanvullend de uitwisselbare calciumconcentratie (Ca-z) berekend op basis van de correlatie in Figuur 4.3. Bodems met een totaal-Ca concentratie van >20 mmol/l en een Ca-z concentratie van meer dan 4000-5000 µmol/l zijn over het algemeen voldoende gebufferd. Op calciumarme bodems ligt de ontwikkeling van heide (of hoogveen) voor de hand (zeer indicatief: Ca-t < 10 mmol/l en Ca-z < 3000/4000 µmol/l). Op matig calciumhoudende bodems (Ca-tot >10 mmol/l en Ca-z 3000/4000-8000 µmol/l) ligt de ontwikkeling van een heischraal grasland (of kleine zeggenvegetaties) voor de hand, mits er voldoende aanrijking met basen plaatsvindt via capillaire opstijging. Op de meer gebufferde bodems (Ca-z: 8000-25000 µmol/l) kan onder de juiste hydrologische omstandigheden (essentieel!) een blauwgrasland of veldrusschraalland tot ontwikkeling komen. Op sterk gebufferde bodems (Ca-z: > 20000-50000 µmol/l) kan onder vochtige tot natte omstandigheden een dotterbloemhooiland tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland).

De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Een ontgronding 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. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. De

.....

beschikbare gegevens vormen een basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

In de tabellen zijn onder andere de fosfaatconcentraties opgenomen (Olsen-P en totaal-P). Op basis van de verhouding tussen de Olsen-P en P-totaal concentratie (beschikbare P-fractie) is een P-totaal streefconcentratie berekend (deze varieert op basis van de P-beschikbaarheid die beïnvloed wordt door o.a. de leemigheid, ijzer- en calciumconcentraties van de bodem). Op basis van het verschil tussen de streefconcentratie en de actuele totaal-P concentratie is per bemonsterde laag een verschrallingsduur berekend bij traditioneel beheer van maaien en afvoeren (P-afvoer: 10 kg/ha/jaar). Gericht uitmijnen met N en/of K bemesting (P-afvoer: 40 kg/ha/jaar) gaat vier keer zo snel. Voor het Eerder Achterbroek zal in de natte laagtes en op de flanken uitmijnen geen optie zijn, aangezien dan onvoldoende P-afvoer kan worden gerealiseerd en ook niet met klaver kan worden uitgemijnd. De berekende verschrallingsduren via uitmijnen zullen in de praktijk dus (veel) langer zijn en daarmee is uitmijnen in grote delen van het Eerder Achterbroek niet kansrijk. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte dienen, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25/30 cm bij elkaar te worden opgeteld.

In Tabel 4.1 t/m Tabel 4.3 is met verschillende kleuren aangegeven tot welke klasse de bodems behoren. Hierbij zijn de volgende keuren en klasseindelingen gebruikt:

Diepte	OS	Al-t	Ca-t	Fe-t	M3/5	
cm	%	mmol/l	mmol/l	mmol/l	jaren	
Bouwvoor	<5	<150	<10	<20	0	voldoende P-arm
Onder bouwvoor	6-10	151-250	11-20	21-50	<10	kansrijk voor verschraling door middel van maaien en afvoeren
	11-25	251-400	21-30	51-100	11-40	matig kansrijk voor verschraling door middel van maaien en afvoeren
	26-50	401-750	31-50	101-150	41-80	kansrijk voor verschraling door middel van uitmijnen
	>50	>750	51-80	151-300	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling door middel van uitmijnen
			>80	>300	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>400	ongeschikt voor verschraling II

LAAGTES

Het bodemchemische onderzoek in het Eerder Achterbroek heeft zich voor een groot deel gericht op de natuurontwikkelingspotenties van de laagtes in het gebied. Voor de 10 onderzochte locaties wordt hieronder per locatie de bodemchemie beschreven en de potenties voor natuurontwikkeling beschreven. Uitgangspunt voor de vaak ijzerrijke locaties in de laagten is de Olsen-P streefconcentratie voor vochtig hooiland: 500 $\mu\text{mol/l}$. Een belangrijk aandachtspunt is dat niet alle leemrijke bodem afgegraven moet worden, indien hierdoor een groot deel van de aanwezige bodembuffercapaciteit verloren gaat. De totaal-Ca concentraties geven hierin inzicht, maar zoals al in paragraaf 4.1 aangeven zijn ook de uitwisselbare calciumconcentraties sturend.

Locatie EA_11

Op locatie EA_11 is de sterk lemige, ijzerrijke bouwvoor (30 cm dik) sterk verrijkt met fosfaat (gemiddeld totaal-P 26 mmol/l en Olsen-P ca. 1800 $\mu\text{mol/l}$). Verschraling van de bouwvoor tot de streefconcentratie voor vochtig hooiland (500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt circa 175 jaar maaien en afvoeren of ruim 40 jaar uitmijnen (Tabel 4.1) en is daarmee niet kansrijk. Na afgraven van de bouwvoor ontstaat wel een goede uitgangssituatie, terwijl de buffering van de bodem niet sterk afneemt. Het leemarme, ijzerrijke zand onder de bouwvoor (30-40 cm-mv) is P-arm (346 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) en is gezien de mate van buffering (Ca-t 31 mmol/l; indicatie Ca-z: 13500 $\mu\text{mol/l}$) geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Tabel 4.1. Overzicht van het bodemtype en de bodemchemie van de monsterlocaties in de laagten van het Eerder Achterbroek. MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; V = vochtpercentage; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem en Pbs = fractie van de totale P-voorraad dat voor planten beschikbaar is (Olsen-P/totaal-P). Ca-z = berekende concentratie uitwisselbaar calcium op basis van correlatie tussen totaal-Ca en Ca-z bij de geanalyseerde bodems uit 2012. M3 = indicatieve verschrallingsduur (in jaren) per bodemlaag door middel van jaarlijks maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300 $\mu\text{mol/l}$ (totaal-P ondergrens 3 mmol/l). M5: idem, echter op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 500 $\mu\text{mol/l}$.

Locatie	Diepte	Type	Lemigheid	MV	V	OS	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	M3	M5
EA_11	0-15	zand	sterk lemig	0,9	26,8	7,9	1617	26	0,06	133	23	10449	237	3	10	12	99	84
	15-30	zand	sterk lemig	1,2	22,4	5,7	1995	26	0,08	252	35	15758	216	5	17	12	103	91
	30-40	zand	leemarm	1,6	11,4	0,8	346	5	0,07	148	31	13695	107	9	20	2	2	0
EA_14	0-15	zand	zwak lemig	0,9	22,3	7,5	616	16	0,04	104	22	9684	469	3	5	11	39	14
	15-25	zand	zwak lemig	1,0	22,1	6,5	258	10	0,03	148	37	16625	390	2	5	9	0	0
	25-35	zand	zwak lemig	1,5	14,5	1,4	106	3	0,04	174	44	19863	119	4	11	2	0	0
EA_26	0-20	zand	sterk lemig	0,9	29,2	10,1	500	18	0,03	151	55	24748	572	3	25	14	44	0
	20-30	zand	sterk lemig	1,5	14,8	1,2	128	2	0,06	160	42	18902	146	6	14	1	0	0
	30-40	zand	sterk lemig	1,6	15,3	0,7	108	3	0,03	113	34	15162	79	7	13	0	0	0
EA_38	0-15	zand	sterk lemig	0,9	30,0	11,1	1835	28	0,06	114	63	28339	219	19	19	17	111	96
	15-30	zand	sterk lemig	1,1	22,0	6,5	1007	27	0,04	169	81	36373	293	15	18	16	88	63
	30-40	zand	zwak lemig	1,4	13,3	1,4	491	6	0,08	120	33	14715	108	12	15	2	8	0
EA_40	0-15	zand	sterk lemig	1,1	21,4	5,8	1777	21	0,09	102	27	12313	117	3	11	8	81	70
	15-25	zand	sterk lemig	1,2	17,2	3,9	1010	19	0,05	166	39	17558	191	4	13	8	42	30
	25-35	zand	zwak lemig	1,4	12,2	1,3	303	5	0,06	113	27	12151	121	3	12	0	0	0
EA_58	0-15	zand	sterk lemig	1,1	30,0	7,0	765	13	0,06	158	47	21230	289	5	11	14	37	21
	15-25	zand	sterk lemig	1,4	18,9	2,7	186	5	0,04	212	87	38846	176	4	13	6	0	0
	25-35	zand	sterk lemig	1,6	13,9	0,8	86	3	0,03	109	43	19190	78	7	12	2	0	0
EA_66	0-10	zand	sterk lemig	1,2	25,9	11,7	711	20	0,03	244	78	34746	587	4	19	15	37	19
	10-20	zand	sterk lemig	1,2	21,3	7,1	370	14	0,03	306	80	35739	646	4	23	11	8	0
	20-30	zand	zwak lemig	1,5	13,1	0,9	197	3	0,07	94	32	14496	92	5	11	2	0	0
EA_72	0-10	zand	sterk lemig	0,9	31,5	9,0	1301	17	0,07	107	22	9984	192	5	8	11	42	33
	10-20	zand	sterk lemig	1,1	20,2	4,3	370	8	0,05	132	32	14516	325	4	8	6	5	0
	20-30	zand	sterk lemig	1,4	14,5	1,1	221	3	0,08	106	34	15199	134	4	10	2	0	0
EA_74	0-10	zand	zwak lemig	0,8	31,1	11,3	1697	24	0,07	119	19	8450	191	5	9	12	63	54
	10-20	zand	sterk lemig	1,2	18,8	5,0	428	12	0,03	191	29	13208	1193	4	11	8	12	0
	20-30	zand	sterk lemig	1,4	15,6	1,8	210	15	0,01	128	34	15014	1340	5	12	4	0	0
EA_75	0-15	zand	zwak lemig	0,9	26,8	9,9	2535	35	0,07	89	42	18915	87	12	17	14	143	130
	15-30	zand	zwak lemig	1,1	18,6	5,0	1995	32	0,06	143	46	20786	165	18	19	11	129	113
	30-40	zand	sterk lemig	1,4	16,7	3,3	560	14	0,04	181	47	21243	581	26	18	6	21	5

Locatie EA_14

De ijzerrijke bouwvoor (25 cm dik) is matig verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties in het bovenste deel van de bouwvoor (totaal-P 16 mmol/l en Olsen-P 626 $\mu\text{mol/l}$) te hoog zijn voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Verschralling tot de streefconcentratie (500 μmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 15 jaar en is daarmee matig kansrijk. Het bovenste deel van de bouwvoor is ook wat minder gebufferd, in vergelijking tot de diepere bodemlagen. In het onderste deel van de bouwvoor is de Olsen-P concentratie laag genoeg (258 $\mu\text{mol/l}$). Afgraven van de bovenste 15 cm van de bodem biedt een gunstige Ausgangssituatie, waarbij de bodem niet alleen P-arm is maar ook meer gebufferd. De ijzerrijke zandbodem (15-25 cm -mv) is matig gebufferd (Ca-t 37 mmol/l; indicatie Ca-z: 16500 $\mu\text{mol/l}$) en biedt een goede Ausgangssituatie voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

.....

Locatie EA_26

Op locatie EA_26 is ook de bouwvoor (20 cm dik) ijzerrijk en matig verrijkt met fosfaat (totaal-P 18 mmol/l en Olsen-P 500 µmol/l). Voor vochtig hooiland (veldrusschraalland of dotterbloemhooiland) is de fosfaatbeschikbaarheid van de toplaag van de bodem voldoende laag. De sterk lemige bodem is zeer ijzerrijk (> 500 mmol Fe-t/l) en goed gebufferd (Ca-t = 55 mmol/l; indicatie Ca-z: 25000 µmol/l). Het advies is om wel de bestaande zode te verwijderen (5-10 cm plaggen) om vestigingsplaatsen voor doelsoorten te creëren. Indien wel de bouwvoor wordt verwijderd, ontstaat een P-arme uitgangssituatie (128 µmol Olsen-P/l en 2 mmol P-t/l). Gezien de ijzerrijkdom en buffering (Fe-t ca. 150 mmol/l en Ca-t ca. 40 mmol/l; indicatie Ca-z: 19000 µmol/l) van de bodem, zijn er dan goede kansen voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_38

De ijzerrijke bouwvoor (30 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (gemiddeld totaal-P 28 mmol/l en Olsen-P ca. 1400 µmol/l) te hoog zijn voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Verschraling tot de streefconcentratie (500 µmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 160 jaar (of 40 jaar uitmijnen). Bij afgraven van de toplaag van de bouwvoor (0-15 cm) wordt een groot deel van de P-voorraad verwijderd, maar zal nog ruim 60 jaar (of 15 jaar uitmijnen) verder moeten worden verschraald via maaien en afvoeren. De bodem (15-30 cm -mv) is goed gebufferd (Ca-t 81 mmol/l; indicatie Ca-z: 36000 µmol/l), zodat op termijn een dotterbloemhooiland tot ontwikkeling kan komen. Onder de bouwvoor (30-40 cm -mv) is de Olsen-P concentratie laag genoeg voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (< 500 µmol/l). Bij afgraven van de bovenste 30 cm wordt echter ook de sterk lemige en goed gebufferde bodem geheel verwijderd. De ijzerrijke zandbodem op deze diepte is matig gebufferd (Ca-t 30 mmol/l; indicatie Ca-z: 15000 µmol/l) en is kansrijk voor de ontwikkeling van veldrusschraalland of blauwgrasland.

