

Ecohydrologische systeemanalyse Aamsveen

Definitief rapport

Oktober 2018



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau



Unie van **Bosgroepen**

in opdracht van:

Landschap 
Overijssel

Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau

Schellerweg 112

8017 AK Zwolle

Telefoon: 038-4774559

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

Projecttitel: Ecohydrologische systeemanalyse Aamsveen

Opdrachtgever: Landschap Overijssel

Auteurs: J.S. Bell, J.W. van 't Hullenaar (Bureau Bell Hullenaar), A.J.M. Jansen (Unie van Bosgroepen),
M. van der Linden (BIAX-consult) en J. Sevink (Universiteit van Amsterdam)

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

Inhoud

1	Inleiding	1
2	Gebiedsbeschrijving	5
2.1	Oriëntatie en huidige topografische situatie	5
2.2	Historische ontwikkeling	7
2.3	Geologie	16
2.4	Geohydrologische opbouw	17
2.5	Hoogteligging	18
2.6	Bodem	24
2.7	Oppervlaktewatersysteem	24
	2.7.1 Hoofdsysteem	24
	2.7.2 Hoogveen	26
	2.7.3 Lagg	27
2.8	Grondwaterstandsverloop	28
2.9	Vegetatie	30
	2.9.1 Inleiding	30
	2.9.2 Gemeenschappen van Adelaarsvaren en Pijpenstrootje	30
	2.9.3 Slenken	31
	2.9.4 Bulten	32
	2.9.5 Natte heiden	32
	2.9.6 Wilgenstruwelen	34
	2.9.7 Berkenbroeken, gagel- en vuilboomstruwelen	34
	2.9.8 Pitrusruigten en voedselrijke graslanden	36
	2.9.9 Voorkomen van veenmossen	36
	2.9.10 Resumé	38
3	Veenbodemonderzoek	41
3.1	Inleiding	41
3.2	Methode	41
3.3	Resultaten	42
4	Hoofdlijnen paleo-ecologisch onderzoek	54
4.1	Inleiding	54
4.2	Methode	54
4.3	Resultaten	56
5	Hydrologisch veldonderzoek	61
5.1	Methode	61
5.2	Schematische veendiktekaart	66
5.3	Resultaten kartering oppervlaktewatersysteem	66
	5.3.1 Aamsveen	66
	5.3.2 Hündfelder Moor	68
5.4	Isohypsenkaart zandondergrond	72
5.5	Nadere analyse grondwaterstandsverloop	74
	5.5.1 Oude peilbuizen	74
	5.5.2 Nieuwe peilbuizen	77
	5.5.3 Totaalbeeld grondwaterstandsverloop	79
5.6	Ecohydrologische dwarsprofielen	81
	5.6.1 Dwarsprofiel Ho1-Ho1'	81
	5.6.2 Dwarsprofiel Ho2-Ho2'	83
	5.6.3 Dwarsprofiel Ho3-Ho3'	84
	5.6.4 Dwarsprofiel Ho4-Ho4'	85
	5.6.5 Dwarsprofiel Ho5-Ho5'	87
	5.6.6 Dwarsprofiel Ho6-Ho6'	88

5.7	Resultaten compartimenten- en lekkageonderzoek	89
5.7.1	Resultaten waterstandsmetingen in de compartimenten	89
5.7.2	Resultaten aanvullende boringen voor het opsporen van lekkages	90
5.7.3	Isohypsenaart veenpakket	94
5.8	Belangrijkste resultaten hydrochemisch onderzoek	94
6	Synthese en conclusies	97
6.1	Ontstaansgeschiedenis	97
6.2	Vegetatie en het natuurlijk functioneren	102
6.3	Verval	103
6.4	Eerste herstel	104
6.5	Knelpunten in het huidig ecohydrologisch functioneren van het hoogveen	105
6.6	Actuele ecohydrologische toestand van het hoogveen	109
6.7	Ecohydrologisch functioneren en knelpunten van de lagg	110
6.8	Uitgangspunten voor een herstelstrategie	111
6.9	Herstel mogelijkheden hoogveen	114
6.10	Herstel mogelijkheden lagg	116
6.11	Nader onderzoek	117

Referenties

Bijlagen

1 Inleiding

Het Natura 2000-gebied Aamsveen betreft een 145 ha groot, ecologisch waardevol hoogveenrestant aan de grens met Duitsland en is grotendeels eigendom van Landschap Overijssel. Het Aamsveen vormt samen met het in Duitsland gelegen Natura 2000-gebied Ambtsvenn - Hündfelder Moor een uitgestrekt, grensoverschrijdend hoogveenrestant en natuurgebied (zie figuur 1.1). Het Aamsveen is samen met het Korenburgerveen het enige hoogveen in Nederland waar een groot deel van de lagg (ofwel de overgang van het hoogveen naar de minerale gronden in de omgeving) niet is gecultiveerd. De lagg is gesitueerd in het westelijke deel van het Natura-2000-gebied, op de overgang naar de Glanerbeek en in een zone ten westen van de beek. Vooral door de combinatie van het hoogveenrestant en de lagg kent het Natura 2000-gebied nog betrekkelijk hoge natuurwaarden. Met name vanwege knelpunten in de waterhuishouding en een te hoge stikstofdepositie staan de ecologische waarden van het Natura 2000-gebied onder druk.

Met name vanwege verving en ontginning is het ecohydrologisch functioneren van het hoogveensysteem in sterke mate aangetast. Inmiddels zijn diverse herstelmaatregelen getroffen en hiermee is een aanvang gemaakt met de regeneratie van het hoogveen. Vooral de compartimentering die begin jaren 1990 middels de aanleg van een aantal dammen is gerealiseerd heeft een klein positief effect gehad: in (delen van) de compartimenten zijn hoogveen(slenk)vegetaties teruggekeerd. Over het geheel bezien heeft het gebied echter nog altijd te kampen met te lage gemiddelde waterstanden en te diep wegzakkende waterstanden in de zomer om een verdergaande hoogveenregeneratie mogelijk te maken.

Het is gewenst tot een duurzaam behoud / herstel van een zo compleet mogelijk hoogveenlandschap te komen. Hiertoe zijn in het kader het Natura2000-proces en de PAS-regeling voor het Aamsveen twee kernopgaven geformuleerd. De eerste kernopgave betreft de ontwikkeling van habitattype H7110A Actieve hoogvenen door een kwaliteitsverbetering te bewerkstelligen van het huidige areaal aan habitattype H7120 Herstellende hoogvenen. De tweede kernopgave betreft het behoud van de zwak gebufferde zone tussen de Glanerbeek en het hoogveen (ofwel de lagg), met de daar voorkomende habitattypen H6230 Heischrale graslanden, H4010A Vochtige heiden, H6410 Blauwgraslanden en H7150 Pioniervegetaties met snavelbiezen. Daarnaast komt ook het habitattype H91E0C Vochtige alluviale bossen voor in de lagg en hiervoor geldt als doelstelling behoud van het habitattype in de eerste beheerplanperiode en zowel kwaliteitsverbetering als areaaluitbreiding in de tweede / derde beheerplanperiode.

Voor de uitwerking van de eerste kernopgave dient eerst te worden vastgesteld wat de oorzaken zijn van de nog altijd te droge omstandigheden, zodat op basis hiervan kan worden afgeleid met welke maatregelen de beoogde kwaliteitsverbetering op effectieve wijze kan worden gerealiseerd. Het is daarbij van belang om ook een goed inzicht te krijgen in de ontstaansgeschiedenis van het hoogveen, omdat aan de hand hiervan kan worden afgeleid in welke richting het systeem precies moet worden hersteld. Zodoende dient voor het hoogveengebied een breed opgezette ecohydrologische systeemanalyse te worden uitgevoerd.

Voor de lagg is al een systeemanalyse uitgevoerd (Bell et al., 2016). Op grond hiervan is in grote lijnen bekend welke maatregelen getroffen dienen te worden voor de uitwerking van de tweede kernopgave. In relatie tot de beste wijze van aanpak van één van de grootste knelpunten (de drainerende werking van de Glanerbeek) is echter eerst nog nader onderzoek nodig: hieraan wordt uitwerking gegeven middels een variantenstudie die momenteel door adviesbureau SWECO wordt uitgevoerd met behulp van een oppervlaktewatermodel en een grondwatermodel.

Ook is het belangrijk om eerst tot een goed inzicht in het functioneren van het hoogveensysteem als geheel te komen voordat uitwerking van een plan voor een zo compleet mogelijk systeemherstel (inclusief de lagg) plaatsvindt. Dit is vooral gedaan door integratie van de belangrijkste resultaten van de eerder uitgevoerde systeemanalyse (Bell et al., 2016) in de synthese van deze nieuwe systeemanalyse (zie hoofdstuk 6).

Doelstellingen

De doelstellingen van de ecohydrologische systeemanalyse Aamsveen zijn dus:

- Het verkrijgen van een goed inzicht in de ontstaansgeschiedenis en het huidig ecohydrologisch functioneren van het hoogveen in de context van het totale hoogveenlandschap.
- Het op basis hiervan en de eerder uitgevoerde systeemanalyse voor de lagg in hoofdlijnen afleiden van de juiste maatregelen voor systeemherstel en hiermee voor regeneratie van hoogveen en herstel van een functionerende lagg, zodat hier een duurzaam behoud van de grondwaterafhankelijke habitattypen plaats kan vinden en op termijn ook uitbreiding / kwaliteitsverbetering van Vochtig alluviale bossen.

Aansluitend hierop wordt een concreet herstelplan voor het Aamsveen opgesteld. In dit plan worden de maatregelen die op basis van de systeemanalyses voor de instandhouding / kwaliteitsverbetering van het complete hoogveenlandschap inclusief lagg zijn afgeleid nader uitgewerkt.

Afbakening het projectgebied

Voor zover dit relevant is voor het functioneren van het systeem in het Nederlandse deel is ook het Duitse deel opgenomen in de systeemanalyse. Hoewel in het noordelijke deel van het Aamsveen de potenties voor regeneratie van hoogveen geringer lijken dan in het zuidelijke deel is ook dit deel opgenomen in de systeemanalyse, zij het op meer extensieve wijze dan het zuidelijke deel.

Aanpak

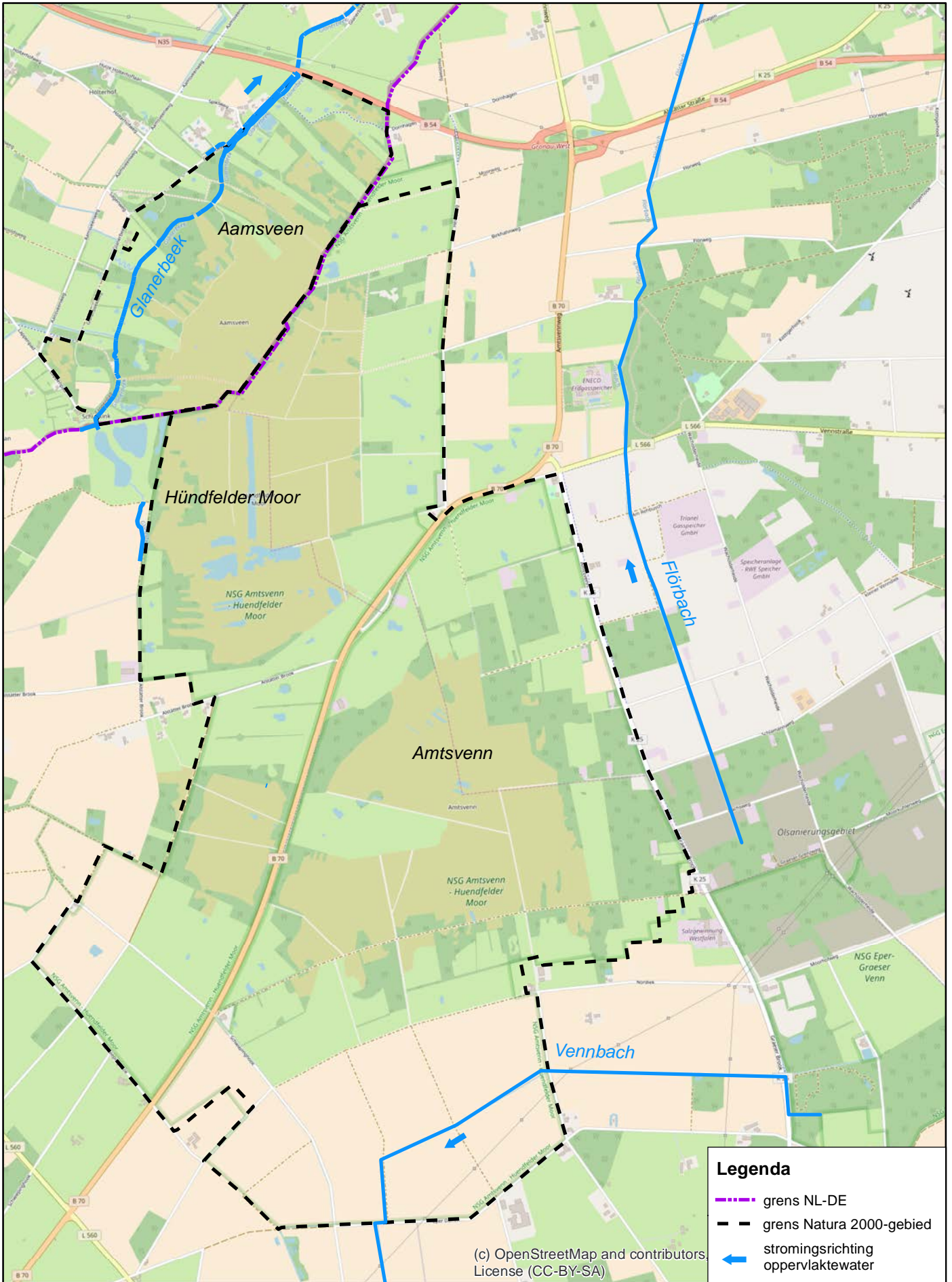
Het project is opgebouwd uit de volgende hoofdonderdelen:

- Gebiedsbeschrijving op basis van een bureaustudie.
- Veldonderzoek:
 - Veenbodemonderzoek.
 - Paleobotanisch onderzoek.
 - Hydrologisch onderzoek.
- Synthese en conclusies.