Locatie EA_40

De ijzerrijke bouwvoor (25 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P ca. 20 mmol/l en Olsen-P ca. 1400 µmol/l) te hoog zijn voor de ontwikkeling van vochtig hooiland of nat schraalland. Verschraling tot de streefconcentratie (500 µmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 100 jaar (of 25 jaar uitmijnen). Bij afgraven van de toplaag van de bouwvoor (0-15 cm) wordt een groot deel van de P-voorraad verwijderd, maar zal 30 jaar verder moeten worden verschraald via maaien en afvoeren. De bodem (15-30 cm -mv) is matig gebufferd (Ca-t 39 mmol/l; indicatie Ca-z: 17500 µmol/l), zodat op termijn een blauwgrasland of veldrusschraalland tot ontwikkeling kan komen. Onder de bouwvoor (25-35 cm -mv) is de Olsen-P concentratie laag genoeg voor de ontwikkeling van nat schraalland (< 300 µmol/l). De ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 27 mmol/l; indicatie Ca-z: 12000 µmol/l) en is kansrijk voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_58

De ijzerrijke bouwvoor (15 cm dik) is matig verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P 13 mmol/l en Olsen-P 765 µmol/l) te hoog zijn voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Verschraling tot de streefconcentratie van 500 µmol Olsen-P/l vergt via maaien en afvoeren ca. 20 jaar en is daarmee matig kansrijk. Gezien de mate van buffering (Ca-t 47 mmol/l; indicatie Ca-z: 21000 µmol/l) zal zich op termijn een blauwgrasland of veldrusschraalland ontwikkelen. Bij het

.....
veldwerk werd geconstateerd dat binnen de bouwvoor vaak een gradiënt aanwezig was, waarbij de toplaag (bovenste 5 cm) vaak wat rijker/humeuzer was dan de rest van de bouwvoor. Indien de bestaande zode wordt verwijderd, kan waarschijnlijk de verschrallingsduur ook worden ingekort omdat dan de meest P-rijke laag wordt verwijderd.

Onder de bouwvoor (15-25 cm -mv) is de Olsen-P concentratie laag (186 $\mu\text{mol/l}$). De sterk lemige en ijzerrijke zandbodem is goed gebufferd (Ca-t 87 mmol/l; indicatie Ca-z: 38000 $\mu\text{mol/l}$) en daarmee kansrijk voor de ontwikkeling van (soortenrijk) blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_66

De ijzerrijke bouwvoor (20 cm dik) is licht verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties in het bovenste deel van de bouwvoor (totaal-P 20 mmol/l en Olsen-P 711 $\mu\text{mol/l}$) te hoog zijn voor de ontwikkeling van vochtig hooiland of nat schraalland. Verschralling tot de streefconcentratie (500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 20 jaar en is daarmee matig kansrijk. Gezien de mate van buffering (Ca-t 78 mmol/l; indicatie Ca-z: 345000 $\mu\text{mol/l}$) zal zich op termijn een dotterbloemhooiland ontwikkelen. Bij het veldwerk werd geconstateerd dat binnen de bouwvoor vaak een gradiënt aanwezig was, waarbij de toplaag (bovenste 5 cm) vaak wat rijker/humeuzer was dan de rest van de bouwvoor. Indien de bestaande zode wordt verwijderd, kan waarschijnlijk de verschrallingsduur ook worden ingekort omdat dan de meest P-rijke laag wordt verwijderd.

In het onderste deel van de bouwvoor (10-20 cm -mv) is de Olsen-P concentratie beduidend lager (370 $\mu\text{mol/l}$). De zeer ijzerrijke en goed gebufferde zandbodem (Ca-t 80 mmol/l; indicatie Ca-z: 35500 $\mu\text{mol/l}$) is kansrijk voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_72

De ijzerrijke bouwvoor (10 cm dik) is matig verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P 17 mmol/l en Olsen-P 1300 $\mu\text{mol/l}$) te hoog zijn voor de ontwikkeling van nat schraalland of vochtig hooiland. Verschralling tot de streefconcentratie (500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ruim 30 jaar (of ca. 8 jaar uitmijnen) en is daarmee matig kansrijk. De bouwvoor is ook wat minder gebufferd en ijzerrijk, waardoor het afgraven van deze laag gunstig zal werken op de vegetatieontwikkeling.

Onder de bouwvoor (10-20 cm -mv) is de Olsen-P concentratie 370 $\mu\text{mol/l}$ en laag genoeg voor de ontwikkeling van vochtig hooiland of nat schraalland. De sterk lemige en ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 32 mmol/l; indicatie Ca-z: 14500 $\mu\text{mol/l}$) en daarmee kansrijk voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_74

De ijzerrijke bouwvoor (10 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P 24 mmol/l en Olsen-P ca. 1700 $\mu\text{mol/l}$) te hoog zijn voor de ontwikkeling van nat schraalland of vochtig hooiland. Verschralling tot de streefconcentratie (500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 55 jaar (of 14 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (10-20 cm -mv) is de Olsen-P concentratie beduidend lager (< 500 $\mu\text{mol/l}$), maar de totale voorraad P in de bodem is nog relatief hoog (12 mmol/l) vanwege de hoge ijzerconcentraties (Fe-t > 1000 mmol/l). De ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 29 mmol/l; indicatie Ca-z: 13000 $\mu\text{mol/l}$) en daarmee kansrijk voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (veldrusschraalland). Op 20-30 cm onder maaiveld is de

.....
P-beschikbaarheid lager ($< 300 \mu\text{mol/l}$) en ontstaan er mogelijkheden voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_75

De ijzerrijke bouwvoor (30 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P ca. 35 mmol/l en Olsen-P ca. $2250 \mu\text{mol/l}$) veel te hoog zijn voor de ontwikkeling van nat schraalland of vochtig hooiland. Verschraling tot de streefconcentratie ($500 \mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 240 jaar (of ca. 60 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (30-40 cm -mv) is de Olsen-P concentratie beduidend lager en komt in de richting van de streefwaarde voor vochtig hooiland ($< 500 \mu\text{mol/l}$). De ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 47 mmol/l ; indicatie Ca-z: $21000 \mu\text{mol/l}$) en is kansrijk voor de ontwikkeling van veldrusschraalland of dotterbloemhooiland.

FLANKEN

In het Eerder Achterbroek is op 7 locaties gelegen op de flanken de bodemchemie bepaald. Voor iedere locaties wordt de bodemchemie beschreven en een herinrichtingsadvies gegeven. Uitgangspunt voor ijzerarme locaties (totaal-Fe $< 100 \text{ mmol/l}$) is de Olsen-P streefconcentratie voor nat schraalland ($300 \mu\text{mol/l}$) en voor de ijzerrijke locaties (totaal-Fe $> 100 \text{ mmol/l}$) de Olsen-P streefconcentratie voor vochtig hooiland ($500 \mu\text{mol/l}$).

Locatie EA_07

De leem- en ijzerarme bouwvoor (40 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P ca. 22 mmol/l en Olsen-P ca. $2800 \mu\text{mol/l}$) veel te hoog zijn voor de ontwikkeling van nat schraalland. Verschraling tot de streefconcentratie ($300 \mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 200 jaar (of ca. 50 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (40-50 cm -mv) is de Olsen-P concentratie beduidend lager en komt in de richting van de suboptimale streefwaarde voor vochtig hooiland ($< 800 \mu\text{mol/l}$). Gezien de lage concentratie totaal-P in de bodem zal de P-beschikbaarheid met een maaibeheer snel afnemen. De ijzerarme zandbodem is vrijwel niet gebufferd (Ca-t 13 mmol/l ; indicatie Ca-z: $6000 \mu\text{mol/l}$), zodat de ontwikkeling van heischraal grasland voor de hand ligt.

Locatie EA_33

De sterk lemige en ijzerrijke bouwvoor (20 cm dik) is licht verrijkt met fosfaat (totaal-P 14 mmol/l en Olsen-P $797 \mu\text{mol/l}$) en te P-rijk voor de ontwikkeling van nat schraalland. Verschraling tot de streefconcentratie ($500 \mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 40 jaar (of 10 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (20-30 cm -mv) is de fosfaatbeschikbaarheid vergelijkbaar, maar de totale P-voorraad flink lager (6 mmol/l). Verschralen tot 500 of $300 \mu\text{mol Olsen-P/l}$ vergt via maaien en afvoeren dan 7 tot 8 jaar. De ijzerarme zandbodem is vrijwel niet gebufferd (Ca-t 17 mmol/l ; indicatie Ca-z: $7500 \mu\text{mol/l}$), zodat na een kortdurend aanvullend verschrallingsbeheer (maaieren en afvoeren) de ontwikkeling van een heischraal grasland voor de hand ligt. Op 30-40 cm onder maaiveld is de Olsen-P concentratie lager dan $300 \mu\text{mol/l}$ bij een totaal-P concentratie van 3 mmol/l . Afhankelijk van de bodembuffering (Ca-t = 13 mmol/l ; indicatie Ca-z: $7500 \mu\text{mol/l}$) zal waarschijnlijk heischraal grasland tot ontwikkeling kunnen komen.

Locatie EA_36

De sterk lemige en ijzerrijke bouwvoor (20 cm dik) is licht verrijkt met fosfaat (gemiddeld totaal-P 8 mmol/l en Olsen-P 500 µmol/l), waarbij vooral de toplaag van de bouwvoor rijk is aan P. Verschraling tot de streefconcentratie (500 µmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 9 jaar en is daarmee kansrijk. Om de fosfaatbeschikbaarheid te reduceren tot het niveau van nat schraalland (300 µmol/l) is een maai-beheer van 20 jaar nodig. De ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 43 mmol/l; indicatie Ca-z: 19000 µmol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland. Het advies is om wel de bestaande zode te verwijderen (5-10 cm plaggen) om vestigingsplaatsen voor doelsoorten te creëren.

De fosfaatbeschikbaarheid van de onderkant van de bouwvoor (10-20 cm -mv) is zonder aanvullende verschralingsbeheer laag genoeg voor de ontwikkeling van nat schraalland. De ijzerrijke zandbodem is licht gebufferd (Ca-t 26 mmol/l; indicatie Ca-z: 11500 µmol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Tabel 4.2. Overzicht van het bodemtype en de bodemchemie van de monsterlocaties gelegen op de flanken van het Eerder Achterbroek. MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; V = vochtpercentage; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in µmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem en Pbs = fractie van de totale P-voorraad dat voor planten beschikbaar is (Olsen-P/totaal-P). Ca-z = berekende concentratie uitwisselbaar calcium op basis van correlatie tussen totaal-Ca en Ca-z bij de geanalyseerde bodems uit 2012. M3 = indicatieve verschralingsduur (in jaren) per bodemlaag door middel van jaarlijks maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300 µmol/l (totaal-P ondergrens 3 mmol/l). M5: idem, echter op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 500 µmol/l.

Locatie	Diepte	Type	Lemigheid	MV	V	OS	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	M3	M5
EA_07	0-20	zand	leemarm	1,0	19,4	6,6	2870	20	0,14	97	28	12589	15	3	6	10	109	106
	20-40	zand	leemarm	1,2	17,5	4,8	2842	23	0,13	126	35	15682	18	4	7	10	122	116
	40-50	zand	leemarm	1,4	10,2	1,6	736	4	0,17	99	13	5998	17	4	9	3	4	4
EA_33	0-20	zand	sterk lemig	1,0	25,7	7,2	797	14	0,06	118	26	11661	201	4	7	12	54	32
	20-30	zand	zwak lemig	1,5	9,4	0,7	801	6	0,14	78	17	7508	41	2	4	1	8	7
	30-40	zand	zwak lemig	1,6	11,3	0,7	232	3	0,09	132	13	6033	108	3	9	0	0	0
EA_36	0-10	zand	sterk lemig	1,1	26,1	5,9	674	11	0,06	208	43	19347	163	5	15	11	20	9
	10-20	zand	sterk lemig	1,3	16,7	3,1	327	5	0,06	217	26	11537	211	4	12	3	1	0
	20-30	zand	sterk lemig	1,2	19,5	4,1	248	12	0,02	256	37	16703	836	4	11	7	0	0
	30-40	zand	sterk lemig	1,2	24,1	5,4	477	16	0,03	216	32	14134	720	3	7	8	18	0
EA_46	0-20	zand	zwak lemig	1,1	22,6	6,6	846	20	0,04	149	20	9173	457	4	9	8	79	50
	20-30	zand	zwak lemig	1,5	15,9	2,0	271	8	0,03	174	31	14081	375	3	11	1	0	0
	30-40	zand	zwak lemig	1,6	14,7	1,1	250	8	0,03	124	25	11388	265	4	11	0	0	0
EA_49	0-20	zand	sterk lemig	1,2	25,8	5,6	842	15	0,05	254	40	17809	234	5	13	10	62	39
	20-30	zand	sterk lemig	1,5	17,1	3,0	189	5	0,04	390	51	22994	229	6	20	4	0	0
	30-40	zand	sterk lemig	1,6	14,5	0,9	178	4	0,05	173	40	18109	113	7	17	3	0	0
EA_52	0-20	zand	sterk lemig	1,0	25,1	6,3	759	12	0,06	143	25	11392	266	4	7	10	46	26
	20-30	zand	sterk lemig	1,3	20,3	3,3	418	7	0,06	190	40	17763	257	4	10	6	6	0
	30-40	zand	sterk lemig	1,6	14,8	0,8	146	3	0,05	131	39	17285	99	5	10	2	0	0
EA_78	0-15	zand	zwak lemig	1,1	18,5	4,3	1981	18	0,11	79	21	9560	42	4	5	7	71	64
	15-25	zand	zwak lemig	1,2	12,9	2,6	1370	16	0,09	87	24	10802	42	4	5	3	39	32
	25-35	zand	zwak lemig	1,3	11,2	1,7	827	10	0,08	93	21	9624	37	4	4	2	20	12
	35-45	zand	zwak lemig	1,4	11,5	1,1	92	2	0,04	167	21	9498	41	5	10	0	0	0

Locatie EA_46

De zwak lemige ijzerrijke bouwvoor (20 cm dik) is licht verrijkt met fosfaat (totaal-P 20 mmol/l en Olsen-P 846 µmol/l) en te P-rijk voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Verschraling tot de streefconcentratie (500 µmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 50 jaar (of 12 jaar

.....

uitmijnen). De bouwvoor is in vergelijking tot de diepere bodemlagen zwak gebufferd. Onder de bouwvoor (20-30 cm -mv) is de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag voor de ontwikkeling van nat schraalland (271 $\mu\text{mol/l}$). De ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 31 mmol/l; indicatie Ca-z: 14000 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_49

De sterk lemige ijzerrijke bouwvoor (20 cm dik) is licht verrijkt met fosfaat (totaal-P 15 mmol/l en Olsen-P 842 $\mu\text{mol/l}$) en te P-rijk voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Verschraling tot de streefconcentratie (500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 40 jaar (of 10 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (20-30 cm -mv) is de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag voor de ontwikkeling van nat schraalland (189 $\mu\text{mol/l}$). De ijzerrijke zandbodem is gebufferd (Ca-t 51 mmol/l; indicatie Ca-z: 23000 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_52

De sterk lemige ijzerrijke bouwvoor (20 cm dik) is licht verrijkt met fosfaat (totaal-P 15 mmol/l en Olsen-P 842 $\mu\text{mol/l}$) en te P-rijk voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Verschraling tot de streefconcentratie (500 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 26 jaar en is daarmee matig kansrijk. Onder de bouwvoor (20-30 cm -mv) is de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (418 $\mu\text{mol/l}$). De ijzerrijke zandbodem is matig gebufferd (Ca-t 40 mmol/l; indicatie Ca-z: 17500 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van veldrusschraalland of blauwgrasland. Op 30-40 cm onder maaiveld is de bodem P-arm (146 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$ en 3 mmol totaal-P/l). De bodem is matig gebufferd (Ca-t 39 mmol/l; indicatie Ca-z: 17000 $\mu\text{mol/l}$) en kansrijk voor de ontwikkeling van blauwgrasland of veldrusschraalland.

Locatie EA_78

De ijzerarme bouwvoor (25 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P ca. 17 mmol/l en Olsen-P ca. 1700 $\mu\text{mol/l}$) te hoog zijn voor de ontwikkeling van nat schraalland. Verschraling tot de streefconcentratie (300 $\mu\text{mol Olsen-P/l}$) vergt via maaien en afvoeren ca. 110 jaar (of ca. 28 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (25-35 cm -mv) is de Olsen-P concentratie beduidend lager, maar nog te hoog voor de ontwikkeling van nat schraalland aangezien er nog ca. 20 jaar aanvullend verschraald moet worden via maaien en afvoeren. Op 35-45 cm onder maaiveld is de P-beschikbaarheid zeer laag. De ijzerarme zandbodem is licht gebufferd (Ca-t 21 mmol/l; indicatie Ca-z: 9000 $\mu\text{mol/l}$), zodat de ontwikkeling van heischraal grasland of blauwgrasland voor de hand ligt.

HOGE RUGGEN

In het Eerder Achterbroek is op 3 locaties gelegen op de flanken de bodemchemie bepaald. Voor iedere locaties wordt de bodemchemie beschreven en een herinrichtingsadvies gegeven. Uitgangspunt voor deze ijzerarme locaties is de Olsen-P streefconcentratie voor heischraal grasland of heide (300 $\mu\text{mol/l}$). Vanwege het lokaal functionerende hydrologische systeem, is het niet wenselijk om op de ruggen veel van de verrijkte bouwvoor af te graven. Het risico ontstaat

.....

dan dat er een afname ontstaat van de opbolling van de grondwaterspiegel in de ruggen (mededeling Bell Hullenaar).

Locatie EA_20

De leem- en ijzerarme bouwvoor (25 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P ca. 11 mmol/l en Olsen-P ca. 1600 µmol/l) te hoog zijn voor de ontwikkeling van P-arme natuur. Verschraling tot de streefconcentratie (300 µmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 65 jaar (of ca. 16 jaar uitmijnen). Onder de bouwvoor (25-35 cm -mv) is de fosfaatbeschikbaarheid nog hoger. Dit betreft een laag zeer fijn humeus zand en gezien de totaal-aluminium concentratie ook wat lemiger. De kansen voor natuurontwikkeling zijn daarmee op deze locatie niet groot. Verschrallen via uitmijnen van de bouwvoor is waarschijnlijk het meest kansrijk om op termijn P-gelimiteerde natuur te ontwikkelen. Voor het opstellen van een uitmijnadvies zijn aanvullende analyses vereist. Gezien de buffercapaciteit (Ca-t 15 mmol/l; indicatie Ca-z: 6500 µmol/l) is na verschraling de ontwikkeling van droog heischraal grasland of heide het meest kansrijk.

Tabel 4.3. Overzicht van het bodemtype en de bodemchemie van de monsterlocaties gelegen op de hoge ruggen in het Eerder Achterbroek. MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; V = vochtpercentage; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in µmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem en Pbs = fractie van de totale P-voorraad dat voor planten beschikbaar is (Olsen-P/totaal-P). Ca-z = berekende concentratie uitwisselbaar calcium op basis van correlatie tussen totaal-Ca en Ca-z bij de geanalyseerde bodems uit 2012. M3 = indicatieve verschrallingsduur (in jaren) per bodemlaag door middel van jaarlijks maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300 µmol/l (totaal-P ondergrens 3 mmol/l). M5: idem, echter op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 500 µmol/l.

Locatie	Diepte	Type	Lemigheid	MV	V	OS	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	M3	M5
EA_20	0-15	zand	leemarm	1,2	12,3	4,5	1748	12	0,14	47	15	6793	47	2	3	6	43	41
	15-25	zand	leemarm	1,2	10,6	4,0	1471	10	0,15	44	18	8132	29	2	3	5	21	20
	25-35	zand	leemarm	1,1	13,6	7,1	2645	23	0,12	258	18	8023	19	4	6	6	62	58
EA_28	0-15	zand	leemarm	1,2	13,5	5,3	2636	23	0,12	38	38	17169	44	2	3	6	92	86
	15-35	zand	leemarm	1,2	12,6	4,8	2401	24	0,10	42	42	18763	45	2	4	6	128	116
	35-45	zand	leemarm	1,1	17,1	7,0	1855	11	0,17	109	69	31047	5	3	8	6	24	24
	45-60	zand	leemarm	1,2	12,4	4,8	2709	14	0,20	180	24	10590	13	5	10	4	50	50
EA_68	0-10	zand	leemarm	0,9	23,7	11,0	253	2	0,14	30	5	2088	30	1	1	6	0	0
	10-25	zand	leemarm	1,1	19,2	7,7	153	2	0,10	47	5	2164	30	1	1	5	0	0
	25-40	zand	leemarm	1,4	12,1	2,1	87	1	0,09	48	6	2641	7	3	1	2	0	0
	40-50	zand	leemarm	1,4	12,6	1,6	137	1	0,12	97	6	2716	9	6	3	4	0	0

Locatie EA_28

Locatie EA_28 betreft een akker, die op het moment van monsternamen net was geploegd (Figuur 4.4). De leem- en ijzerarme bouwvoor (35 cm dik) is sterk verrijkt met fosfaat, waarbij de P-concentraties (totaal-P ca. 24 mmol/l en Olsen-P ca. 2500 µmol/l) veel te hoog zijn voor de ontwikkeling van heischraal grasland. Verschraling tot de streefconcentratie (300 µmol Olsen-P/l) vergt via maaien en afvoeren ca. 200 jaar (of ca. 50 jaar uitmijnen). Ook onder de bouwvoor (tot 60 cm diepte) blijft de fosfaatbeschikbaarheid zeer hoog. Afgraven van de P-rijke bouwvoor is daarmee niet kansrijk en vanwege het lokaal functionerende hydrologische systeem ook niet wenselijk. Het advies is om op deze locatie de natuurdoelen bij te stellen naar de ontwikkeling van een kruiden- en faunairijk grasland (streefwaarde maximaal 1500 µmol Olsen-P/l).



Figuur 4.4. Foto van twee locaties gelegen op hoge ruggen in het Eerder Achterbroek. Links: locatie EA_28 die in gebruik is als akker en op het moment van bemonstering net was geploegd. Rechts: locatie EA_68 een schraal grasland gelegen op een hoge rug grenzend aan een stukje bestaande (vergraste) heide.

Locatie EA_68

Locatie EA_68 is gelegen op een kleine hogere kop in het gebied en de vegetatie wordt gedomineerd door een schrale door grassen gedomineerde vegetatie. De leem- en ijzerarme bouwvoor (40 cm dik) is opvallend P-arm (Olsen-P < 300 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P < 2 mmol/l). Hieruit blijkt dat deze hooggelegen locatie geen intensief bemestingsverleden kent (oud heideterreintje), zodat er geen maatregelen nodig om de fosfaatbeschikbaarheid te reduceren. De bodem is kalkarm (totaal-ca = 5 mmol/l; indicatie Ca-z: 2000 $\mu\text{mol/l}$) zodat de ontwikkeling van droge heide voor de hand ligt. Om de ontwikkeling richting een heide te stimuleren, is het advies om maaisel of plagsel van een (nabijgelegen) referentiegebied te introduceren.