Gebiedsbeschrijving

Eerst is op basis van een bureaustudie een gebiedsbeschrijving opgesteld. Deze gebiedsbeschrijving is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Oriëntatie en beschrijving van de huidige topografische situatie (paragraaf 2.1).
- Beschrijving van de historische ontwikkeling van het grensoverschrijdende veengebied op basis van historische kaarten (paragraaf 2.2).
- Beschrijving van de geologie (paragraaf 2.3), geohydrologische opbouw (paragraaf 2.4), hoogteligging (paragraaf 2.5), bodem (paragraaf 2.6) oppervlaktewatersysteem (paragraaf 2.7), grondwaterstandsverloop (paragraaf 2.8) en vegetatie (paragraaf 2.9).



Figuur 1.1 Overzichtskaart

Veldonderzoek

Het veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende drie deelonderzoeken:

- Veenbodemonderzoek (hoofdstuk 3). Dit onderzoek is uitgevoerd door J. Sevink van de Universiteit van Amsterdam, in samenwerking met A.J.M. Jansen en B. Van Duijn van de Unie van Bosgroepen.
- Paleobotanisch onderzoek (hoofdstuk 4), uitgevoerd door Van der Linden van BIAX-consult.
- Hydrologisch onderzoek (hoofdstuk 5).

De opzet en methoden van deze deelonderzoeken wordt toegelicht in de inleidingen van de betreffende hoofdstukken.

Synthese en conclusies

De synthese en conclusies van de systeemanalyse zijn opgenomen in hoofdstuk 6. Op basis van de herstelmogelijkheden die hierin in grote lijnen zijn beschreven, wordt als vervolgproject een concreet herstelplan uitgewerkt.

2 Gebiedsbeschrijving

2.1 Oriëntatie en huidige topografische situatie

De ligging van het gebied is aangegeven op de topografische overzichtskaart (figuur 1.1). Op de topografische kaart van figuur 2.1 is ingezoomd op het Aamsveen en het aangrenzende deel van het Hündfelder Moor. Het Natura 2000-gebied Aamsveen ligt ten zuidoosten van Enschede, heeft een oppervlakte van 145 ha en is grotendeels eigendom van Landschap Overijssel. Het natuurgebied grenst aan het in Duitsland gelegen Natura 2000-gebied Amtsvenn - Hündfelder Moor.

Het Nederlandse deel van het Natura 2000-gebied kan grofweg onderverdeeld worden in het oostelijk gelegen hoogveenrestant, het ten westen hiervan gelegen overgangsgebied naar de Glanerbeek en een zone ten westen van de Glanerbeek. Het overgangsgebied en de zone ten westen van de Glanerbeek vormen tezamen de lagg. Daarbij is het hoogveen in de zuidelijke helft van het Natura 2000-gebied (gedeelte met raaien 1, 2, 3 en 4) nog relatief goed intact en in de noordelijke helft (gedeelte met raaien 5 en 6) een stuk minder.

In de lagg is in de huidige situatie een afwisseling van vooral bossen (waaronder habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen) en graslanden (waaronder habitatype H6230 Heischrale graslanden) aanwezig. Vooral in de zone ten westen van de Glanerbeek is de bodem van de graslanden vanwege het voormalige landbouwkundige gebruik nog altijd fosfaatrijk. Uit de eerder uitgevoerde systeemanalyse (Bell Hullenaar & Unie van Bosgroepen, 2016) volgt echter dat hier kansen liggen voor ontwikkeling van heischrale graslanden.

Op de noordgrens van het Natura 2000-gebied Aamsveen ligt de N35 en de westgrens volgt grotendeels de Glanerbeekweg. Ten westen van de Glanerbeekweg liggen intensief beheerde landbouwgronden. Aan de westzijde van het Natura 2000-gebied is plaatselijk ook bebouwing aanwezig en aan de zuidwestzijde ligt een naturistencamping. Ook aan de noordoostzijde, net over de grens met Duitsland, staat een huis.

Het aangrenzende Duitse Natura 2000-gebied omvat twee hoogveenrestanten. De hoogveenrestanten zijn van elkaar gescheiden door een voormalige ontginningsstrook. Het noordelijk gelegen Hündfelder Moor vormt één geheel met het Nederlandse hoogveenrestant en het zuidelijk gelegen Amtsvenn vormt in de huidige situatie een afzonderlijke eenheid. De tussenliggende voormalige ontginningsstrook en ook brede zones langs de zuidelijke en oostelijke buitengrenzen van de hoogveenrestanten zijn inmiddels weer omgevormd tot natuurgebied. Hier zijn nu met name voedselrijke graslanden met een aantal poelen aanwezig. Ten westen van het Hündfelder Moor ligt nog wel een intensief beheerd landbouwgebied van circa 300 ha. Dit gebied watert af op de Glanerbeek. Ook ten noordoosten van het Aamsveen / Hündfelder Moor (ofwel ten noorden van de Moorweg) liggen nog enkele landbouwpercelen.

Legenda

interne meetnet

- peilbuis
- tijdelijke peilbuis

omgevingsmeetnet

- peilbuis
- oppervlakteatmeterstandmeetpunt

— stuw / drempel

— raai dwarsprofielen

— grens NL-DE

- - - grens Natura 2000-gebied

waterlopen

- greppel
- greppelrestant
- sloot
- slootrestant
- hoofdwaterloop



Figuur 2.1 Topografische kaart van Aamsveen en aangrenzende deel van Hündfelder Moor

0 100 200
Meters

2.2 Historische ontwikkeling

De historische situatie wordt toegelicht aan de hand van een serie historische kaarten, die als figuren 2.2a t/m 2.2h zijn weergegeven.

Het Aamsveen vormt de noordwestelijke rand van een oorspronkelijk (circa 2000 ha) groot hoogveenlandschap dat voor het grootste deel (circa 1900 ha) op Duits grondgebied lag met veldnamen als Hündfelder Moor, Alstätter Venn, Amtsvenn en Graeser Venn. Op de 17^e eeuwse kaart van Ten Have (zie figuur 2.2a) staat het Aamsveen als een grensoverschrijdend veen afgebeeld. Opvallend is de meerstal in het centrum van het gebied. Meerstallen liggen vrijwel altijd in het hoog gelegen deel van veenkoepels. Wat deze kaart niet toont, maar uit de latere Duitse topografische kaarten van 1836-1850 (figuur 2.2b) en 1850-1864 (figuur 2.2c) wel kan worden afgeleid, is dat dit hoogveenlandschap uit meerdere, lensvormige hoogveenkeopels moet hebben bestaan. Vooral de Pruisische Uraufnahme van 1836-1850 toont via kleurgradaties de ligging en vorm van de keopels. In het noorden lag het grensoverschrijdende koepel van Aamsveen en Hündfelder Moor, in het zuiden het Amtsvenn met een uitloper naar het zuidoosten bij de tegenwoordige Mohrkühlenweg. Deze uitloper sloot verder naar het zuidoosten weer aan op het Lastervenn. Deze keopels waren gescheiden door beken en zandruggen. Het Aamsveen, het in oppervlakte bescheiden Nederlandse, noordwestelijke deel van dit hoogveenlandschap heeft samen met het Hündfelder Moor een aaneensluitende grote hoogveenkeopel gevormd. Tot in de negentiende eeuw moet sprake zijn geweest van een



Figuur 2.2a: 17^e eeuwse kaart "Transisalaria Provincia vulgo Over-IJssel Auctore N. ten Have emendata A.F. de Wit", 't Amsterdam bij Frederisk de Wit in de Kalverstraet bij den Dam in den Witte Paskaert.
Bron: Particuliere collectie



*Figuur 2.2b: Fragment van de Pruisische Uraufnahmen (kaarten 3897 Altstätte en 3808 Heek) uit de periode 1836-1850.
Bron: https://maps.kreis-borken.de/atlasfx_bildungskreis/js/index.html*

gaaf en compleet hoogveenlandschap met meerdere koepels, randen met Rüllen, meerdere door grondwater gevoede laggs en veenbeken. In dit hoogveenlandschap bevond zich tevens een deel van de waterscheiding tussen de stroomgebieden van Dinkel en Buurserbeek. We zullen dat hieronder verder uitwerken.

Op de Huegeninkaart, die tussen 1819 en 1829 werd vervaardigd (figuur 2.2d) is de Glanerbeek goed herkenbaar net als een klein waterloopje dat daar parallel aan loopt in het noordelijk deel van het Aamsveen. Langs de Glanerbeek en ten westen van het waterloopje zijn de gronden blauw gekleurd (laagveen). Ten oosten van het waterloopje en ten oosten van de Glanerbeek in het zuidelijk deel van het Aamsveen ligt hoogveen (rose gekleurd). Ook te westen van de Glanerbeek zijn laagvenen aangegeven, net als in het uiterste zuiden, ten oosten en westen van Oorthuis (dat is ter plekke van de huidige naturistencamping). Noordelijk van Oorthuis strekt zich een subtiel lichtblauw gekleurde band uit, in afwisseling met rose. Hier lag de overgang van hoog- naar grondwater gevoed laagveen. Langs het zuidelijke deel van de Glanerbeek tot aan het akker-groenlandcomplex van de Roodmolen ligt een smalle, niet-aaneengesloten strook bos of struweel (oranjekleurig). Ook bij Schipholt (in het noorden) bevindt zich een langerekte strook bos langs de Glanerbeek. Bij Schipholt en iets zuidelijk daarvan liggen enkele akkers (wit) en hooilanden (groen) aan de rand van het “Amelsche Veen”, vrijwel steeds ten westen van de Glanerbeek, op de flank van de stuwwal. De stuwwal wordt dan grotendeels ingenomen door heide met uitgestrekte laagten (blauw = laagveen), met hier en daar



Figuur 2.2c: Duitse Topografische kaart 1850-1864.

omwalde hooilanden. Ten slotte laat deze kaart zien dat de Glanerbeek ter hoogte van de Roodmolen twee lopen heeft. Dit is typisch voor een watermolen. De kaart van de Eschmarke met de historische gegevens uit circa 1500 (Van Geer et al., 2010; zie figuur 2.9 in Bell et al. (2016)) geeft inderdaad aan dat hier aan de Glanerbeek al aan het einde van de Middeleeuwen een watermolen stond: de Koopermolen. Deze molen is middeleeuws (opgenomen in het Schattingsregister van 1475) en is samen met de Hölterhof in die tijd nabij het Aamsveen het enige gewaarde erf in de Eschmarke (Van de Geer et al., 2010). Deze molen stond op de plaats waar de bovenstrooms gegraven molenbeek, de latere Glanerbeek, in de oorspronkelijke Glanerbeek uitmondde. De oorspronkelijk oorsprong van de Glanerbeek zijn de bronnen van de Hölterhof.



Figuur 2.2d: De Huegeninkkaart 1819-1829 (Versfelt & Schroor, 2005).

Putten waarin veen werd gewonnen liggen tegen de grens, niet in het westelijke deel. Blijkbaar was er alleen goede brand turf te winnen in het oosten. In het westen waren de veenpakketten mogelijk te dun, bestonden ze uit alleen witveen, wat erg slecht brand of uit evenmin goed brandend door grondwater gevoed (zeggen)veen.



Figuur 2.2e: Deel van het kaartblad Oldenzaal van de Topographisch-militairischer Atlas von dem Königreiche der Niederlande uit 1820;
Bron: <http://www.wildernis.eu/chart-room>

Dat de Glanerbeek een gegraven beek is, die vermoedelijk tegen de westrand van de hoge gronden is gegraven, wordt niet alleen verraden door zijn rechte verloop (met enkele (vrijwel) haakse bochten), maar ook door het feit dat de beek - ook de loop die in het zuiden vrijwel niet is veranderd sinds het vervaardigen van de Huegeninkaart (figuur 2.2d) - op meerdere plaatsen (dwars) door hogere ruggen en laagten is heen gegraven (zie hoogtekaart, figuur 2.3b). Dat de huidige bovenloop van de Glanerbeek gegraven is wordt ondersteund door de 17^e eeuwse kaart van Ten Have (figuur 2.2a). Die toont ten noordwesten van het Aamsveen een beek die min of meer parallel aan de noordwestzijde van het hoogveen loopt. Waarschijnlijk is dat de Glanerbeek. Het tegenwoordige zuidelijke deel van de beek is niet weergegeven en bestond vermoedelijk nog niet. Dat wordt nog eens bevestigd door de weergave van de Glanerbeek op kaartblad Oldenzaal uit de Topographisch-Militairischer Atlas von dem Königreiche der Niederlande uit 1820 (figuur 2.2e). Op die kaart loopt de Glanerbeek niet tot de Duitse grens, maar begint ze pas een behoorlijk stuk noordelijker. Verder is op de Duitse topografische kaart van 1903 (figuur 2.2g) ten westen van het Hündfelder Moor een kaarsrechte watergang zichtbaar. Dat is de in Duitsland gegraven bovenloop van de huidige Glanerbeek. Deze waterloop ontbreekt nog op de Duitse topografische kaart van 1850-1864 (figuur 2.2c). Het Duitse deel van de bovenloop van de Glanerbeek is waarschijnlijk in de tweede helft van de 19^e eeuw gegraven ten behoeve van de ontginning van de laggen en rand van het Hündfelder Moor.

Overigens laat figuur 2.2e heel fraai zien dat er in het hoogveencomplex een regionale waterscheiding heeft gelegen. De Flörbach is een veenbeek die in het Amtsvenn ontspringt en ten noorden van het hoogveen samenvloeit met de Glanerbeek. De Glanerbeek mondt noordelijker uit in de Dinkel. Aan de zuidzijde van het Amtsvenn zijn bij Niengraben (Nieuwe Graven!) vijf beekjes getekend die uit de rand van het Amtsvenn afkomstig zijn. Het zijn zogenaemde Rüllen, geulen in de randen van hoogvenen via welke water uit het hoogveen wordt afgevoerd. Bij Niengraben zijn twee van deze Rüllen in zuidelijke richting door de mens verlengd. Ze monden net als de drie meer oostelijk gelegen Rüllen uit in de Buurserbeek. Op latere kaarten uit de 19^e eeuw (zie figuur 2.2b en c) zijn deze Rüllen niet meer getekend, maar wel de huidige Vennbach, een langgerekte watergang die van oost naar zuid loopt in de zuidelijke rand van het Amtsvenn. Het ligt voor de hand dat daardoor de Rüllen niet meer langer watervoerend zijn geweest en verdwenen zijn.

Tot in het begin van de 20^e eeuw was er nog steeds sprake van een samenhangend hoogveenlandschap, zoals de topografische kaart van 1930 laat zien (figuur 2.2f). Niet alleen aan de Nederlandse zijde is een lagg aanwezig, maar ook in Duitsland aan de west- en ooststrand van het Hündfelder Moor en de zuid- en zuidoostzijde van het Amtsvenn. In de zuidelijke rand van het Amtsvenn loopt een kaarsrechte watergang door de strook met veenputten. In het zuidelijk deel, het Amtsvenn ontspringen tevens meerdere veenbeken. Een deel daarvan lijkt te zijn gegraven, zoals kan worden afgeleid uit hun rechte karakter, haakse bochten en vreemde verbindingen op de plaats van hun samenkomst. Vanaf die plaats is sprake van de Flörbach, die naar het noorden loopt om ter hoogte van Spitholt uit te monden in de Glanerbeek. Vanaf de plaats van samenkomst van de bovenloopjes van de Flörbach loopt, komend vanaf de buurtschap Wieserhoek in het oosten, een weg langs de noordostrand van het veen, dan langs de meest westelijke beek en vervolgens met een scherpe bocht door het veen in de richting van de buurtschap Hündfeld.

In het begin van de 19^e eeuw werd al op grote schaal veen gewonnen in veenputten, zowel in het Aamsveen (figuur 2.2d) als in de Duitse hoogveenkoepels (figuur 2.2b en c). Opvallend is dat in het Aamsveen de veenputten in het oosten tegen de grens aan liggen. Daar lag blijkbaar goed bruikbaar veen. In het Duitse deel zijn op de topografische kaart van 1903 (figuur 2.2g) in het Amtsvenn vooral aan de randen van de veenkoepels veenputten getekend. In het Hündfelder Moor liggen de veenputten meer verspreid. In de langgerekte, oost-west lopende veenputten van het Aamsveen, werd door de markgenoten, turf gestoken, vermoedelijk als brandstof voor eigen gebruik. Deze veenputten lopen ver naar het noorden door, ver voorbij de tegenwoordige N35 ongeveer tot aan de zuidgrens van de tegenwoordige bebouwing van Glanerbrug. Ook in het begin van de 20^e eeuw (figuur 2.2f en g) lijkt het veensteken zich net als zich op de 19^e eeuwse kaarten te concentreren aan de randen van het veen. Grootschalige vervening ten behoeve van brandstofwinning, heeft in het Aamsveen niet plaatsgevonden, ook niet toen voor een turfstrooiselfabriekje circa 16 ha machinaal is afgegraven. De laatste turf werd gestoken in 1969 (Landschap Overijssel, 2001).

In 1930 (figuur 2.2f) is de lagg, dat wil zeggen de gronden langs het zuidelijke deel van de Glanerbeek, nog niet ontgonnen. Alleen daar waar de Glanerbeek Nederland binnenkomt bij Oorthuis, een zeer oude woonlocatie, en verder noordelijk liggen, eveneens buiten de lagg, liggen langs de beek enkele kleine ontginningen: kleine akkers (kampen) op hogere koppen met daarnaast omwalde hooilanden. In de lagg, aan weerszijden van de beek, zijn net als in het hoogveen zelf zeer drassige omstandigheden aanwezig. Op de kaart zijn deze zeer drassige gronden lichtgroen gekleurd, net als de omwalde hooilanden. Mogelijk werden deze wat rijkere grondwater gevoede gronden gemaaid voor het winnen van stalstrooisel of werden er "gras"plaggen gestoken die samen met dierlijke mest op de akkers werden gebracht.



Figuur 2.2f. Topografische kaart uit 1930. Bron: www.topotijdreis.nl.



Figuur 2.2g. Topografische kaart Altstätte uit 1903. Bron:
<https://geogreif.unigreifswald.de/geogreifgeogreif-contentuploadmtbl3807>

2.3 Geologie

De onderstaande beschrijving is grotendeels gebaseerd op de beschrijvingen zoals opgenomen in het meest recente beheerplan van Landschap Overijssel (Schoonderwoerd, 2001) en een oud beheerplan uit 1984 (Stichting het Overijssels Landschap, 1984). In het kader van het eerdere veldonderzoek (Bell Hullenaar en Unie van Bosgroepen, 2016) en het nieuwe veldonderzoek is de ligging van de verschillende geologische / geohydrologische lagen in het projectgebied nader in beeld gebracht. De resultaten hiervan worden in hoofdstuk 5 behandeld. In deze paragraaf wordt alleen een meer algemene beschrijving gegeven.

In de voorlaatste ijstijd (het Saalien) werden door het landijs, dat vanuit het noorden deze streek binnendrong met tongvormige uitlopers van gletsjers, de plaatselijke afzettingen opgedrukt, en zo ontstond de stuwwal van Enschede, met ten oosten hiervan een omvangrijk bekken: het bekken van de Flörbach (voor ligging zie figuur 2.3a, regionale hoogteligging). Het hoogveengebied Aamsveen-Hündfelder Moor - Amtsvenn ligt in het westelijke deel van dit bekken.

Onder de ijsmassa die het bekken uitsleet en de stuwwal opperste, werd door vermenging en vermaling van sedimenten tijdens de voorlaatste ijstijd (het Saalien) keileem gevormd. De keileem dagzoomt ter plaatse van de stuwwal van Enschede (ten westen van het projectgebied) en helt af in oostelijke richting. De keileem heeft een hoog lutumgehalte, doordat bij de modellering en versmering door het landijs vermenging optrad met tertiaire klei. Nabij het onderzoekgebied is in Dino een diepe boring beschikbaar (B35A0023), op basis waarvan een indruk gevormd kan worden van de dikte en samenstelling van de keileem. Op deze plek is vanaf een diepte 3,95 tot 5,65 m -mv leem aanwezig, met hieronder tot op de einddiepte van de boring, op 127 m -mv, uitsluitend klei. In het Duitse deel is één diepe boring bekend: boring DABO_271333. De einddiepte van de boring ligt op 17 m -mv. Onder een bovengrond van fijn zand is hier vanaf 5 tot 12 m leem aangetroffen met hieronder (na een zandig tussenlaagje van 0,3 meter) tot op de einddiepte uitsluitend klei.

Tijdens de laatste ijstijd (het Weichselien) werden onder periglaciale omstandigheden erosiedalen gevormd, vond afzetting plaats van fluvioperiglaciale zanden en werd een laag dekzand afgezet. Deze zandlaag wigt uit tegen de keileem, en de dikte ervan neemt toe in zuidoostelijke en noordoostelijke richting.

In het bekken van de Flörbach trad in het Holoceen veenvorming op. Dit veenvormingsproces is in het kader van deze systeemanalyse op diepgaande wijze onderzocht (zie hoofdstuk 3: veenbodemonderzoek en hoofdstuk 4: paleo-botanisch onderzoek). Uiteindelijk kwam een pakket oligotroof veenmosveen, ofwel hoogveen tot ontwikkeling. Bij de beschrijving van de historische ontwikkeling is al ingegaan op de oorspronkelijke verbreiding hiervan, de afname van het areaal door ontginning en de aantasting van het resterende veengebied door vervening. De opbouw van de hoogveenrestanten die na het staken van de vervening achter zijn gebleven wordt op oriënterende wijze beschreven bij behandeling van de hoogteligging (paragraaf 2.5) en op gedetailleerde wijze bij behandeling van de resultaten van het hydrologisch veldonderzoek (hoofdstuk 5).

2.4 Geohydrologische opbouw

De geohydrologische opbouw is als volgt:

- De (praktisch) ondoorlatende hydrologische basis van het gebied wordt gevormd door een zeer dikke laag keileem / tertiaire klei (ruim 100 meter dik ter plaatse van B35A0023).
- Daar waar boven de keileem een zandlaag aanwezig is (combinatie van fluvioperiglaciale zanden en dekzand), vormt deze laag het eerste en enige watervoerende pakket. De dikte hiervan loopt uiteen van < 1 meter tot circa 5 meter.
- Daar waar veen aanwezig is, is aan de basis van het veenpakket meestal een slecht doorlatende laag aanwezig. Het betreft hierbij vaak een gyttja en soms een verkitten B-horizont al dan niet met gliede.
- Het veenpakket zelf bestaat hoofdzakelijk uit een combinatie van restveen (ofwel het veen dat is achtergebleven na de vervening) en secundair gevormd veen dat zich aanvankelijk op bescheiden schaal ontwikkelde in veenputten en zich later uitbreidde in de bekkens die ontstonden bij de compartimentering van het hoogveenrestant in de eerste helft van de jaren negentig. Het dieper gelegen, watervoerende deel van het restveen is veelal licht tot matig gehumificeerd en zodoende redelijk goed doorlatend. Het secundair gevormde veen in de veenputten is nauwelijks gehumificeerd en dus zeer goed doorlatend. Dit betekent dus dat via het veenpakket (behalve verticaal) ook horizontaal watertransport plaats kan vinden.

In het kader van het bodemkundig en hydrologisch veldonderzoek is met name de veenbodem en de stagnerende laag aan de veenbasis op gedetailleerde wijze onderzocht (zie hoofdstukken 3 en 5).

2.5 Hoogteligging

Regionale hoogteligging

De regionale hoogteligging wordt weergegeven in figuur 2.3a. Het grensoverschrijdende hoogveengebied ligt in het westelijke deel van een bekken tussen de stuwwal van Enschede en een kleine rug ten oosten van de Flörbach. De Flörbach ligt centraal in dit bekken. Daarom wordt het bekken in deze systeemanalyse aangeduid als het 'bekken van de Flörbach'. Het bekken van de Flörbach wordt ten zuiden van het Amtsvenn door een kleine rug gescheiden van het bekken van de Vennbach.