SAMENVATTING NATUURPOTENTIES PER LOCATIE

In Tabel 4.4 staat per locatie de potenties voor natuurontwikkeling op basis van het bodemchemische onderzoek gegeven. Zoals al eerder aangegeven is de keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Een ontgronding 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. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. De beschikbare gegevens vormen een basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

In aanvulling op Tabel 4.4 staat in Figuur 4.5 een kaart met de geadviseerde afgravingsdiepte per locatie. Uitgangspunt hierbij is geweest om aanvullend verschralingsbeheer zoveel mogelijk te beperken, dus de P-rijke bodem geheel of grotendeels afgraven. Indien afgraven niet noodzakelijk is (locatie EA_68) kan de vegetatieontwikkeling positief gestuurd worden door het verwijderen van de bestaande zode, bij voorkeur in combinatie met het aanbrengen van maaisel of plagsel van een referentielocatie (zie paragraaf 4.3). Op locatie EA_20 en EA_28 is afgraven van de P-rijke toplaag niet zinvol omdat het fosfaat tot diep in de bodem is doorgedrongen. Verschralen via maaien en afvoeren of uitmijnen is op deze hoger gelegen locaties een zeer langdurig proces.

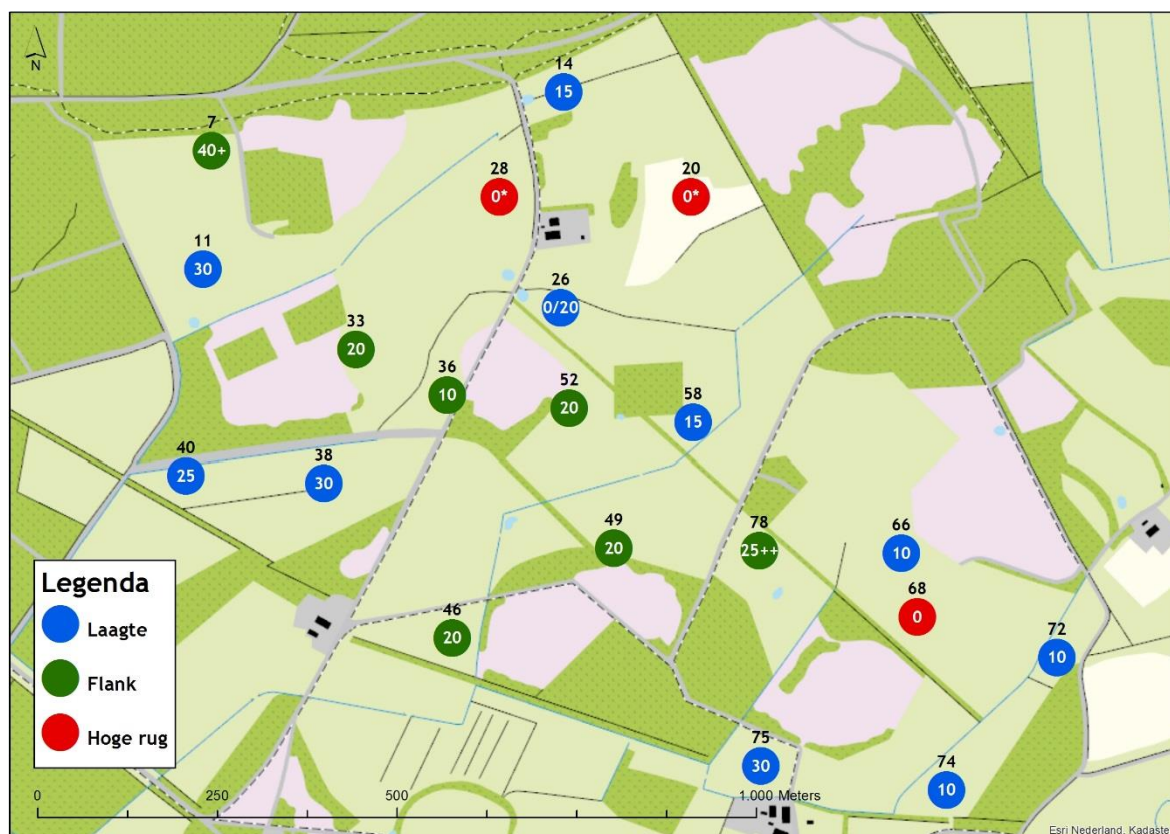
Tabel 4.4. Samenvattende tabel met de natuurpotenties per onderzochte locatie. Per locatie is aangegeven welke natuurtypen tot ontwikkeling kunnen komen op basis van de bodemchemische samenstelling. In de tabel zijn de belangrijkste bodemchemische variabelen weergegeven van de toplaag van de bodem, in het geval van afgraven betreft dit de laag die na afgraven de nieuwe toplaag zal vormen. Voor een verdere verklaring van de inhoud van de tabel, zie het bijschrift bij Tabel 4.1.

Locatie	Diepte	Lemigheid	Natuurbeheertype	Verschralingsbeheer	OS	OLS-P	P-t	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	M3	M5
LAAGTEN													
EA_11	30-40	leemarm	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	0,8	346	5	148	31	13695	107	2	0
EA_14	15-25	zwak lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	6,5	258	10	148	37	16625	390	0	0
EA_26	0-20	sterk lemig	dotterbloemhooiland/veldrusschraalland	nee	10,1	500	18	151	55	24748	572	44	0
	20-30	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	1,2	128	2	160	42	18902	146	0	0
EA_38	15-30	sterk lemig	dotterbloemhooiland	ja (ca. 15 jaar uitmijnen)	6,5	1007	27	169	81	36373	293	88	63
	30-40	zwak lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	1,4	491	6	120	33	14715	108	8	0
EA_40	15-25	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	ja (ca. 30 jaar maaien)	3,9	1010	19	166	39	17558	191	42	30
	25-35	zwak lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	1,3	303	5	113	27	12151	121	0	0
EA_58	0-15	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	ja (ca. 20 jaar maaien)	7,0	765	13	158	47	21230	289	37	21
	15-25	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	2,7	186	5	212	87	38846	176	0	0
EA_66	0-10	sterk lemig	dotterbloemhooiland	ja (ca. 20 jaar maaien)	11,7	711	20	244	78	34746	587	37	19
	10-20	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	7,1	370	14	306	80	35739	646	8	0
EA_72	10-20	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	4,3	370	8	132	32	14516	325	5	0
EA_74	10-20	sterk lemig	veldrusschraalland (blauwgrasland)	nee	5,0	428	12	191	29	13208	1193	12	0
	20-30	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	1,8	210	15	128	34	15014	1340	0	0
EA_75	30-40	sterk lemig	dotterbloemhooiland/veldrusschraalland	ja (ca. 5 jaar maaien)	3,3	560	14	181	47	21243	581	21	5
FLANKEN													
EA_07	40-50	leemarm	heischraal grasland	ja (ca. 4 jaar maaien)	1,6	736	4	99	13	5998	17	4	4
EA_33	20-30	zwak lemig	heischraal grasland	ja (ca. 8 jaar maaien)	0,7	801	6	78	17	7508	41	8	7
EA_36	0-10	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	ja (ca. 10-20 jaar maaien)	5,9	674	11	208	43	19347	163	20	9
	10-20	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	3,1	327	5	217	26	11537	211	1	0
EA_46	20-30	zwak lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	2,0	271	8	174	31	14081	375	0	0
EA_49	20-30	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	3,0	189	5	390	51	22994	229	0	0
EA_52	20-30	sterk lemig	blauwgrasland/veldrusschraalland	nee	3,3	418	7	190	40	17763	257	6	0
EA_78	25-35	zwak lemig	heischraal grasland/blauwgrasland	ja (ca. 20 jaar maaien)	1,7	827	10	93	21	9624	37	20	12
	35-45	zwak lemig	heischraal grasland/blauwgrasland	nee	1,1	92	2	167	21	9498	41	0	0
HOGE RUGGEN													
EA_20	0-15	leemarm	heischraal grasland/heide	ja (ca. 16 jaar uitmijnen)	4,5	1748	12	47	15	6793	47	43	41
EA_28	0-15	leemarm	kruiden- en faunarijk grasland	ja (ca. 20-25 jaar uitmijnen)	5,3	2636	23	38	38	17169	44	92	86
EA_68	0-10	leemarm	heide	nee	11,0	253	2	30	5	2088	30	0	0

4.3 Aanvullende inrichtingsmaatregelen

De eerste jaren na de het afgraven van de voedselrijke toplaag dient maai-beheer plaats te vinden om de ontwikkeling en uitbreiding van algemene/ruigte soorten te beperken. Doordat vaak veel zaden aanwezig zijn kunnen deze algemene soorten, ook onder P-arme condities, tot ontwikkeling komen. Door middel van een maai-beheer 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 hier van profiteren.

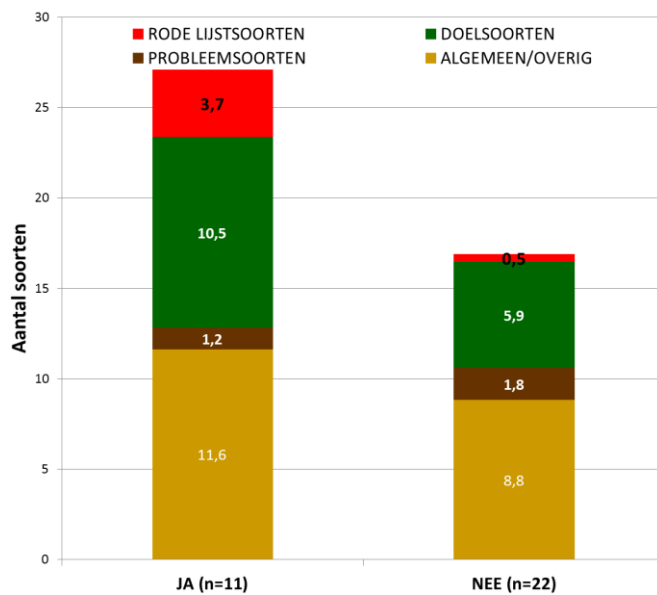
Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om kort na afgraven (<1 jaar) maaisel/plagsel op te brengen uit goed ontwikkelde referentielocaties om kolonisatie door doelsoorten te stimuleren. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Natte, venige laagtes kunnen 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 4.6).



Figuur 4.5. Kaart met de geadviseerde ontgrondingsdiepte per locatie (hoogteligging in het landschap met verschillende kleuren weergegeven). Uitgangspunt hierbij is om aanvullend verschrallingsbeheer zoveel mogelijk te beperken, dus de P-rijke bodem geheel of grotendeels afgraven. Het getal op de stip geeft de geadviseerde afgravingsdiepte in cm, eventueel met een beperkt aanvullend verschrallingsbeheer: + = < 10 jaar en ++ = < 25 jaar. * = afgraven en/of verschraling via maaien en afvoeren is niet kansrijk (> 25 jaar). Indien afgraven niet noodzakelijk is kan de vegetatieontwikkeling positief gestuurd worden door het verwijderen van de bestaande zode, bij voorkeur in combinatie met het aanbrengen van maaisel of plagsel van een referentielocatie (zie paragraaf 4.3).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel 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 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.



Figuur 4.6. 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 ander 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.

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 CO₂ beschikbaar komt.

.....