Hoogteligging hoogveengebied

In figuur 2.3b wordt de lokale hoogteligging weergegeven met een maaiveldshoogte-interval van 0,5 meter. Om ook kleine hoogteverschillen zichtbaar te maken zijn twee kaarten met een interval van 0,25 meter toegevoegd: figuur 2.3c voor de relatief hoog gelegen delen en figuur 2.3d voor de relatief laag gelegen delen.

Het grensoverschrijdende hoogveenrestant Aamsveen - Hündfelder Moor ligt aan alle zijden relatief hoog ten opzichte van het ontgonnen gebied in zijn directe omgeving. De hoogste delen zijn niet verveend. Daar waar niet-verveende delen over grotere oppervlakten voorkomen wordt in deze rapportage gesproken over veenruggen en daar waar dit lijnvormige elementen betreft wordt gesproken over veenwallen of veendijkjes. Het maaiveld ligt hier tussen de 44 en 45 mNAP. In de (deels) verveende delen loopt het maaiveld af van 44 naar 43 à 42 mNAP ter plaatse van het Middenpad aan de westzijde en ter plaatse van de grens met de voormalige cultuurgronden in het Duitse deel aan de oostzijde. Ter plaatse van de voormalige cultuurgronden loopt het maaiveld in oostelijke richting geleidelijk verder af van 42 naar 41 mNAP.

In het Nederlandse deel van het hoogveengebied is een netwerk van wallen aanwezig. De oost-west verlopende wallen betreffen stroken die bij de veelal kleinschalige vervening zijn uitgespaard, om zo toegangspaden naar het veengebied te behouden ten behoeve van de turfwinning. Dwars hierop zijn begin jaren 1990 wallen aangelegd ten behoeve van de waterconservering in het hoogveenrestant. In het noordelijke deel van het hoogveenrestant (tussen B66 en B67/B71) liggen veel minder wallen. In dit gedeelte heeft tot in de jaren 1960 op machinale wijze turfstrooiselwinning plaatsgevonden.

Machinale vervening heeft in het Duitse deel op veel grotere schaal plaatsgevonden. In het gedeelte ten oosten van het Aamsveen en ook in het oostelijke deel van de rest van het Hündfelder Moor is met het staken van deze vervening een onregelmatig patroon van veelal in zuidoostelijke richting aflopende verveende slenken achtergebleven. In het westelijke deel is een min of meer vlak verveend gebied achtergebleven. Tussen dit vlakke deel en de in zuidoostelijke richting aflopende verveende slenken aan de westzijde, ofwel centraal in het Hündfelder Moor, ligt een omvangrijke, noord-zuid georiënteerde strook die diep is verveend. Deze diep verveende slenk is circa 35 meter breed en 600 meter lang. Ten zuiden hiervan ligt een nog bredere verveende slenk, die west-oost is georiënteerd. In beide slenken zijn nu omvangrijke plassen aanwezig en via deze plassen vindt de waterafvoer plaats. De wijze waarop dit geschiedt volgt uit de resultaten van de inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem (zie paragraaf 5.2).

Lagg en overgang naar de stuwwal van Enschede

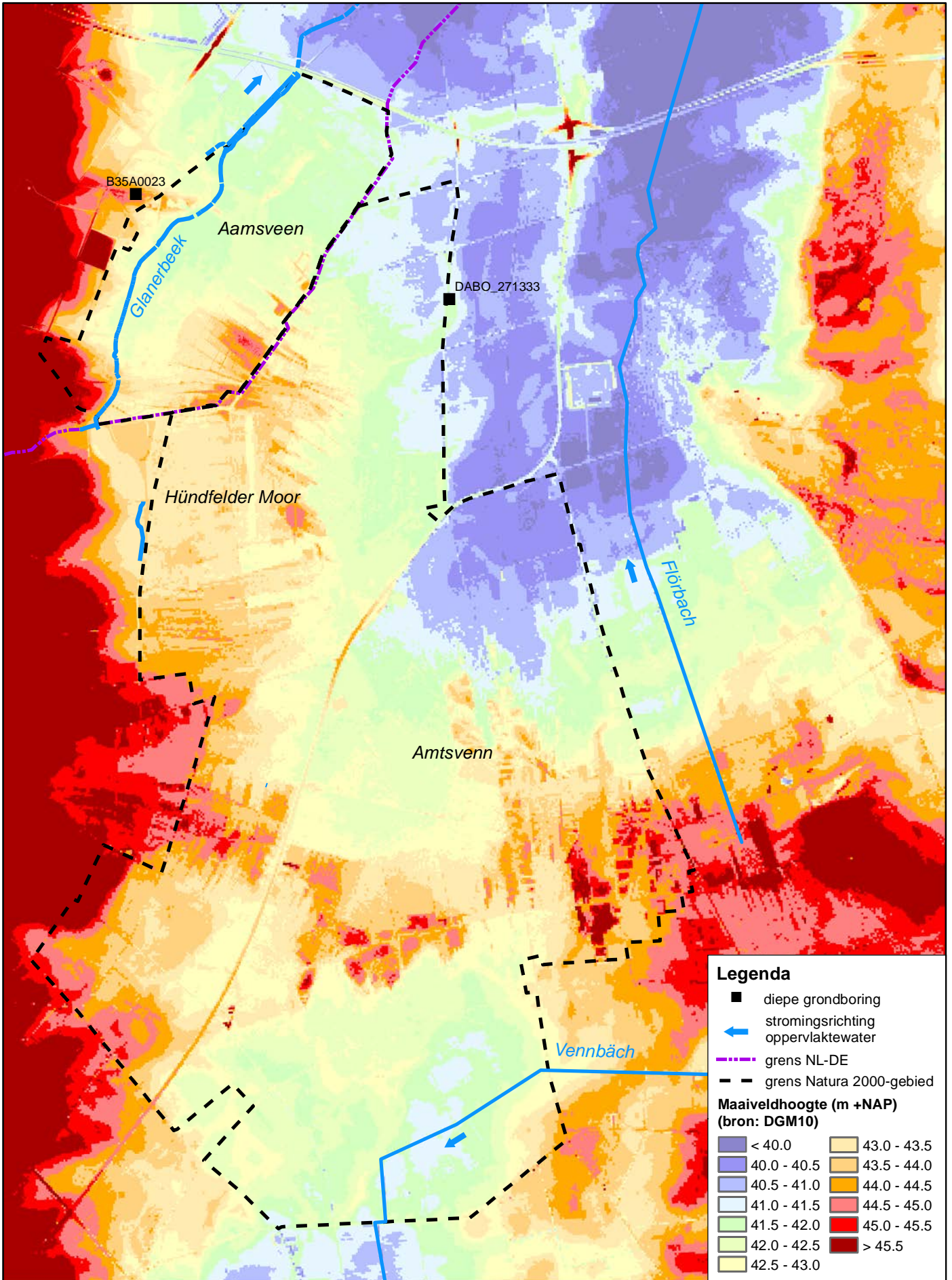
Tussen het hoogveenrestant en de voet van de stuwwal ligt een omvangrijke slenk: de zogenaamde centrale slenk. Deze slenk wordt aan de noordzijde begrensd door een dekzandrug die vanaf de hogere gronden aan de westzijde in oostelijke richting het

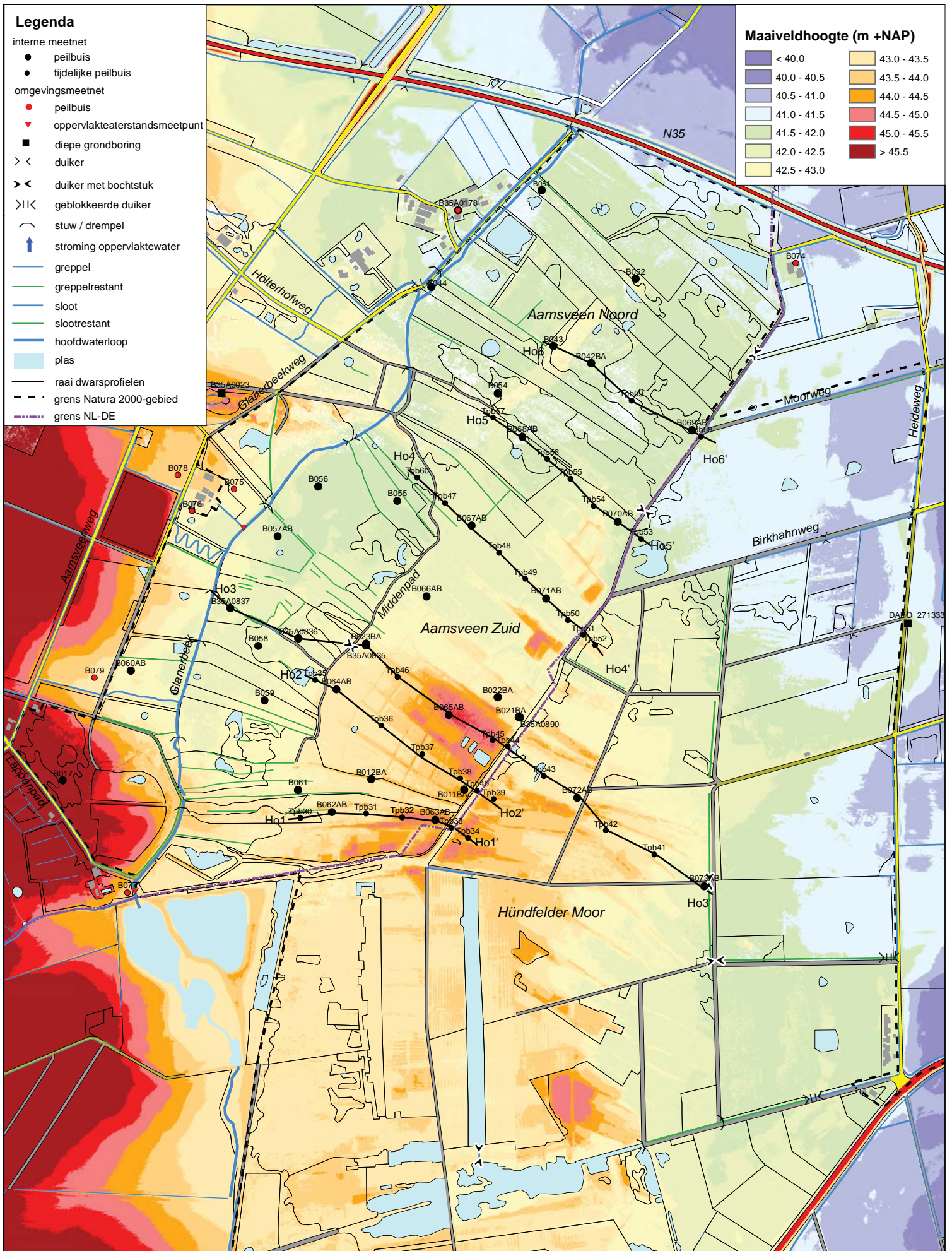
hoogveengebied inloopt. Deze dekzandrug vormt zodoende een drempel in het slenkstelsel en hierdoor is ten zuiden van de drempel ook een omvangrijke (met Elzenbroekbos begroeide) laagte aanwezig. Voordat (in dit deel) de Glanerbeek werd gegraven stroomde het water via deze slenk op diffuse wijze af. Er was hier dus een doorstroommoeras aanwezig. Vanuit de slenk is in oostelijke richting een zeer geleidelijke overgang aanwezig naar het hoogveenrestant. Deze overgang vormt tezamen met de omvangrijke slenk de lagg van het hoogveen. In westelijke richting is een relatief steile helling aanwezig naar de voet van de stuwwal van Enschede.

In de lagg is een subtiel reliëf aanwezig, met hier en daar dekzandruggen. Het betreft hierbij veelal kleine en lage dekzandruggen. In het zuidelijke deel (in het verlengde van raai 1) is een relatief hoge en omvangrijke, west-oost georiënteerde dekzandrug aanwezig (zie figuur 2.3c). Deze dekzandrug vormt de zuidelijke begrenzing van de eerder genoemde slenk in de vroegere lagg.

Noordelijke deel van het Aamsveen

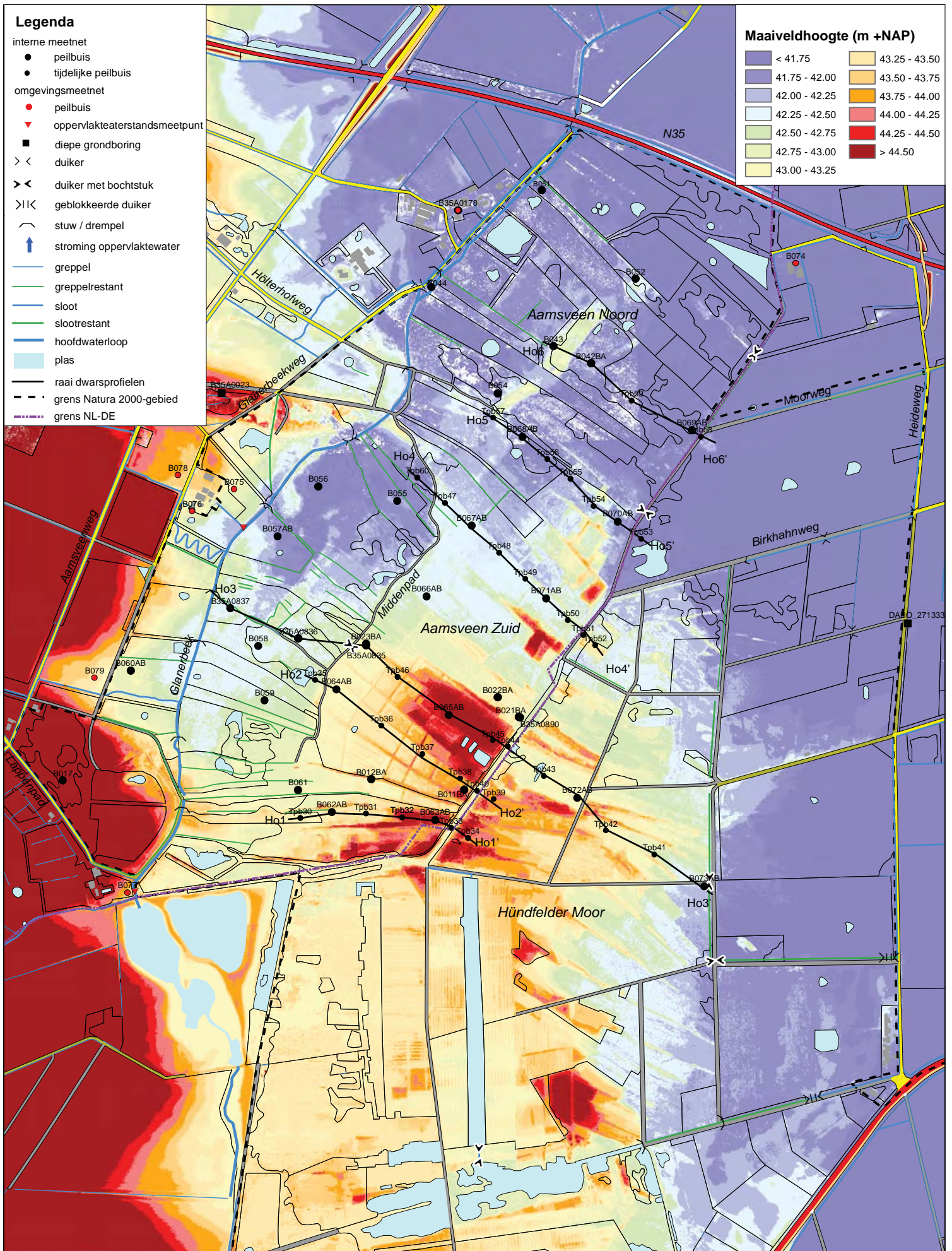
Het noordelijke deel van het Aamsveen ligt grotendeels behoorlijk vlak en relatief laag ten opzichte van het zuidelijke deel van het hoogveenrestant: het maaiveld ligt veelal tussen de 41 en 42 mNAP. Centraal in het noordelijke deel van het Aamsveen ligt een zuidwest-noordoost georiënteerde dekzandrug. Ter plaatse van de ontginningsstroken is deze dekzandrug vervlakt. Het laag gelegen gebied aan de noordwestzijde hiervan maakt deel uit van de lagg. De lage ligging van het gebied ten oosten van de dekzandrug hangt samen met de vervening en ontginning die hier en in nog sterkere mate in het aangrenzende Duitse deel heeft plaatsgevonden.



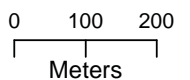


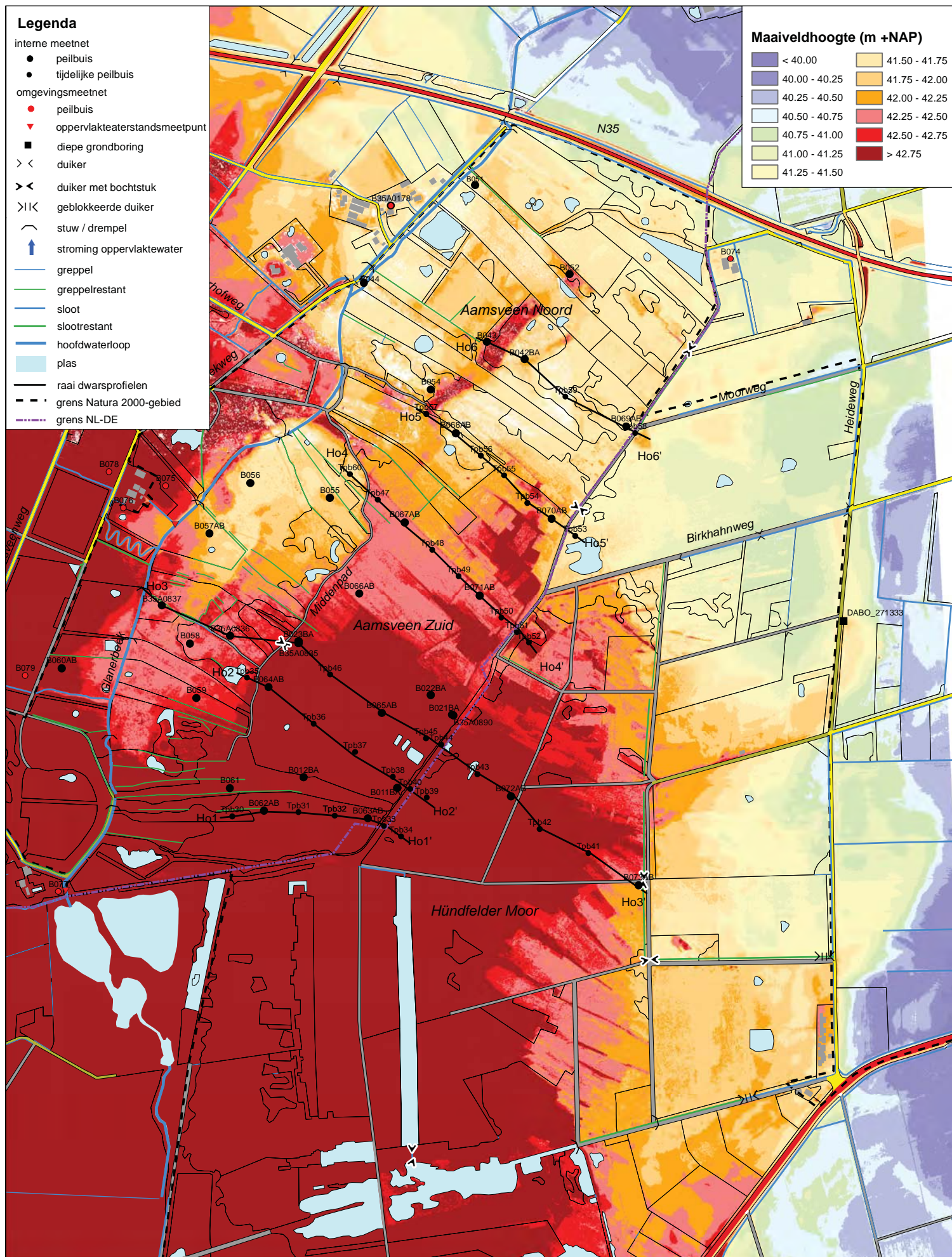
Figuur 2.3b Lokale hoogteligging

0 100 200
Meters



Figuur 2.3c Lokale hoogteligging - inzicht hoogveen





Figuur 2.3d Lokale hoogteligging - inzicht Duitse randzone en Aamsveen noord

0 100 200
Meters

2.6 Bodem

Figuur 2.4 betreft een gedetailleerde bodemkaart van het Aamsveen (Landschap Overijssel, 1981). Uit de kaart blijkt dat in het Aamsveen een grote variatie in bodemtypen aanwezig is. De bodem in het hoogveengebied bestaat uit een (dik) veenpakket (vlieveengronden), dat in de richting van de Glanerbeek steeds dunner wordt en overgaat in podzolbodems met een moerige bovengrond (moerpodzolen) en veldpodzolgronden. De laagst gelegen gronden in de centrale slenk (langs de Glanerbeek) betreffen broekeerdgronden. In het noorden van het reservaat is een opvolging aanwezig van vlieveengronden, via moerpodzolgronden naar gooreerd-gronden. Ter plaatse van de dekzandrug in het noordelijke deel van het Aamsveen is een haarpodzolgrond aanwezig.

2.7 Oppervlaktewatersysteem

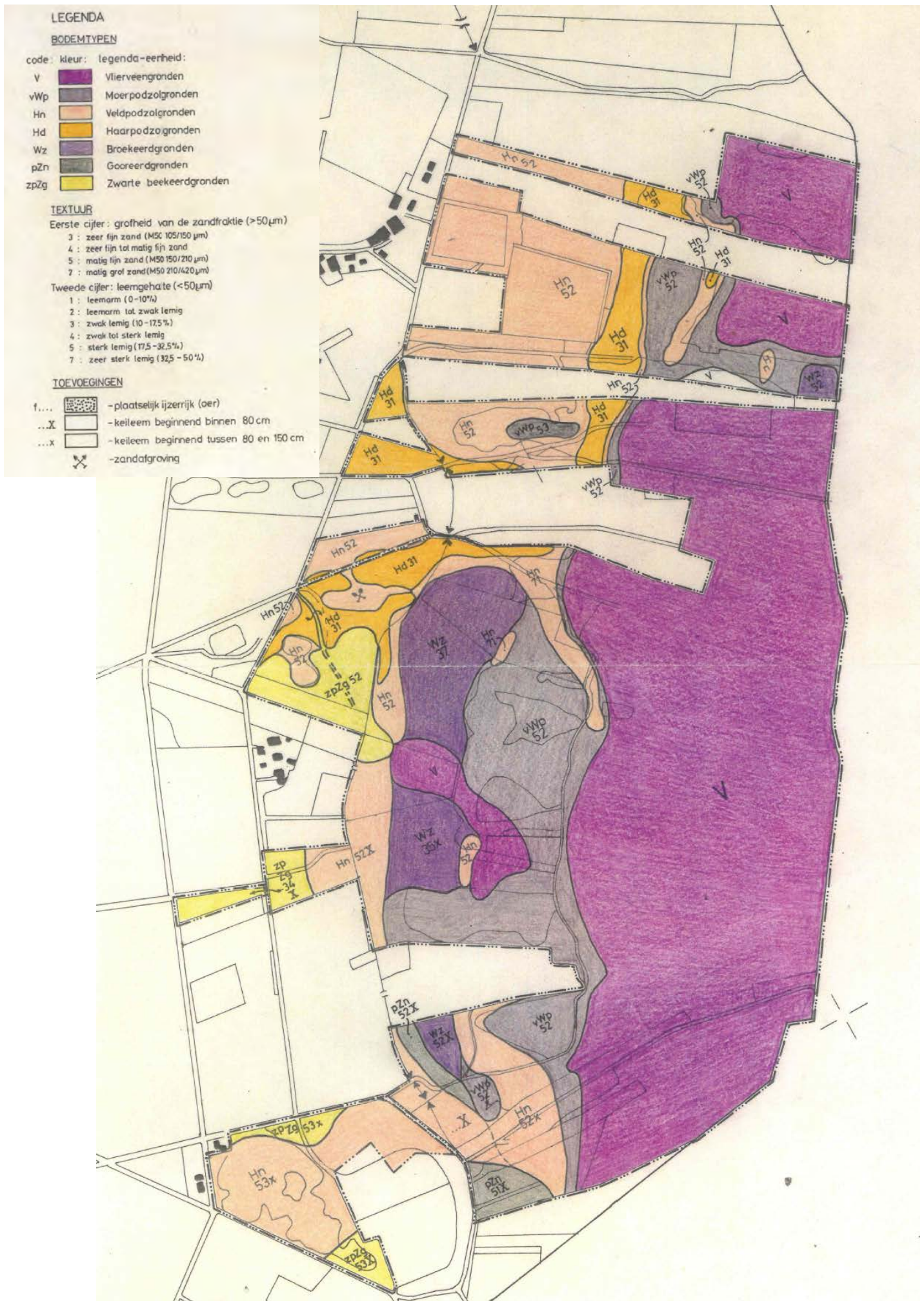
In deze paragraaf wordt ingegaan op het functioneren van het hoofdstelsel en worden op oriënterende wijze de systemen van het hoogveengebied en de lagg behandeld. Het functioneren van de oppervlaktewatersystemen van het hoogveengebied en de lagg is in het kader van een uitgebreide veldinventarisatie in het kader van het veldonderzoek nader inzichtelijk gemaakt (zie paragraaf 5.3).