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

5.1 Conclusies

- De toplaag van de onderzochte bodems in het Eerder Achterbroek is als gevolg van het landbouwkundige gebruik licht tot sterk verrijkt met fosfaat (Olsen-P concentraties tot ruim 2800 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P tot 35 mmol/l).
- In de laagten en delen van de flanken is de bodem ijzerrijk (gemiddeld 200-300 mmol/l) en matig kalkrijk (gemiddeld 40 mmol totaal-Ca/ l). Op de hogere ruggen en delen van de flanken is de bodem ijzerrijk (gemiddeld 25 mmol/l) en minder gebufferd (gemiddeld 20 mmol totaal-Ca / l).
- Als gevolg van de ijzerrijke omstandigheden is in (de toplaag van) de bouwvoor veel fosfaat geaccumuleerd. Hoewel een groot deel van het fosfaat sterk in de bodem wordt gebonden is de beschikbaarheid toch te hoog. Met een beheer van maaien en afvoeren duurt het toch nog 40 tot 80 jaar voordat de streefwaarden voor nat schraalland worden bereikt.
- De laag onder de bouwvoor (en op een aantal locaties ook al de onderkant van de bouwvoor) is over het algemeen (vrijwel) fosfaatarm, en bovendien lemig, ijzerrijk en goed gebufferd. Dit betekent dat er zeer goede bodemchemische condities aanwezig zijn voor de ontwikkeling van nat schraalland of vochtig hooiland.
- Op enkele locaties in het Eerder Achterbroek wordt met het verwijderen van de P-rijke toplaag ook een belangrijk deel van de aanwezige buffercapaciteit verwijderd. Op de meeste locaties heeft afgraven van de P-rijke bodem geen afname van de bodembuffering tot gevolg en vaak zelfs een toename van de buffercapaciteit.
- Wat betreft de verschrallingsmaatregelen kunnen de volgende conclusies getrokken worden:
 - In de dalen (inclusief de flanken) zijn de meeste locaties kansrijk voor verschralling middels een zeer beperkte afgraving van 10 à 15 cm (al dan niet in combinatie met een aanvullend maaibeheer).
 - In de dalen (inclusief de flanken) zijn de overige locaties kansrijk voor verschralling middels een afgraving van circa 30 cm.
 - De akkertjes op de ruggen zijn niet kansrijk voor verschralling, omdat hier ook de bodemlaag onder de (dikke) bouwvoor fosfaatrijk is.
- Afhankelijk van de buffercapaciteit van de bodem en de fosfaatbeschikbaarheid, kunnen in het gebied goede condities gerealiseerd worden voor de ontwikkeling van een diversiteit aan natuurbeheertypen, variërend van zure heide tot dotterbloemhooiland. Gezien de mate van buffering liggen er voornamelijk potenties voor heischraal grasland, blauwgrasland en veldrusschraalland.

5.2 Aanbevelingen

- In dit advies is om een beter inzicht te krijgen in de mate van bodembuffering, gewerkt met indicatief berekende uitwisselbare calciumconcentraties. Om een meer betrouwbaar beeld van de bodem pH en uitwisselbare calciumconcentraties te krijgen, is het advies om deze variabelen ook daadwerkelijk te bepalen (zoutextractie).

.....

6. LITERATUUR

- Bekker, R.M., G.L. Verweij, R.E.N. Smith, R. Reine, J.P. Bakker & S. Schneider (1997). Soil seed banks in European grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology* **34**: 1293-1310.
- 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.
- Klimkowska, A., Van Diggelen, R., Bakker, J. P. & Grootjans, A. P. (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* **140**: 318-328.
- Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs (2005). Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H₂O* **38**(17): 28-30.
- Lucassen, E.C.H.E.T. (2004). *Biochemical constraints for restoration of sulphate-rich fens*. Proefschrift, Katholieke Universiteit, Nijmegen, 150 pp.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M.J. Weijters, R. Bobbink, H. Tomassen & A.J.P. Smolders (2013). Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* **114**: 120-126.
- Mullekom, M. van, B. Timmermans & A. Smolders (2012). Bodem- en hydrochemisch onderzoek Eerder Achterbroek & Eerder Hooilanden - Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. In opdracht van Natuurmonumenten. Rapportnummer: 2012.36
- 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.
- Olsen S.R., Cole C.W., Watanabe R. & Dean L.A. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture circular* No. 939.
- Roelofs, J.G.M. (1993). De fragiele balans tussen verzuring en verbasing in blauwgraslanden. In: E.J. Weeda (red.), *Blauwgraslanden in Twente*; Schatkamers van het natuurbehoud: 32-38. Wet. Med. nr. 209, KNNV, Utrecht.
- Smolders, A., J.G.M. Roelofs & E.C.E.T. Lucassen (2011). Goede grond voor natuur - Abiotische bodemcondities sturen vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. *Bodem* **2**: 11-13.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen & E. Brouwer (2009). Ontgronden als maatregel voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* **110**: 33-38.
- Smolders A.J.P., Lamers L.P.M., Lucassen E.C.H.E.T., Van der Velde G. & Roelofs J.G.M. (2006a). Internal eutrophication: 'How it works and what to do about it', a review. *Chemistry and Ecology* **22**: 93-111.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006b). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* **3**(4): 5-11.
- Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen & J.G.M. Roelofs (2003). Waterpeilregulatie in broekbossen: bron van aanhoudende zorg. *H₂O* **36** (24), 17-19.

.....

7. BIJLAGEN

Bijlage 1. Resultaten van het in 2012 uitgevoerde bodemchemische onderzoek in het Eerder Achterbroek (E1 t/m E8 + referentielocaties E9 en E10) en de Eerder hooilanden (E9 t/m E15 + referentielocaties E16 en E17). In de tabel staat een overzicht van het bodemtype en de bodemchemie per monsterlocatie. MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; V = vochtpercentage; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, -z = concentratie en pH in een zoutextractie (NaCl). M3 = indicatieve verschralingsduur (in jaren) per bodemlaag door middel van jaarlijks maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300 $\mu\text{mol/l}$ (totaal-P ondergrens 3 mmol/l). M5: idem, echter op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 500 $\mu\text{mol/l}$.

Nr	Diepte	Type	Lemigheid	Humeus	MV	V	OS	Ols-P	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	pH-z	Al-z	Ca-z	M3	M5
EERDER ACHTERBROEK																					
E1	0-10	zand	zeer zwak lemig	sterk	0,8	35	11,4	1513	18,5	0,08	84	43	117	4,8	9	21	4,7	57	22622	46	39
	20-30	zand	zeer zwak lemig	mix	1,4	14	1,3	296	3,5	0,08	105	38	88	6,2	13	7	5,1	21	19499	0	0
	30-40	veen		sterk	0,8	40	12,3	575	15,0	0,04	125	65	388	3,0	9	19	5,4	7	28624	22	6
	50-60	zand	zeer zwak lemig	arm	1,5	15	0,7	128	2,6	0,05	78	28	55	6,6	17	5	5,6	14	10783	0	0
E2	0-20	zand	zwak lemig	sterk	0,8	32	12,2	1154	17,4	0,07	75	48	145	3,6	14	17	5,5	29	18486	81	62
	20-30	zand	(zwak) lemig	mix	1,3	16	3,3	374	9,5	0,04	113	47	400	2,4	13	10	5,4	28	24726	6	0
	30-40	zand	(zwak) lemig	mix	1,3	19	3,7	435	8,9	0,05	108	43	544	2,5	10	10	5,1	12	21606	9	0
	50-60	zand	zeer zwak lemig	arm	1,7	14	0,7	83	2,5	0,03	90	36	83	6,2	15	5	5,4	32	15288	0	0
E3	0-20	zand	lemig	sterk	0,9	32	9,7	1090	11,0	0,10	91	18	183	3,4	8	12	4,2	420	8160	50	37
	20-30	zand	lemig	zwak	1,4	18	2,6	293	5,2	0,06	146	45	299	3,8	13	7	4,3	454	19795	0	0
	30-40	zand	zwak lemig	arm	1,6	13	0,9	158	2,0	0,08	113	34	90	7,5	17	3	4,5	126	14526	0	0
E4	0-10	zand	zwak lemig	sterk	0,8	31	10,3	1149	10,8	0,11	53	26	82	3,0	7	11	4,8	36	15285	24	19
	20-30	zand	zwak lemig	zwak	1,2	17	3,7	806	15,9	0,05	123	54	178	5,6	14	11	5,8	45	19168	31	19
	30-40	zand	lemig	arm	1,5	16	1,7	239	5,6	0,04	189	69	231	6,0	22	7	6,1	41	29656	0	0
E5	0-20	zand	zwak lemig	sterk	0,8	33	13,5	722	18,2	0,04	78	36	368	3,3	8	16	4,7	45	16482	66	35
	20-30	zand	zwak lemig	zwak	1,4	16	2,4	211	4,3	0,05	128	65	170	3,2	12	8	4,9	16	29956	0	0
	30-40	zand	zwak lemig	arm	1,5	13	0,7	104	2,5	0,04	70	36	53	5,8	12	3	5,5	53	15683	0	0
E6	0-20	zand	lemig	sterk	0,7	33	14,4	1268	40,6	0,03	118	65	661	3,7	13	18	5,2	14	23591	194	154
	20-30	zand	sterk lemig	zwak	1,2	25	6,8	340	11,8	0,03	153	106	375	3,9	18	15	6,0	24	35105	4	0
	30-40	zand	zwak lemig	arm	1,5	13	0,8	189	2,9	0,06	66	33	46	7,4	14	5	6,7	52	14833	0	0
E7	0-10	zand	sterk lemig	zwak	0,9	34	11,4	2619	27,8	0,09	107	23	315	4,2	10	14	4,2	260	12660	77	70
	10-20	zand	zeer sterk lemig	mix	1,5	17	2,4	281	8,8	0,03	250	62	755	6,6	26	6	4,2	355	33056	0	0
	20-30	zand	zeer sterk lemig	mix	1,5	17	1,8	232	5,1	0,05	249	69	429	6,6	27	6	4,6	73	28969	0	0
	30-40	zand	(sterk) lemig	arm	1,6	16	1,2	58	5,4	0,01	121	49	493	6,6	22	4	5,1	19	29170	0	0
E8	0-10	zand	leemarm	zeer mrg	0,8	44	11,0	251	5,6	0,04	49	73	49	3,3	11	26	5,9	9	23602	0	0
	20-30	zand	leemarm	moerig	0,9	38	8,1	72	2,5	0,03	43	53	35	3,3	12	22	5,7	8	26818	0	0
	30-40	zand	leemarm	moerig	0,9	37	7,7	11	2,3	0,00	27	43	21	2,0	10	16	6,0	14	20488	0	0
E18	0-20	zand	zeer sterk lemig		1,1	34	13,8	576	41,8	0,01	233	40	3760	1,7	6	15	4,3	56	20556	125	35
E19	0-20	zand	(zwak) lemig		1,6	18	2,5	291	5,2	0,06	170	41	455	2,4	11	5	4,0	525	21435	0	0
EERDER HOOILANDEN																					
E9	0-20	zand	sterk lemig	sterk	1,1	25	7,6	1960	23,6	0,08	249	42	255	8,8	36	17	5,0	61	16125	125	110
	20-30	zand	sterk lemig	sterk	1,2	18	4,3	1251	24,1	0,05	233	61	351	5,7	35	11	5,4	31	21550	57	45
	30-40	zand	zeer sterk lemig	arm	1,4	21	2,6	544	32,4	0,02	302	78	1356	4,7	40	6	5,6	28	44834	45	8
E10	0-15	zand	(zwak) lemig	sterk	0,8	34	11,5	2210	12,9	0,17	84	19	52	5,2	13	16	4,5	152	10241	41	41
	20-30	zand	zeer sterk lemig	matig	1,2	25	5,3	1456	24,8	0,06	239	39	409	6,9	32	12	4,4	308	17826	62	51
	30-40	zand	zeer sterk lemig	arm	1,6	20	2,0	773	20,9	0,04	294	56	518	8,5	43	7	4,5	110	22629	40	23
E11	0-15	klei		matig	0,9	24	8,1	2189	23,0	0,09	90	23	117	4,1	9	12	4,4	167	10422	83	74
	20-30	klei		arm	1,1	26	5,3	414	12,4	0,03	482	64	633	6,5	36	14	4,3	262	26818	11	0
	30-40	klei		arm	1,0	36	10,6	734	20,8	0,04	682	73	449	9,9	39	23	4,5	183	28359	38	21
E12	0-10	klei		sterk	0,7	35	13,3	2450	30,9	0,08	252	38	333	6,7	25	19	4,3	169	15194	85	77
	20-30	klei		arm	0,9	37	10,7	770	26,7	0,03	518	100	876	6,0	33	15	4,6	124	40379	51	29
	30-40	klei		arm	0,8	46	16,1	820	22,5	0,04	422	101	508	5,8	32	24	4,7	46	41714	45	27
E13	0-10	zand	zeer sterk lemig	matig	0,8	31	10,9	2968	49,2	0,06	198	47	609	10,5	34	17	4,9	34	16580	138	128
	20-30	zand	zeer sterk lemig	arm	1,1	24	6,2	1937	84,3	0,02	279	69	1273	5,7	38	11	5,2	43	27310	223	195
	30-40	zand	zeer sterk lemig	arm	1,3	23	3,9	1956	65,6	0,03	340	88	1063	6,1	42	9	5,4	21	32957	174	153
E14	0-20	zand	sterk lemig	sterk	0,8	33	11,2	2603	24,6	0,11	163	33	215	7,4	17	14	4,9	74	13289	135	124
	20-30	leem		arm	1,5	18	3,1	312	11,8	0,03	500	122	550	9,2	53	6	5,8	7	46502	1	0
	30-40	leem		arm	1,6	18	3,1	606	16,4	0,04	643	134	500	11,7	66	6	5,9	9	53195	26	9
E15	0-10	klei		matig	0,5	54	27,1	1779	23,5	0,08	280	69	175	8,5	25	32	4,7	110	22322	61	53
	20-30	klei		zwak	0,8	42	14,3	393	11,1	0,04	461	155	173	7,8	56	32	5,8	20	41587	8	0
	30-40	klei		zwak	0,6	50	17,5	235	8,5	0,03	332	126	121	5,9	39	36	5,9	8	32662	0	0
E16	0-20	veen		sterk	0,3	64	40,3	547	12,5	0,04	139	76	140	4,4	15	30	5,4	18	22871	35	7
E17	0-20	veen	zwak kleiig	sterk	0,4	68	40,6	819	14,1	0,06	143	71	143	4,9	15	38	5,1	28	24955	56	34

.....