2.7.1 Hoofdsysteem

Het grensoverschrijdende hoogveengebied wordt aan de west- en oostzijde begrensd door twee van zuid naar noord lopende beken: de Flörbach aan de oostzijde (op 1,5 km ten oosten van de huidige oostgrens van het hoogveenrestant van het Hündfelder Moor, voor ligging: zie figuren 1.1 en 2.3a) en de Glanerbeek aan de westzijde.

De Glanerbeek betreft in dit westelijke gedeelte een gegraven waterloop (zie paragraaf 2.2). Getuige de aanwezigheid van zones met drassige hooilanden aan weerszijden van de Glanerbeek op de historische kaarten van 1908 en 1929, was de beek aan het begin van de 20^e eeuw nog niet zo diep uitgegraven als tegenwoordig. Dit gebeurde (getuige het geheel verdwijnen van deze drassige zones) wel in samenhang met de ontginningen die niet veel later volgden, en op de kaart 1935 te zien zijn.

De omvorming van de ontgonnen gronden ten oosten van de Glanerbeekweg tot natuurgebied maakte de weg vrij om ook tot een herinrichting van de Glanerbeek te komen. Deze herinrichting heeft in 2005/2006 plaatsgevonden. Tot aan de plek waar de beek voorheen de Glanerbeekweg kruiste zijn in het kader van de herinrichting zes drempels aangebracht, met als doel de drainerende werking van de beek te laten afnemen. Benedenstrooms van de voormalige kruising is in het kader van de herinrichting parallel aan de gehandhaafde loop (ten westen van de weg) een nieuwe beekloop gegraven (ten oosten van de weg). De nieuwe beekloop heeft een licht kronkelende verloop en is ondiep. De gehandhaafde loop ten westen van de weg betreft een diepe, rechte hoofdwaterloop. Hierlangs vindt afwatering plaats van de landbouwgronden en bebouwde percelen ten noordwesten van het Natura 2000-gebied. Nabij de N35 mondt de ondiepe, nieuwe beekloop uit in de diepe, oude beekloop. Om het grote hoogteverschil tussen beide lopen op te vangen is ook hier een drempel aangebracht, wat het totaal aantal drempels dus op zeven brengt.



Figuur 2.4 Bodemkaart 1:5000, Stichting het Overijssels Landschap, November 1981

Vanuit het westen wateren vanaf de stuwwal via de uitbreidingszone van het natuurgebied drie zijwaterlopen af op de Glanerbeek. De eerste (meest zuidelijke) zijwaterloop watert ter plaatse van de naturistencamping af op de Glanerbeek. De tweede zijwaterloop stroomt ter hoogte van peilbuis B79 het Natura 2000-gebied binnen en de derde zijwaterloop doet dit ter hoogte van peilbuis B76. De tweede en derde zijwaterloop zijn binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied heringericht. De tweede zijwaterloop heeft daarbij een licht kronkelend verloop gekregen, en de derde een sterk kronkelend verloop. De zijwaterlopen zijn ondanks de herinrichting nog steeds behoorlijk diep. Omdat de stuwwal in feite één grote, slecht doorlatende leem- en kleiberg vormt, stroomt via deze zijlopen vooral in neerslagrijke perioden veel water oppervlakkig af naar de Glanerbeek, waardoor er dan dus piekafvoeren optreden, en in perioden zonder neerslag / met een verdampingsoverschot vrijwel geen afvoer aanwezig is.

Sinds 2011 is ook het Duitse bovenloopgebied (van circa 250 ha) weer aan de Glanerbeek gekoppeld. Vanaf de jaren zestig werd dit bovenloopgebied over de rijksgrens, dwars door het veengebied heen, afgewaterd op het systeem van de Flörbach. Aanvankelijk gebeurde dit met een open waterloop, en in 1983 is hiervoor in de plaats een lange duiker / overkluizing aangelegd. Sinds het weer aankoppelen van het bovenloopgebied is het debiet van de Glanerbeek dus weer toegenomen. Om pieken te dempen is direct bovenstrooms van de plek waar het systeem de rijksgrens overschrijdt een retentiebekken aangelegd. Het dempen van de pieken is van belang om inundatie van de laaggelegen gronden langs de beek (zowel van het natuurgebied als van de naturistencamping en het overgangsgebied naar de bebouwing langs de Glanerbeekweg) in extreem natte (winter)perioden tot een minimum te beperken en om de beek gedurende droge perioden (in de zomer) langer watervoerend te houden.

2.7.2 Hoogveen

Voor de vervening van het gebied en het geschikt maken van gronden voor landbouwkundige doeleinden zijn vanaf de rijksgrens tot aan de Glanerbeek van oost naar west verlopende greppels en sloten gegraven. Bij aanvang van het beheer door de stichting (in 1967) zijn (daar waar geen landbouwkundige belangen in het geding waren) veel greppels en sloten al afgedamd, en ook het Middenpad en het wandelpad zijn al lang geleden voor de eerste keer opgehoogd.

Om de hoogveenregeneratie te stimuleren is in de periode tussen 1991 en 1995 (op basis van vooronderzoek) in drie fasen (1991, 1993 en 1995) een vernattingsplan uitgevoerd (Van Ziel, 1991). In het kader hiervan zijn veelal loodrecht op de aanwezige veenwallen nieuwe veenwallen aangelegd en is het Middenpad verder verhoogd. In de laatste fase zijn door ophoging van het grenspad en de verhoogde aanleg van een fietspad ook in het noordelijke deel van het Aamsveen enkele grote compartimenten gevormd. Op deze wijze is een groot deel van het hoogveenrestant in circa 40 compartimenten verdeeld. Afwatering van de compartimenten vindt plaats via overlopen (pvc-duikers met bochtstukken), waarmee het niveau desgewenst geregeld kan worden. Gedetailleerde informatie ten aanzien van het huidige functioneren van de compartimenten en de duikers met bochtstukken is te vinden in paragraaf 5.3 (resultaten inventarisatie oppervlaktewater-systeem).

In 1983 is ter vervanging van de open waterloop een lange duiker op de rijksgrens aangelegd en is de waterloop gedempt. Daarbij is ook getracht om via het aanbrengen van een folie (onder)in het te dempen slootprofiel het versterkt weglekken van veenwater naar de zandondergrond tegen te gaan (Horsthuis en Van Tweel, 2009).

Via de lange duiker lekte (via kieren / vooral ter plaatse van de onderhoudsschachten) echter nog steeds veel water vanuit het hoogveengebied weg. Het weglekken van water

werd aangetoond op basis van debiets- en waterkwaliteitsmetingen die door Waterschap Regge en Dinkel in 2004 zijn uitgevoerd (van Dongen, 2005). Door het weer koppelen van het bovenloopgebied aan de Glanerbeek werd de weg vrijgemaakt om deze lekkage tegen te gaan door middel van het afdichten van de duiker. Hiertoe is in enkele onderhoudsschachten beton gestort. Uit de resultaten van het veldonderzoek volgt in hoeverre deze afdichting succesvol is geweest (zie hoofdstuk 5).

2.7.3 Lagg

De beschrijving van het functioneren van het oppervlaktewaterstelsel in de lagg is gebaseerd op de resultaten van de kartering die in het vroege voorjaar van 2014 is uitgevoerd in het kader van de 'Systeemanalyse dal van de Glanerbeek' (Bell et al., 2016). De resultaten hiervan zijn verwerkt in de oppervlaktewatersysteemkaart (zie figuur 5.2). Deze kaart geeft het ruimtelijke beeld bij de onderstaande beschrijving.

Hoewel in het begin van de jaren negentig een aantal sloten in de voormalige landbouwgebieden in het overgangsgebied van het hoogveen naar de Glanerbeek zijn gedempt, zijn hier bij de veldinventarisatie in het voorjaar van 2014 nog wel op diverse plekken (verlande / afgedamde) slootrestanten en greppels aangetroffen. Tijdens de inventarisatie werd nergens zichtbare oppervlakkige afvoer via deze slootrestanten en greppels geconstateerd. Wel was in een aantal gevallen sprake van lichte aansnijding van de zeer geleidelijk verlopende flank: terwijl ter plaatse van de westelijke uiteinden van de greppel- en slootrestanten het waterpeil direct aan maaiveld lag, lag dit ter plaatse van de oostelijke uiteinden in deze gevallen op 1 à 2 dm -mv. Deze greppel- en slootrestanten draineren dus nog steeds in lichte mate.

In de centrale slenk is tijdens de inventarisatie (en/of op andere momenten dat het gebied in de winter is bezocht) op enkele plekken wel oppervlakkige afvoer geconstateerd. Het betreft hierbij dus afvoer over maaiveld. Via een gat in de wal langs de Glanerbeek watert de centrale slenk af op de Glanerbeek. Vooral ten westen van het Grote Schraalland blokkeren enkele grondwallen de oppervlakkige afvoer via de centrale slenk. Bovenstreams van deze wallen is het peil in de centrale slenk zodoende relatief hoog. Ook elders in de lagg zijn wallen aangetroffen die oppervlakkige waterafvoer in of via de centrale slenk of zijn zijslenken blokkeren.

2.8 Grondwaterstandsverloop

In het natuurgebied functioneert sinds 1995 een hydrologisch meetnet van Landschap Overijssel. In juli 2010 is een peilbuis (met twee filters) van het meetnet van Landschap Overijssel overgenomen door de Provincie Overijssel. Het betreft meetpunt B21BA (NITG-code B35A0183-1 en -2). In 2011 zijn door de Provincie Overijssel in het overgangsgebied naar de Glanerbeek drie peilbuizen bijgeplaatst: B35A0835, B35A0836 en B35A0837. In het kader van deze systeemanalyse zijn eind 2016 / begin 2017 in het natuurgebied verscheidene peilbuizen bijgeplaatst.

In het kader van de eerdere systeemanalyse (Bell Hullenaar & Unie van Bosgroepen, 2016) is met behulp van het programma Menyanthes het grondwaterstandsverloop van de peilbuizen uit dit oude meetnet geanalyseerd en gekarakteriseerd. Om dit op correcte wijze te kunnen doen zijn destijds eerst de meetnetgegevens en meetreeksen gecontroleerd en gecorrigeerd (Bell Hullenaar, 2014). Hier zaten namelijk veel fouten in. De correcties zijn inmiddels ook doorgevoerd in de hydrologische databank Dino. Vervolgens is nagegaan of er binnen de beschikbare meetperiode sprake is geweest van veranderingen die los staan van het verloop van de neerslag en verdamping, ofwel met veranderingen in het functioneren van het systeem samenhangen. Dit bleek in het hoogveengebied niet het geval te zijn. Reden hiervoor is dat de belangrijkste recente ingreep, de compartimentering, al plaatsvond voordat de peilbuizen zijn geplaatst. Wel is uit visuele waarneming (zowel door de opnemer van het meetnet, Kees Rosenbrand, als door de beheerder van het gebied, Harry Koster) bekend dat de waterstand destijds (vooral in de zone tegen het Middenpad aan) in 'aanzienlijke mate' (enkele decimeters) is gestegen. Uit de resultaten van het veldonderzoek, en met name de ecohydrologische dwarsprofielen, wordt dit beeld (althans voor de zone langs het Middenpad) bevestigd (zie paragraaf 5.6).

Vanwege het voorheen ontbreken van peilbuizen in de lagg (althans in Aamsveen-Zuid) kon in het kader van de eerder uitgevoerde tijdreeksanalyse niet worden vastgesteld wat de effecten zijn geweest van het dempen / afdammen van sloten in deze zone, de aanleg van de drempels in de Glanerbeek in 2006 en het aankoppelen van het bovenloopgebied in 2011. Wel is (wederom) op grond van visuele waarneming door de beheerder Harry Koster bekend dat de lagg vooral in samenhang met het hier dempen en afdammen van sloten natter is geworden. De aanleg van de drempels in de Glanerbeek heeft volgens de beheerder vooral geleid tot vernatting van een zone direct langs de beek, en dan met name direct bovenstrooms van de drempels. De aankoppeling van het bovenloopgebied (in 2011) heeft tot een versterking van dit effect geleid.