Vervolg bijlage 1: beschrijving natuurontwikkelingsmogelijkheden per locatie (onderzoek 2012)

Eerder Achterbroek

E1: De matig verrijkte organische toplaag in maximaal 10 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot nat schraalland (blauwgrasland). Vanaf 20 cm diepte is de bodem voldoende P-arm waarbij op 20-30 cm diepte een ontwikkeling tot nat schraalland (blauwgrasland) tot de mogelijkheden behoort. Op 30-40 cm diepte is de (meer venige) bodem rijker aan calcium en ijzer en daarmee geschikt voor nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland) en mogelijk vochtig hooiland (dotterbloemhooiland). Op 50 cm diepte is de bodem calciumarmer en ligt de ontwikkeling van een vochtig heischraal grasland c.q. blauwgrasland voor de hand. Ontwikkeling van de genoemde doeltypen kan alleen plaatsvinden onder de juiste hydrologische omstandigheden. Het grondwater (M2/Tpb5) is sterk gebufferd en rijk aan calcium en ijzer. De sulfaatconcentratie bedraagt 1326 $\mu\text{mol/l}$ (127 mg/l, dit is hoog) waardoor voldoende doorstroming en droogval van de toplaag in de zomermaanden vereist is om extra P-mobilisatie te voorkomen.

E2: De matig verrijkte organische toplaag in maximaal 14-15 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot nat schraalland (blauwgrasland). Vanaf 20 cm diepte is de bodem voldoende P-arm en rijker aan leem en ijzer waardoor de bodem nog meer geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland) of wellicht vochtig hooiland (dotterbloemhooiland). Het grondwater (M3/Tpb7) is sterk gebufferd en rijk aan calcium en ijzer. De sulfaatconcentratie bedraagt 648 $\mu\text{mol/l}$ (62 mg/l) waardoor voldoende doorstroming en droogval van de toplaag in de zomermaanden vereist is om extra P-mobilisatie te voorkomen.

E3: De matig verrijkte organische toplaag in maximaal 9 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot vochtige heide of nat schraalland (heischraal grasland). Vanaf 20 cm diepte is de bodem voldoende P-arm en rijker aan zowel leem (totaal-Al) als calcium en ijzer waardoor de bodem op 20 cm diepte geschikt is voor de ontwikkeling van een meer gebufferd nat schraalland (blauwgrasland). Vanaf 30 cm diepte neemt de lemigheid en de calcium- en ijzerconcentratie af. Het grondwater (M5/Tpb20) is matig gebufferd en matig rijk aan calcium en ijzer. De sulfaatconcentratie is laag.

E4: De matig verrijkte organische toplaag in maximaal 10 jaar uitmijnen (op 20-30 cm is de bodem ook nog matig verrijkt met fosfor) en ontwikkelen tot nat schraalland (heischraal grasland). Op 20 cm diepte is de Olsen-P concentratie ook nog te hoog. Door middel van 5 jaar uitmijnen of 20 jaar maaien en afvoeren kan deze bodemlaag worden verschaald. Op 30 cm diepte is de bodem voldoende P-arm. Vanaf cm diepte is de bodem rijker aan zowel leem (totaal-Al) als calcium en ijzer waardoor de bodem geschikt is voor de ontwikkeling van een meer gebufferd nat schraalland (blauwgrasland, op 20-30 cm) en/of vochtig hooiland (dotterbloemhooiland, 30-40 cm). Het grondwater (M7/Tpb25) is goed gebufferd en calcium- en ijzerhoudend. De sulfaatconcentratie is relatief laag.

E5: De matig verrijkte organische toplaag in maximaal 9 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot nat schraalland (heischraal grasland/blauwgrasland). Vanaf 20 cm diepte is de bodem voldoende P-arm en rijker aan calcium terwijl de bodem nog steeds ijzerrijk is. Deze bodemlaag is geschikt voor de ontwikkeling nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland) en mogelijk vochtig hooiland (dotterbloemhooiland). Op 30 cm diepte bevat de bodem minder calcium (net als in de toplaag) en is deze relatief arm aan ijzer. Daarnaast is de bodem minder lemig. Op deze diepte ligt de ontwikkeling van een nat schraalland (heischraal grasland/blauwgrasland) voor de hand. Het grondwater (M16/Tpb9) is sterk gebufferd en rijk aan calcium en ijzer. De sulfaatconcentratie

.....

is relatief laag (mogelijk gereduceerd) maar de ammoniumconcentratie is hoog (246 $\mu\text{mol/l}$, 3,45 mg N-NH₄/l).

E6: De matig tot sterk verrijkte organische toplaag in maximaal 32-38 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland). Vanaf 20 cm diepte is de bodem voldoende P-arm en bovendien lemiger en fors rijker aan calcium en ijzer waarmee de ontwikkeling van een vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) voor de hand ligt. Op 30 cm diepte is de bodem relatief arm aan calcium en ijzer. Daarnaast is de bodem minder lemig. Op deze diepte ligt de ontwikkeling van een nat schraalland (heischraal grasland, of bij voldoende buffering via grondwater blauwgrasland) voor de hand. Het grondwater (M8/Tpb11) is sterk gebufferd, rijk aan calcium en ijzerhoudend. De sulfaatconcentratie bedraagt 914 $\mu\text{mol/l}$ (88 mg/l) waardoor voldoende doorstroming en droogval van de toplaag in de zomermaanden vereist is om extra P-mobilisatie te voorkomen.

E7: De matig verrijkte organische en relatief calciumarme toplaag in maximaal 14-18 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot vochtige heide of nat schraalland (heischraal grasland, of bij voldoende buffering via het grondwater blauwgrasland). Vanaf 20 cm diepte is de bodem voldoende P-arm en lemiger. Tevens bevat de bodem op deze diepte meer calcium en zijn zeer hoge ijzerconcentraties gemeten van 755 mmol/l waarmee de ontwikkeling van een nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland) en eventueel vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) mogelijk is. Het grondwater (M9/Tpb23) is sterk gebufferd en rijk aan calcium en ijzer. De sulfaatconcentratie is relatief laag.

E8: De bodem op deze locatie (een laagte van enkele vierkante meters langs een beek en grenzend aan een voedselrijk weiland) is in principe voldoende P-arm. Als gevolg van verdroging/mineralisatie van het humeuze materiaal of inundatie met nitraatrijk beekwater is waarschijnlijk veel stikstof beschikbaar waardoor riet gaat woekeren. Mogelijk zijn er na het uitvoeren van de plagwerkzaamheden in het verleden rietwortels achter gebleven die opnieuw zijn uitgeslagen. Het grondwater (M10/Tpb27) is sterk gebufferd en rijk aan calcium en ijzer. De sulfaatconcentratie is relatief laag.

E18 en E19: De ijzerrijke referentielocaties zijn relatief P-arm. Door de extreem hoge ijzerconcentraties in de toplaag is eveneens zeer veel P in de toplaag opgeslagen. Dit leidt tot een zeer lage P-beschikbaarheid van 1,4% en lage Olsen-P concentratie ondanks de hoge totaal-P concentratie. Met een totaal-calcium concentratie van circa 40 mmol/l en een Ca-NaCl concentratie van circa 20.000 $\mu\text{mol/l}$ is de bodem onder de juiste hydrologische omstandigheden geschikt als blauwgrasland.

Eerder hooilanden

E9: De tot 30 cm met P verrijkte organische toplaag in maximaal 34 jaar (niet alleen 0-20 maar ook 20-30 cm is verrijkt) uitmijnen en ontwikkelen tot nat schraalland (blauwgrasland). Na het afgraven van de bovenste 20 cm volstaat maximaal 9 jaar uitmijnen om een nat schraalland (blauwgrasland) te ontwikkelen. Op 30 cm diepte is de bodem rijker aan calcium en zeer ijzerrijk waarmee deze geschikt is voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) zeker in combinatie met een toenemende grondwaterinvloed en eventuele overstromingen. Ontwikkeling van de genoemde doeltypen kan alleen plaatsvinden onder de juiste hydrologische omstandigheden. Er is op deze locatie geen grondwater geanalyseerd.

E10: De tot 30 cm met P verrijkte organische toplaag in maximaal 21 jaar (niet alleen 0-20 maar ook 20-30 cm is verrijkt) uitmijnen. De relatief leem-, calcium- en ijzerarme toplaag van 15 cm lijkt geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland (heischraal grasland/kleine

.....

zeggenvegetatie en bij voldoende invloed van gebufferd grondwater blauwgrasland). Na het afgraven van de bovenste 20 cm volstaat maximaal 11-14 jaar uitmijnen om een nat schraalland (blauwgrasland) te ontwikkelen op de calcium- en ijzerrijke bodem. Op 30 cm diepte is de Olsen-P concentratie van de calcium- en ijzerrijke bodem 773 $\mu\text{mol/l}$ waardoor slechts beperkt verschrallingsbeheer nodig is voor de ontwikkeling van een nat schraalland (blauwgrasland). Er is op deze locatie geen grondwater geanalyseerd. Bij met een toenemende invloed van sterk gebufferd en ijzerrijk grondwater en eventuele overstromingen behoort de ontwikkeling van een vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) tot de mogelijkheden.

E11: De tot 15(-20) cm met P verrijkte organische toplaag in maximaal 17-19 jaar uitmijnen. De relatief leem-, calcium- en ijzerarme toplaag van 15-20 cm lijkt geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland (heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie of bij voldoende invloed van gebufferd grondwater een blauwgrasland). Na het afgraven van de bovenste 15-20 cm is de bodem voldoende P-arm en bovendien rijk aan calcium en ijzer om een nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland) of vochtig hooiland (dotterbloemhooiland, zeker in combinatie met een toenemende grondwaterinvloed en eventuele overstromingen) te ontwikkelen. Het grondwater (M13/B13 en M14/B14) is matig gebufferd en ijzerrijk (M14/B14).

E12: De tot 10(-20) cm met P verrijkte organische toplaag (matig calciumhoudend) in maximaal 18 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot een nat schraalland (blauwgrasland). Na het afgraven van de bovenste 10-20 cm is de bodem voldoende P-arm (een Olsen-P concentratie van 700-800 μmol is bij de gemeten calcium- en ijzerconcentraties zeer acceptabel voor een kleibodem) om een vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) te ontwikkelen, zeker in combinatie met een toenemende grondwaterinvloed en eventuele overstromingen. Het grondwater (M15/B15) is sterk gebufferd en matig ijzerrijk.