In het kader van de eerder uitgevoerde tijdreeksanalyse zijn per peilbuis ook de GXG-waarden bepaald: de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) en de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG). In het kader van deze systeemanalyse is de eerdere tijdreeksanalyse geactualiseerd: de (grafieken van de) meetreeksen zijn aangevuld tot en met eind 2017 en ook de GXG-waarden zijn opnieuw bepaald (zie tabel 2.1). Ook is aan de hand van onderlinge vergelijking van de reeksen van de ondiepe filters in het veenpakket en de diepe filters in de zandondergrond nagegaan wat de aard van de verticale waterbeweging is (wegzijging of kwel) in samenhang met de aanwezigheid / de kwaliteit van de stagnerende laag aan de basis van het veenpakket (de veenbasis). De resultaten van de geactualiseerde bepaling van de GXG-waarden van de oude peilbuizen en bepaling van de verticale waterbeweging worden besproken in samenhang met meetresultaten van de nieuwe peilbuizen (in paragraaf 5.5), zodat het meetnet als één geheel kan worden behandeld. In samenhang met de overige resultaten van het veldonderzoek zijn in het vervolg van hoofdstuk 5 gelijk ruimtelijke verbanden gelegd waarmee het waargenomen grondwaterstandsverloop kan worden verklaard.

De nieuwe peilbuizen worden tezamen met de peilbuizen van het oude meetnet ook gebruikt voor de afleiding van de interne effecten van de herstelmaatregelen die op basis van de resultaten van de systeemanalyse naar verwachting uitgevoerd zullen worden. Voor de afleiding van eventuele externe effecten is in oktober 2017 ook een omgevingsmeetnet geplaatst. De wijze van de hydrologische monitoring en de wijze van evaluatie van de meetreeksen is beschreven in het rapport 'Monitoringsplannen Aamsveen' (Bell Hullenaar, 2018).

Tabel 2.1 GXG-waarden voor de peilbuizen van het oude meetnet

meetpunt code	meetperiode	GHG (mNAP)	GVG (mNAP)	GLG (mNAP)	MV	GHG-GLG (m)	GHG (m -mv)	GVG (m -mv)	GLG (m -mv)
B11B B35A0181_1	2012-2017	43,64	43,56	43,40	44,18	0,24	0,54	0,62	0,78
B11A B35A0181_2	2012-2017	43,16	43,07	42,87	44,18	0,29	1,02	1,11	1,31
B12B B35A0182_1	1995-2001 en 2011-2017	43,22	43,06	42,89	43,74	0,33	0,52	0,68	0,85
B12A B35A0182_2	1995-2006 en 2011-2017	43,06	43,02	42,81	43,74	0,25	0,68	0,72	0,93
B21B B35A0183_1	1997-2017	42,73	42,72	42,53	42,88	0,20	0,15	0,16	0,35
B21A B35A0183_2	1997-2017	42,78	42,76	42,57	42,88	0,21	0,10	0,12	0,31
B22B B35A0184_1	1997-2017	42,90	42,85	42,59	42,98	0,31	0,08	0,13	0,39
B22A B35A0184_2	1997-2017	42,70	42,67	42,47	42,98	0,23	0,28	0,31	0,51
B23B B35A0189_1	1996-2017	42,93	42,89	42,63	43,18	0,30	0,25	0,29	0,55
B23A B35A0189_2	2011-2017	42,55	42,50	42,15	43,18	0,40	0,63	0,68	1,03
B42B B35A0191_1	1997-2017	41,66	41,63		41,72		0,06	0,09	
B42A B35A0191_2	1997-2017	41,65	41,60	41,06	41,72	0,59	0,07	0,12	0,66
B43 B35A0192_1	1995-2017	41,95	41,83	40,89	42,05	1,06	0,10	0,22	1,16
B44 B35A0193_1	1996-2004	41,01	40,81	40,31	41,25	0,70	0,24	0,44	0,94
B44 B35A0774_1	2013-2017	41,22	41,08	40,56	41,63	0,66	0,41	0,55	1,07
B17 B35A0194_1	1996-2017	45,89	45,83	45,03	45,93	0,86	0,04	0,10	0,90
B51 B35A0196_1	1996-2017	41,30	41,13	40,21	41,56	1,09	0,26	0,43	1,35
B52 B35A0197_1	1996-2017	41,68	41,57	40,80	42,29	0,88	0,61	0,72	1,49
B35A0835_1	2015-2017	42,97	42,94	42,73	42,89	0,24	-0,08	-0,05	0,16
B35A0835_2	2015-2017	42,58	42,54	42,17	42,89	0,41	0,31	0,35	0,72
B35A0836_1	2015-2017	42,37	42,34		42,41		0,04	0,07	
B35A0836_2	2015-2017	42,37	42,32	41,85	42,41	0,52	0,04	0,09	0,56
B35A0837_1	2015-2017	42,30	42,24	40,51	42,23	1,79	-0,07	-0,01	1,72
B35A0890_1	2015-2017	42,74	42,71	42,51	42,21	0,23	-0,53	-0,50	-0,30

2.9 Vegetatie

2.9.1 Inleiding

Van de originele hoogveenbegroeiingen van bulten en slenken is in het Aamsveen niets overgebleven als gevolg van vervening, ontginning en verdroging. Het grootste deel van het voormalige hoogveen wordt ingenomen door wat in de moderne vegetatiekunde rompen- en derivaatgemeenschappen worden genoemd. In rompgemeenschappen (RG) komen alleen nog kensoorten voor van de hiërarchisch hogere eenheden d.w.z. verbonds-, orde- of klasse-kensoorten. Deze rompgemeenschappen zijn soortenarm en vaak gedomineerd door één of twee soorten in wiens "schaduw" een beperkt aantal andere soorten zich in lage bedekkingen weet te handhaven. In derivaatgemeenschappen (DG) is een soort tot overheersing gekomen die oorspronkelijk niet in de desbetreffende hiërarchisch hogere eenheden voorkwam. Dat kan bijvoorbeeld een invasieve exoot zijn, zoals Amerikaanse vogelkers, maar ook een soort die van nature in een andere vegetatiekundige eenheid voorkwam, maar zich door de gevolgen van menselijke ingrepen in begroeiingen (vegetatiekundige eenheden) heeft kunnen vestigen en uitbreiden waar ze van nature niet in voor kon komen. Adelaarsvaren is daarvan een voorbeeld.

In onderstaande bespreken we de vegetatiekaart zoals die door Van der Veen (2012) is vervaardigd (zie Figuur 2.5). We doen dat aan de hand van het voorkomen van de belangrijkste groepen van plantengemeenschappen van het hoogveen; voor de bespreking van de vegetatie van de lagge verwijzen we naar Bell et al. (2016).

2.9.2 Gemeenschappen van Adelaarsvaren en Pijpenstrootje

In het Aamsveen gaat het in het voormalige hoogveen om de begroeiingen van Adelaarsvaren die een derivaatgemeenschap vormen die vegetatiekundig wordt benoemd als de DG *Pteridium aquilinum-Molinia caerulea-[Calluno-Ulicetea]* (Derivaatgemeenschap van Adelaarsvaren en Pijpenstrootje van de Klasse der droge heiden). Deze gemeenschap vormt over grote oppervlakten heel dichte en hoog opgaande begroeiingen (type 18-1 op de vegetatiekaart). Adelaarsvaren is er vrijwel de enige plantensoort. Deze plantengemeenschap heeft de delen begroeid met de dikste veenpakketten die tegelijkertijd het meest sterk verdroogd zijn.

Deze derivaatgemeenschap van Adelaarsvaren wordt omgeven door begroeiingen waarin Pijpenstrootje domineert. Ook deze begroeiingen zijn ontstaan door vervening, ontginning en verdroging van het oorspronkelijke hoogveen, maar de gevolgen daarvan zijn minder verstrekkend d.w.z. de gemiddelde waterstanden zijn hoger dan die in de Adelaarsvarenbegroeiingen, kunnen in het winterhalfjaar zelfs boven het maaiveld reiken, maar zakken in het zomerhalfjaar weg tot 80 cm onder maaiveld of dieper. Op de vegetatiekaart zijn van de Rompgemeenschap van Pijpenstrootje en Veenpluis (*RG Molinia-caerulea-Eriophorum angustifolium-[Oxycocco-Sphagnetea]*) meerdere vormen onderscheiden. De droogste zijn die met Adelaarsvaren (11-6) en van Pijpenstrootje zonder veenmossen (11-1). Er worden twee nattere vormen met veenmossen onderscheiden: 11-2, een tamelijk natte met Gewimperd veenmos en Gewoon veenmos en 11-3, de natste met Waterveenmos. In 11-2 zullen in het winterhalfjaar geen standen boven maaiveld optreden, in 11-3 wel.

2.9.3 Slenken

De slenken behoren tot het type van Waterveenmos (hoofdgroep 10a in de vegetatietypologie), waarbinnen verschillende typen en vormen worden onderscheiden. Type 10-6 komt vaak voor in de nabijheid van vorm 11-2. Soms zijn beide zo fijnschalig met elkaar vervlochten dat ze op de vegetatiekaart als combinatie zijn weergegeven: 11-2/10-6 of soms, wanneer 10-6 binnen de combinatie het grootse aandeel in de bedekking heeft, als 10-6/11-2. Type 10-6 is een slenkvegetatie van Waterveenmos, waarin Eenarig wollegras meer dan 5% bedekt en die wordt begeleid door slechts één of enkele vaatplanten, zoals Veenpluis, Snavelzegge, Pijpenstrootje en Pitrus. Waterveenmos en Eenarig wollegras vormen een drijvende mat. In deze slenkvegetatie bedekt Gewone dophei minder dan 5%. Vegetatiekundig wordt deze vorm beschouwd als RG Eenarig wollegras (*RG Eriophorum vaginatum [Oxycocco-Sphagnetea]*). De combinatie van 11-2 en 10-6 komt vrijwel steeds voor in de door kaden omgeven bekkens en soms in plagstroken.

Na de aanleg van de bekkens is de verlanding van het open water (tussen de Pijpenstrootjehorsten) begonnen met Waterveenmos (vormen 10-2 of 10-3; zie hieronder). Het Waterveenmos heeft de horsten van Pijpenstrootje overgroeid en in de drijvende veenmosmat wist zich al snel, vaak tegen of op de resten van Pijpenstrootje, Eenarig wollegras te vestigen. Elders raakten de pollen van Pijpenstrootje begroeid met de zogenaamde minerotrafente veenmossen Gewoon veenmos en Gewimperd veenmos. Binnen de veenmossen duiden zulke minerotrafente veenmossen op toevoer van grondwater uit de zandondergrond of op wat voedselrijkere omstandigheden door afbraak van organisch materiaal (Pijpenstrootje, restveen). Kenmerkend voor beide vormen zijn relatief sterk schommelende waterstanden, waarbij in 11-2 (met de minerotrafente veenmossen) geen langdurige inundatie optreedt en in 10-6 (Waterveenmos met Eenarig wollegras), wel. 11-2 is gebonden aan zones met vast veen en 10-6 aan zones met veenputjes in de veenbekkens. Het wijdverbreid voorkomen van deze vegetatietypen van relatief sterk schommelende waterstanden geeft aan dat de waterstanden in de bekkens tamelijk sterk fluctueren en dat vooral in zomers grote verliezen zullen optreden. Het vegetatietype van Eenarig wollegras en Waterveenmos zal vermoedelijk gemiddeld natter zijn dan dat van Pijpenstrootje met de genoemde minerotrafente veenmossen.

Wanneer de waterstanden hoog en heel stabiel zijn en zich aan of iets boven maaiveld bevinden is de Associatie van Veenmos en Snavelbies (*Sphgano-Rhynchosporium albae*) aanwezig. Deze vegetatie van goed ontwikkelde slenken in hoogvenen komt over heel kleine oppervlakten voor op drijftillen in bekkens met stabiel hoge standen in het westelijke deel van het vroegere hoogveen. Het type (10A2-1: hoogveenslenk, typische vorm van het type van Witte snavelbies en/of Ronde zonnedaauw) groeit er tussen andere, minder goed ontwikkelde begroeiingen van slenken van Waterveenmos: 10-4, 10-5 en 10-6, respectievelijk vorm met Snavelzegge, vorm met Veenpluis en type met Eenarig wollegras. De vormen met Snavelzegge en Veenpluis zijn ten opzichte van het type met Eenarig wollegras gekenmerkt door langdurig hogere standen boven of aan maaiveld. De vorm van Snavelzegge behoort vegetatiekundig tot de Rompgemeenschap van Snavelzegge van de klasse der hoogveenslenken (*RG Carex rostrata-[Scheuchzerietea]*), de vorm van Veenpluis tot Rompgemeenschap van Veenpluis van de klasse der hoogveenslenken (*RG Eriophorum angustifolium-[Scheuchzerietea]*).