E13: Op deze zeer sterk lemige locatie neemt de calciumconcentratie toe in de diepte van 47 naar 88 mmol/l. Daarnaast is de bodem zeer rijk aan ijzer, met name vanaf 20 cm-mv (>1000 mmol/l). De totaal-P concentraties zijn echter erg hoog (50-85 mmol/l) en daarmee ook de Olsen-P concentratie (2000-3000 $\mu\text{mol/l}$). Op locatie E9 is een vergelijkbaar monster geanalyseerd qua ijzer- en calciumconcentraties en lemigheid (30-40 cm diepte). De totaal-P concentratie in dit monster is echter 32,4 mmol/l wat erop duidt dat de bodem op locatie E13 sterk verrijkt is. De kansen voor de ontwikkeling van een nat schraalland of vochtig hooiland zijn hiermee beperkt, mede doordat de totaal-P concentraties tot op 40 cm diepte hoog zijn. De ontwikkeling van een elzenbroekbos (eventueel na 10 cm ontgronden) behoort tot de mogelijkheden maar lijkt landschappelijk niet de voorkeur te hebben. Bij voortzetting van het maaibeheer lijkt de ontwikkeling van een kruidenrijk grasland en op (lange) termijn mogelijk een glanshaverhooiland (hooibeheer) of kamgrasweide (begrazingsbeheer). Deze ontwikkeling kan worden versneld door een uitmijntraject te starten. Bij vernatting van de toplaag zal op deze locatie verruiging optreden als gevolg van de hoge P concentraties in de toplaag. Dit kan worden voorkomen door intensief te blijven maaien en de toplaag droog te houden middels (ondiepe) greppels. Op deze locatie is geen grondwater geanalyseerd.

E14: De tot 20 cm met P verrijkte organische toplaag (matig calciumhoudend) in maximaal 21-29 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot een nat schraalland (blauwgrasland). Na het afgraven van de bovenste 20 cm is de bodem kleiiger/lemiger en voldoende P-arm (en fors rijker aan zowel calcium als ijzer) om een nat schraalland (blauwgrasland/veldrusschraalland) of, zeker in combinatie met een toenemende grondwaterinvloed en eventuele overstromingen, vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) te ontwikkelen. Op deze locatie is geen grondwater geanalyseerd.

E15: De tot 20 cm met P verrijkte organische toplaag in maximaal 12 jaar uitmijnen en ontwikkelen tot een nat schraalland (blauwgrasland). Na het afgraven van de bovenste 20 cm is de bodem

.....

lemiger/kleiiger en voldoende P-arm (en fors rijker aan calcium) om een vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) te ontwikkelen. Op deze locatie is geen grondwater geanalyseerd.

E16 en E17: De referentielocaties zijn redelijk ontwikkeld met enkele zeggesoorten en veldrus. De Olsen-P concentraties van 500-800 $\mu\text{mol/l}$ bevestigen dit. Op basis van de totaal calcium en Ca-NaCl concentraties lijkt de bodem geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland (blauwgrasland). Het grondwater (M11/tPb16) is echter (zeer) sterk gebufferd en calcium- en ijzerrijk. Wanneer dit meer in het maaiveld komt behoort de ontwikkeling van een vochtig hooiland (dotterbloemhooiland) tot de mogelijkheden.

Opmerking: wanneer sprake is van leembodems behoort de ontwikkeling van blauwgrasland of heischraal grasland tot de mogelijkheden. Wanneer echter sprake is van kleibodems is de ontwikkeling van deze twee natuurdoeltypen onwaarschijnlijk en ligt de ontwikkeling van een dotterbloemhooiland (een minder sterk gebufferd type) voor de hand. In de bodembeschrijving wordt zowel klei als leem genoemd.

Bijlage 2. Veldgegevens locaties in het Eerder Achterbroek. Bron: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.

Locatie	X	Y	Ligging	Hoogte maaiveld (m)	Dikte bouwvoor (cm)	Bouwvoor	Laag onder bouwvoor	Opmerking	Diepte boven leem behalve bouwvoor	Bodemkaart	Verstoring
EA_07	228665	500547	flank	6,25	30	leemarm	leemarm	bouwvoor is moerig	90	pZg23	geen
EA_11	228653	500382	laag	5,88	30	sterk lemig	leemarm	bouwvoor is moerig	50	Hn21	geen
EA_14	229155	500629	laag	6,14	25	zwak lemig	zwak lemig		25	pZg23	geen
EA_20	229332	500483	hoog	7,23	25	leemarm	leemarm		>120	Hn21	geen
EA_26	229151	500328	laag	5,97	20	sterk lemig	sterk lemig		20	pZg23	geen
EA_28	229066	500483	hoog	7,14	40	leemarm	leemarm		>120	Hn21	geen
EA_33	228866	500271	flank	6,06	20	sterk lemig	zwak lemig		20	pZg23	geen
EA_36	228993	500207	flank	6,02	20	sterk lemig	sterk lemig		20	pZg23	geen
EA_38	228822	500084	laag	5,73	30	sterk lemig	zwak lemig		30	Hn21	geen
EA_40	228630	500094	laag	5,87	25	sterk lemig	zwak lemig	bouwvoor is lemig niet sterk lemig	25	pZg23	geen
EA_46	229000	499869	flank	5,91	20	zwak lemig	zwak lemig		20	pZg23	geen
EA_49	229225	499994	flank	6,15	20	sterk lemig	sterk lemig		20	pZg23	geen
EA_52	229163	500189	flank	6,06	20	sterk lemig	sterk lemig	bouwvoor en laag eronder zijn eigenlijk lemig	20	pZg23	geen
EA_58	229335	500169	laag	5,90	15	sterk lemig	sterk lemig		15	pZg23	geen
EA_66	229625	499986	laag	6,09	20	sterk lemig	zwak lemig	bouwvoor geroerd	20	pZg23	geroerd
EA_68	229647	499898	hoog	6,66	50	leemarm	leemarm	bouwvoor heeft 20 cm dikke laag humeusarm midden in	110	Hn21	lagen
EA_72	229842	499842	laag	6,01	15	sterk lemig	sterk lemig		15	pZg23	geen
EA_74	229688	499658	laag	5,98	10	zwak lemig	sterk lemig		10	pZg23	geen
EA_75	229430	499690	laag	6,05	30	zwak lemig	sterk lemig	bovenste 20 cm bouwvoor = zwak lemig, onderste 10 cm sterk lemig	30	pZg23	geen
EA_78	229428	499991	flank	6,33	25	zwak lemig	zwak lemig	toplaag zeer zwak lemig	115	pZg23	geen

Bijlage 3. Beknopte beschrijving van de verschillende bodemlagen (diepte aangegeven in cm onder maaiveld), die bemonsterd zijn voor het bodemchemische onderzoek. Bemonstering heeft plaatsgevonden op 12 en 13 oktober 2015.

Locatie	X	Y	Diepte	Beschrijving	Opmerkingen
EA_07	228667	500548	0-20	bouwvoor, bruin	1e boring bouwvoor 45 cm, 2e boring 40 cm
			20-40	bouwvoor, bruin	
			40-50	geel zand	
EA_11	228654	500384	0-15	bouwvoor, bruin, ijzervlekken	
			15-30	bouwvoor, bruin, ijzervlekken	
			30-40	geel zand, ijzervlekken	
EA_14	229158	500633	0-15	bouwvoor, bruin, ijzerrijk	
			15-25	bouwvoor, bruin, ijzerrijk	
			25-35	grijs licht lemig fijn zand, ijzervlekken	
EA_20	229334	500482	0-15	bouwvoor, grijs	
			15-25	bouwvoor, grijs	
			25-35	oranje/bruin fijn zandig, ijzerrijk?	
EA_26	229152	500328	0-20	bouwvoor, bruin	
			20-30	geel zand, ijzerrijk	
			30-40	geel zand, ijzerrijk	
EA_28	229101	500503	0-15	bouwvoor, licht grijs, net omgewerkt	net geploegd, van locatie Bell Hullenaar afgeweken
			15-35	bouwvoor, licht grijs, net omgewerkt	
			35-45	zwart zand, uitspoeling?	
			45-60	oranje/bruin fijn zandig, ijzerrijk	
EA_33	228868	500271	0-20	bouwvoor, bruin	
			20-30	oranje zand, ijzerrijk	
			30-40	geel zand, ijzerrijk	
EA_36	228996	500208	0-10	bouwvoor, bruin	
			10-20	bouwvoor, gemengd, ijzerrijk	
			20-30	bruin/oranje lemig zand	
			30-40	bruin/oranje lemig zand	
			40-50	geel zand	bodemlaag niet meegenomen
EA_38	228821	500086	0-15	bouwvoor, bruin, humeus	
			15-30	bouwvoor, zandiger, ijzervlekken	
			30-40	geel zand, ijzerrijk	
EA_40	228634	500096	0-15	bouwvoor, bruin	
			15-25	bruin ijzerrijk lemig zand	
			25-35	grijs/oranje zand	
EA_46	229000	499870	0-20	bouwvoor, bruin ijzerrijk lemig zand	
			20-30	bruin ijzerrijk lemig zand	
			30-40	grijs ijzerrijk lemig zand	
EA_49	229227	499996	0-20	bouwvoor, lemig, bruin	
			20-30	lemig zand, gevlekt bruin/oranje/grijs	
			30-40	grijs zand, ijzervlekken	
EA_52	229155	500184	0-20	bouwvoor, lemig, bruin	
			20-30	lemig zand, gemengd, ijzerrijk	
			30-40	grijs zand, ijzerrijk	
EA_58	229338	500171	0-15	bouwvoor, licht bruin	
			15-25	lemig zand, bruin/grijs	
			25-35	geel/oranje zand, ijzervlekken	
EA_66	229628	499986	0-10	bouwvoor, bruin lemig, ijzervlekken	5x geboord, sterke variatie op korte afstand; bouwvoor 10-15 cm; intact zand soms al op 20 cm
			10-20	gekleurd lemig zand	
			20-30	geel zand, ijzerrijk	
EA_68	229649	499898	0-10	bouwvoor	
			10-25	bouwvoor, iets uitgespoeld	
			25-40	bouwvoor fijner zand	
			40-50	geel zand, ijzerrijk	extra monster meegenomen
EA_72	229847	499844	0-10	bouwvoor, bruin, ijzerrijk	
			10-20	bruin ijzerrijk lemig zand	
			20-30	grijs ijzerrijk zand	
EA_74	229691	499658	0-10	bouwvoor bruin	
			10-20	bruin ijzerrijk lemig zand	
			20-30	grijs ijzerrijk zand	
EA_75	229432	499694	0-15	bouwvoor, bruin lemig	
			15-30	bouwvoor bruin ijzerrijk	
			30-40	ijzerrijk lemig zand	
EA_78	229431	499995	0-15	bouwvoor bruin	
			15-25	bruin zand	
			25-35	gemengd geel/bruin zand	
			35-45	geel/oranje zand	extra monster meegenomen

.....

B
ware

www.b-ware.eu

Bijlage 3 Resultaten veldinventarisatie

Waarnemingen veldinventarisatie

Datum metingen: 2 en 3 februari 2016

punt	waarneming	sloot- en greppelmetingen					
		water- diepte	droog- legging	slibdikte	totale diepte	water breedte	boven breedte
146	weg ligt circa 50 cm boven mv omgeving		10				
147	begin van sloot, wel dicht begroeid met opslag: geen onderhoud						
148	afvoerloze greppel						
149	bosstrook verwijderd						
150	overgangszone naar Pitrusveld geplagd						
151	slootje snijdt flank aan						
152	rabattenbos & verzamelslootje						
153	overloop over wal heen van slootje 152						
154	gat in wal: afvoerpunt grasland						
155	dwarswal met greppels						
156	gat in wal: afvoerpunt grasland						
157	toegang perceel & duiker						
158	duiker en kwel in sloot						
159	sloot met kwel	35	25		60	1.5	2
160	mv-kwel in koeiepoten						
161	bos verwijderd / heischraal grasland / geen greppel						
162	L19, waterstand = 46,5 / boring venbodem / peil ook ingemeten tov B9 & dal						
163	afvoerloze greppel / pad ligt circa 20 à 30 cm hoger	20	0		30		
164	sloot & erf, drooglegging erf 80 à 100 cm	25	45		70		
165	sloot	30	60	30	120		
166	boring in laagte in bos / enkele greppels						
167	greppelrestant						
168	oppervl. afvoer vanaf lage, geplagde plekken in heideterrein / plagdiepte 10 cm						
169	idem & bos verwijderd						
170	idem & bos verwijderd						
171	houtwal met slootje aan noordzijde	50	20		70		
172	greppels met kwel	5	20		25		
174	greppels doorsnijden dekzandrug	0	40		40		
175-182	omgrenzing heide / heischraal grasland						
178-184	grens Pitrusveldje						
179-183	grens Pitrusveldje						
185	rand heideterrein niet geplagd / Pijpenstrootje dominant						
186	overloop van heideslenkje						
187	overloop van heideven						
188	greppel met kwel	10	10		20		
189	afvoerloze greppel zonder kwel	20	20		40		
190	greppel met kwel	10	20		30		
191	greppel (voormalige sloot)	20	0		20		
192	greppel zonder kwel	10	5		15		
193	sloot	40	20		60	1	1.5
194	greppel met kwel	10	10		20		
195	greppel met kwel	20	10		30		
197	sloot	50	10		60	2.5	3
198	afvoerloze greppel / oost fietspad = afvoerloze greppel	20	0		20		
199	afvoerloze greppel / bos grotendeels verwijderd	10	20				
200	greppel	20	10		30		
201	(deels) verstopte duiker, dus opstuwing / wel enige afvoer						
202	boring in venbodem						
203-204	afvoergreppel van ven						
205	greppel	25	10		35		
206	greppels aan weerszijden van wal						
207	sloot	25	40		65	1.2	2
208	fietspad zuid van pad ligt laag = afvoerloze greppel						
209	voormalige heide, is nu voedselrijk grasland						
211	greppels langs wal / pad, kwel in zuidelijke greppel						
212	boring in hoogveentje / waterpeil ingemeten tov B11						
213	overloop van veentje over fietspad heen naar greppel, infiltratie in greppel						
214	natuurlijke overloop veentje, hoogte gelijk aan overloop bij fietspad						
215-216	rand heidetreein: dennen- en berkenbos en hoger op eik, veel Pijpenstrootje						
217	greppels aan weerszijden van wal	25	10		35		
218	sloot	50	0		50	2.5	5.5
219	geen loop over afstand van 20 meter						
220	greppel met kwel / lager peil dan w218	25	10		35		
221	afvoerloze greppel & gemaaide heide						
222	afvoerloze greppel, wel gevuld met water / west fietspad = greppel met water						
224	L18, waterstand = 40,5 cm, boring in venbodem, peil ook ingemeten tov B7 / dal						
225	duiker onder pad met greppels & eiken, pad circa 30 cm hoger dan mv omgeving	20	20		40		
226	sloot met veel kwel	30	20	30	80	1.5	2.5
227	dekzandrug aangesneden, circa 20 cm / dennen- en berkenbos met ook eik						
228	greppels aan weerszijden van wal	20	20	10	50		
229	greppel / smal slootje / kwel / veel elzen in lage hoek van bos	10	20	20	50		
230	4 x duiker						
231	berkenbos met uitsluitend Pijpenstrootje langs heide						
232	hier overgang al geplagd						

233	boring in natte heideslenk						
234	boring in (antropogeen) ruggetje						
235	sloot met kwel / geen onderhoud / rietgras verlanding / heide gemaaid	30	30	20	80	1.5	2.5
236-237	greppel	0	40		40		
238	greppel / 2 x voedselrijke poel	20	20		40	0.7	1
239	vanaf hier onderhouden sloot / elzen & berken in lage deel bos						
240	sloot / grondruggetje oost	40	60		100	1.3	3.5
241	greppel, geen kwel	10	10	10	30		
242	ten westn van 242: afgesneden dekzandrug, 30 cm / laantje met eiken						
243-244	greppel, droog				40		
244-245	vermoedelijk kleine afgraving						
246	rand heide sterk vergrast met Pijpenstrootje (circa 20 m)						
246-247	afvoerloze greppel, droog ter plaatse van rug, water in slenk						
248-249	walletje en greppelrestant						
249-250	alleen walletje						
251	berkenbos met Pijpenstrootje langs rand heideterrein, enkele eiken						
252-256	boringen in dal	25	25		50	1	1.5
257	sloot met lichte kwel, sterk begroeid, plekje met Veldrus						
258-259	boringen in dal						
206-261	greppelrestant	30	0		30		
261	duiker onder weg / greppel oost van weg	35	0		35		
262	diepe / brede greppel (slootje)	30	10		1.5	2	
263	greppel & walletje	20	15		1.2	1.5	
264	greppelrestant / veel pijpenstrootje rand heideterrein (tot aan akkertje)						
269	Pitruskom, 20 cm water op mv, enkele exemplaren veenpluis, boring						
276	boring in heideslenk						
280	boring in heideslenk						
281	boring in Pijpenstrootjeslenk						
345	peilverschil ingemeten west en oost van weg: 17 cm						
349-354	boringen in dal						
355	boring in dal						

Boorbeschrijvingen aanvullende boringen heideterreinen Eerder Broek

Uitgevoerd op 2 en 3 februari 2016

w162 (venbodem heideterrein H9, meetlat L19, Henglersplas)

0	35	water
35	50	gliede(achtig)
50	65	zand, sterk humeus, verkit

Dus weerstandsbiedende laag van 35 tot 65

w166 (laagte in bos oost van heideterrein H8)

0	10	humeus zand
10	20	humusarm zand
20	25	zand, humeus, zwak verkit

Dus miniem weerstandsbiedend laagje van 20 tot 25

w202 (venbodem heideterrein H7)

0	30	water
30	50	gliede(achtig)
50	60	zand, sterk humeus, verkit

Dus weerstandsbiedende laag van 30 tot 60

w212 (bodem van veentje bij B11 in heideterrein H4)

0	20	water
20	35	secundair veen / drab
35	55	zand, sterk humeus, verkit
55	65	zand, humeus

Dus weerstandsbiedende laag van 20 tot 55

w224 (bodem van Pitrus-laagte, meetlat L18, Kooikersplas)

0	25	water
25	35	secundair gevormd veen / drab
35	45	sterk veraard veen
45	65	zand, sterk humeus, verkit

Dus weerstandsbiedende laag van 45 tot 65

w233 (bodem van slenk met vochtige heide, heideterrein H2)

0	20	water
20	30	zand, humeus, niet verkit
30	40	zand, zwak humeus
40	50	zand, humusarm

Dus geen duidelijke weerstandsbiedende laag

w269 (bodem van laagte met Pitrus, heideterrein H3)

0	20	water
20	30	veen, sterk veraard
30	45	zand, sterk humeus, enigszins verkit

Dus semi-weerstandsbiedende laag van 15 cm

w276 (bodem van rand van slenk in heideterrein H3, met vochtige heide)

0	20	veen, sterk veraard
20	30	zand, sterk humeus, verkit
30	40	zand, humeus, zwak verkit

Dus weerstandsbiedende laag van 20 tot 30 à 40

w280 (bodem van diepe deel van slenk in heideterrein H3, met veenmos en veenpluis)

0	10	water met veenmos
10	30	zand, sterk humeus, verkit
30	40	zand, zwak humeus

Dus weerstandsbiedende laag van 10 tot 30

w281 (bodem van slenk SBB eigendom = slenk heideterrein H3, met uitsluitend Pijpenstrootje)

0	10	
10	20	veen, sterk veraard
20	30	zand, sterk humeus, verkit
30	40	zand, zwak humeus

Dus weerstandsbiedende laag van 20 tot 30

Boorbeschrijvingen aanvullende boringen dalen Eerder Broek

Uitgevoerd op 2 en 3 februari 2016

Dalsysteem EA2.1.1

w252 (laagte dalsysteem EA2.1.1)

- 0 20 zand, sterk lemig, sterk humeus (bouwvoor)
- 20 30 mix van humusarm en zwak humeus sterk lemig zand (opgebracht)
- 30 45 zand, sterk lemig, huemus (oude toplaag)
- 45 50 zand, zwak lemig

w253 (ruggetje in laagte dalsysteem EA2.1.1)

- 0 20 zand, leemarm, sterk humeus (bouwvoor)
- 20 35 zand, humusarm, vlekkelig, leemarm (opgebracht)
- 35 55 zand, sterk humeus, iets vlekkelig, leemarm (opgebracht)
- 55 75 zand, sterk humeus, lemig/moerig (oude toplaag)
- 75 85 zand, humusarm, zwak lemig

w254 (laagte dalsysteem EA2.1.1)

- 0 10 zand, humeus, zwak lemig (bouwvoor)
- 10 40 zand, humusarm, zwak lemig (niet verstoord)

w255 (laagte dalsysteem EA2.1.1)

- 0 10 zand, sterk humeus, zwak lemig
- 10 20 mix van humeus en humusarm zand, sterk lemig (opgebracht)
- 20 35 zand, sterk humeus, sterk lemig (oude toplaag)
- 35 40 zand, moerig, sterk lemig.
- 40 45 zand, humusarm, zwak lemig

w256 (laagte dalsysteem EA2.1.1)

- 0 10 zand, sterk humeus, zwak lemig
- 10 25 zand, zwak humeus, sterk lemig (niet verstoord)
- 25 30 zand, humusarm, leemarm

Dalsysteem EA2.1.2

w349 (dalsysteem EA2.1.2)

- 0 20 zand, humeus, sterk lemig (bouwvoor)
- 20 30 zand, humusarm, sterk lemig (niet verstoord)

w350 (dalsysteem EA2.1.2)

- 0 10 zand, humeus, sterk lemig
- 10 25 mix van (veel) humusarm zand en (iets) humusarm zand, sterk lemig (verstoord / opgebracht?)
- 25 35 zand, humusarm, sterk lemig

w351 (dalsysteem 2.1.2)

- 0 10 zand, humeus, zwak lemig
- 10 20 zand, humusarm, zwak lemig (opgebracht)
- 20 40 zand, humeus, sterk lemig (oude toplaag)
- 40 50 zand, humusarm, zwak lemig

w352 (dalsysteem 2.1.2)

- 0 10 zand, humeus, zwak lemig
- 10 15 mix van humeus / humusarm zand, zwak lemig
- 15 30 zand, humeus, zsterk lemig (oude toplaag)

w353 (dalsysteem 2.1.2)

- 0 15 zand, humeus, sterk lemig
- 15 25 zand, humusarm, zwak lemig (niet verstoord)

Dalsystemen EA2.2.1 en 2.2.2

w354 (dalsysteem EA2.2.1)

- 0 20 zand, sterk humeus, lemig
- 20 40 zand, humusarm, zwak lemig (niet verstoord)

w355 (dalsysteem EA2.2.2)

- 0 15 zand, sterk humeus, sterk lemig
- 15 25 zand, sterk humeus, iets bijmenging humusarm zand (geroerd)
- 25 35 zand, humusarm, zwak lemig

Inmeting vennetjes / veentjes

Veentje bij B11

achter (cm)	voor (cm)	verschil (cm)	hoogte (cm NAP)	punt
187.7			652	B11
	246.7	-59.0	593	B11 grondwaterstand
	116.7	71.0	723	oppervlaktewaterstand veentje
	250.0	-62.3	590	w346 oppervlaktewaterstand greppel in dal
	257.0	-69.3	583	w347 oppervlaktewaterstand in sloot EA2.1.2
	151.7	36.0	688	bovenzijde weerstandsbiedende laag (zie boring w212) = venbodem
	171.7	16.0	668	onderzijde weerstandsbiedende laag (zie boring w212)

Veentje / vennetje L18 (Kooikersplas)

achter (cm)	voor (cm)	verschil (cm)	hoogte (cm NAP)	punt
119.7			697	B7
	204.7	-85.0	612	B7 grondwaterstand
	164.0	-44.3	653	oppervlaktewaterstand poel bij B7
			635	0-niveau peillat L18
	141.0	-21.3	676	oppervlaktewaterstand Pitrusven L18
130.0				oppervlaktewaterstand Pitrusven L18
	196.0	-66.0	610	oppervlaktewaterstand in geplagde strook bij Pitrusveldje
	203.0	-73.0	603	oppervlaktewaterstand greppel in grasland
	233.0	-103.0	573	oppervlaktewaterstand in sloot EA2.2.3
	165.0	-35.0	641	venbodem
	175.0	-45.0	631	bovenzijde weerstandsbiedende laag (zie boring w224)
	195.0	-65.0	611	onderzijde weerstandsbiedende laag (zie boring w224)

Vennetje L19 (Henglersplas)

achter (cm)	voor (cm)	verschil (cm)	hoogte (cm NAP)	punt
150.8			619	B9
	180.8	-30.0	589	B9 grondwaterstand
	106.0	44.8	664	oppervlaktewaterstand vennetje L19
			617	0-niveau peillat L19
	178.0	-27.2	592	oppervlaktewaterstand greppel naast pad
	204.0	-53.2	566	oppervlaktewaterstand in sloot EA2.2.3
	141.0	9.8	629	bovenzijde weerstandsbiedende laag (zie boring w162) = venbodem
	171.0	-20.2	599	onderzijde weerstandsbiedende laag (zie boring w162)