De veel slechter ontwikkelde begroeiingen van slenken worden gerekend tot de vormen 10-1, 10-2 en 10-3. Dit zijn door Pijpenstrootje gedomineerde begroeiingen die door Van der Veen (2012) als respectievelijk vorm van Pitrus, dominantievorm van Waterveenmos en vorm van Pijpenstrootje beschreven zijn. Al deze slenken zijn gekenmerkt door grote waterstandsschommelingen, zoals wordt geïndiceerd door de dominantie van Pijpenstrootje (in alle typen) en Pitrus (in 10-1). Het voorkomen van Pitrus geeft aan dat voedselrijke omstandigheden heersen. De typen zijn zeldzaam, waarbij type 10-3 beperkt is tot het noordoosten.

2.9.4 Bulten

Nauw verwant aan het type van Waterveenmos met Eenarig wollegras (10-6) is type 11-7: type van Eenarig wollegras en Gewone dophei. Dit is echter een bultvormende gemeenschap waarvan het aspect wordt bepaald door Eenarig wollegras (meer dan 5% bedekkend) en Gewone dophei (frequent of meer optredend) en/of Pijpenstrootje, dat nog steeds beeldbepalend kan zijn. Ook dit type wordt vegetatiekundig gerekend tot de RG Eenarig wollegras (*RG Eriophorum vaginatum [Oxycocco-Sphagnetea]*). Het groeit net als vorm 11-2 en type 10-6 in de bekkens en vormt hiermee een fijn tot zeer fijn mozaïek van begroeiingen die verwantschap bezitten met bultvormende begroeiingen. De typen met Eenarig wollegras (10-6 en 11-7) zijn echter voedselarmer dan de Pijpenstrootje-begroeiingen met Gewoon veenmos en Gewimperd veenmos (11-2). Type 11-7 komt binnen de reeks van bekkens het meest westelijk voor d.w.z. het meest stroomafwaarts, terwijl 11-2 en 10-6 veelal oostelijker d.w.z. meer stroomopwaarts voorkomen. Het lijkt erop dat stroomafwaarts in de bekkens door langdurige toestroming van bovenstrooms water, stabielere hoge waterstanden optreden.

De meest stabiele, nooit onder water staande standplaatsen worden ingenomen door de type 11B1-1 en 11B-1. Dat zijn bultvormende begroeiingen met Wrattig veenmos die vegetatiekundig tot de Associatie van Gewone dophei en Hoogveenveenmos (*Erico-Sphagnetum*) wordt gerekend. Volgens Van der Veen (2012) treden hierbinnen soms veenmossen van wat rijkere groeiplaatsen als Gewoon veenmos en Gewimperd veenmos of van slenkmilieus zoals Fraai veenmos en Waterveenmos op. Gewone dophei komt met erg lage bedekkingen voor, terwijl Pijpenstrootje overheerst. Het bijzondere is het plaatselijk frequent optreden van Riet. Verder komen Lavendelhei, Ronde zonnedauw, Fraai veenmos, Gewimperd veenmos, Gewoon veenmos en Zacht veenmos voor. De waterstandsschommelingen van goed ontwikkelde bulten zijn beperkt tot 30 cm (Schouten, 2002). Het voorkomen van minerotrafente veenmossen en de hoge bedekking van Pijpenstrootje duiden vermoedelijk op grotere fluctuaties die samenhangen met hun standplaats op vaste veenbodem. Op één plek komt in 11B1-1 ook Hoogveenveenmos voor, over een oppervlakte van meer dan 100 m², waarbij de vegetatie uitstijgt boven die van zijn omgeving. Die plek classificeert voor het habitattype Actief hoogveen (op landschapsschaal; H7110_A; Jansen et al., 2013) d.w.z. dat er acrotelmcondities voorhanden zijn; de waterstandsschommelingen zullen er ten hoogste 30 à 40 cm bedragen. Uit waterstandsmetingen blijkt dat de waterstanden hier slechts circa 20 cm fluctueren. Deze begroeiingen van hoogveenbulten komen met (heel) kleine oppervlakten voor in het westelijk deel, in veenputten en depressies rond het Middenpad.

2.9.5 Natte heiden

Natte heiden worden in de vegetatietynologie van Van der Veen (2012) gerekend tot de subgroep van vochtige tot natte heiden. Gewone dophei is meestal de aspectbepalende soort. Struikhei komt minder voor dan Gewone dophei. De vochtige tot natte heiden kunnen zeer soortenarm zijn, met Gewone dophei vrijwel als enige soort, of met een hoge bedekking van Pijpenstrootje, waarbij Gewone dophei ten minste 5% bedekt. Goed ontwikkelde natte heiden zijn rijk aan veenmossen: Zacht veenmos, Kussentjesveenmos en Week veenmos, waarbij in de natste vormen Waterveenmos en Fraai veenmos groeien. Op plagplekken in de vochtige tot natte heide treden Bruine snavelbies en Kleine zonnedauw op de voorgrond; Gewone dophei komt slecht met lage bedekkingen voor in dit pionierstadium van de natte heiden. Soorten van hoogveen komen nauwelijks of niet voor. Het kan gaan om Hoogveen-veenmos, Lavendelhei en Kleine veenbes, die hooguit hier en daar voorkomen, maar nooit gezamenlijk. De bedekking van Eenarig wollegras is minder dan 5%.

Binnen de natte heiden zijn door Van der Veen (2012) meerdere vormen en typen onderscheiden:

- 11A-1 is de soortenarme vorm. Deze komt vooral voor op minerale podsolgronden rond het Middenpad, westelijk van de Glanerbeek en op dunne restveenpakketten tegen de grens binnen vlakken met andere vormen of typen van vochtige heiden. Hier en daar is het in kleine oppervlakten gevonden in de meest westelijke veenputten in de nabijheid van matig ontwikkelde slenktypen. In de veenputten geeft deze soortenarme vorm aan dat zich bij gunstiger (nattere) omstandigheden soortenrijke hoogveenbulten zouden kunnen ontwikkelen. Vegetatiekundig behoort deze soortenarme gemeenschap tot de Rompgemeenschap van Gewone dophei-[Klasse van de hoogveenbulten en natte heiden] (RG *Erica tetralix*-{*Oxycocco-Sphagnetetea*}).
- 11A2-1 Vorm met Blauwe zegge. Deze vorm komt alleen voor ten westen van het Middenpad in de lagg op minerale bodems en wordt daarom hier niet verder besproken.
- 11A2-2 Vorm met veenmossen van natte heide. Dit type komt overwegend voor ten westen van het Middenpad, maar met enkele kleine plekken ook op restveenafzettingen in het oosten in de zone met door Pijpenstrootje gedomineerde begroeiingen uit de Rompgemeenschap van Pijpenstrootje en Veenpluis. Deze vorm is vegetatiekundig te typeren als een typische subassociatie van de natte heide (*Ericetum tetralicis typicum*).
- 11A2-3 Vorm met Waterveenmos. Dit is de natste vorm van de natte heide met langdurige waterstanden aan of boven maaiveld en wordt vegetatiekundig beschouwd als een vorm van de veenmosrijke natte heide (*Ericetum tetralicis sphagnetosum*). Het komt met kleine oppervlakten voor in de meest westelijke bekkens in fijnschalige combinatie of mozaïek met 11B1-1 (hoogveenbulten met Wrattig veenmos) en in het noorden buiten de veenputten met 10.5 (Hoogveenslenk, vorm van Veenpluis) en ten westen van het Middenpad in een uitloper van het hoogveen met 10A2-1 (hoogveenslenk, typische vorm van het type van Witte snavelbies en/of Ronde zonnedauw; zie hierboven). Dit type geeft aan dat natte omstandigheden heersen, maar de laagste standen zakken nog zo ver weg dat er geen begroeiingen ontstaan van de hoogveenbulten (Associatie van Gewone dophei en Hoogveevenmos).
- 11A2-4 Vorm met hoogveensoorten. Deze vorm komt voor in de meest westelijke bekkens en westelijk daarvan aan weerszijden van het Middenpad. Het komt daar voor over kleine oppervlakten in fijnschalige combinatie of mozaïek met 11.7 (hoogveenslenken, type van Eenarig wollegras en Gewone dophei). Vegetatiekundig kan het worden beschouwd als een typische subassociatie van de natte heiden. De waterstanden zijn stabiel dan in de vorm met Waterveenmos, maar nog niet zo hoog en stabiel dat meerdere soorten van hoogveenbulten in hoge bedekkingen voorkomen. Mogelijk vormt deze vorm een overgang (in de tijd) naar de echte begroeiingen van hoogveenbulten.
- 11A1-1 en 11A1-2: Respectievelijk vorm van Bruine snavelbies en vorm van Moeraswolfsklauw van het type van snavelbiezen en Kleine zonnedauw. Beide vormen zijn aangetroffen ten westen van het Middenpad op podzolen en verder westelijk aan de overzijde van de Glanerbeek, zowel in het zuiden als het noorden. Het gaat om plagplekken in de (vergraste) natte heiden met typen die tot de Associatie van Moeraswolfsklauw en Snavelbiezen (*Lycopodio-Rhynchosporium*) worden gerekend.

2.9.6 Wilgenstruwelen

Wilgenstruwelen staan op standplaatsen met sterk wisselende grondwaterstanden. 's Winters staan deze onder een dikke laag regenwater (Geoorde wilg) of een mengsel van regen- en grondwater (Grauwe wilg) of van vermist regenwater (Grauwe wilg). Struwelen van Geoorde wilg staan dan ook op zuurdere standplaatsen dan die van Grauwe wilg. 's Zomers zakken de waterstanden tot 60 à 80 cm onder maaiveld uit. Grauwe wilg groeit op minerale bodems, Geoorde wilg op veen of venige bodems. De struwelen zijn soortenarm en vaak erg slecht doordringbaar.

In de struiklaag van Grauwe-wilgenstruwelen wordt Grauwe wilg vaak vergezeld door Vuilboom en Lijsterbes. De aanwezigheid van Wilde gagel wijst op relatief schrale omstandigheden, waarbij Zachte berk dan de meest voorkomende boomsoort is. Het door Van der Veen (2012) onderscheiden vorm van Wilde gagel en Grauwe wilg met veenmossen (36A-1) is niet te vinden op de vegetatiekaart en wordt hier daarom niet verder beschreven. De grote variatie in standplaatsen zorgt voor grote verschillen in de soortensamenstelling in de kruidlaag. Van der Veen (2012) onderscheidt drie vormen: de typische vorm (36A2-1), de vorm met ruigtekruiden zoals Liesgras, Klein kroos en Grote brandnetel (36A2-2) en de vorm met zure soorten (36A2-3), d.w.z. met soorten van de zure Kleine-zeggenmoerassen (*Parvocaricetea*) zoals Zompzegge, Waternavel, Hennegrass, Zwarte zegge en veenmossen. Vegetatiekundig worden deze struwelen toegedeeld aan de Associatie van Grauwe wilg (*Salicetum cinereae*). De struwelen van Grauwe wilg ontbreken op de dikkere veenpakketten en zijn beperkt tot het noordelijk deel, zowel nabij de grens als verder westelijk. Voorts staat het op meerdere plaatsen in de lagg.

De kruidlaag van Geoorde wilgstruwelen (type 36A1-1 in Van der Veen (2012)) is gekenmerkt door Pijpenstrootje, Gewone dophei en diverse soorten van matig tot zwak zure omstandigheden, zoals Melkeppe, Moerasstruisgras en Wateraardbei, alsmede de minerotrafente veenmossen Gewoon -, Fraai - en Slank veenmos. Naast Geoorde wilg als de meest voorkomende wilgensoort komt Wilde gagel hooguit frequent voor. Deze struwelen zijn vooral in het noordoosten, in het vroegere hoogveen, over grotere oppervlakten te vinden. Ze vormen mozaïeken met soortenarme Pijpenstrootje-begroeiingen (10-3 en 11-2), Rompgemeenschappen van Pijpenstrootje van de Berkenbroeken (11A-1) en struwelen van Grauwe wilg met soorten van de zure Kleine-zeggenmoerassen (36A2-3).

Duidelijk is dat wilgenstruwelen in het zuidoostelijke deel van het Aamsveen ontbreken, daar waar de bekkens zijn aangelegd.

2.9.7 Berkenbroeken, gagel- en vuilboomstruwelen

Het Berkenbroek bestaat uit structuurarme bossen met Zachte berk als overheersende boomsoort in de boomlaag. In de struiklaag kan Wilde gagel voorkomen. Van der Veen (2012) heeft een onderscheid gemaakt in slecht en goed ontwikkelde Berkenbroeken. In de slecht ontwikkelde (40A-1, 40A-4) ontbreken de kenmerkende soorten en hebben veenmossen een heel lage bedekking. Pijpenstrootje is dominant in de kruidlaag (vorm 40A-1) of Wilde gagel in de struiklaag (vorm 40A-4). Verder onderscheidt Van der Veen twee beter ontwikkelde typen Berkenbroek: Berkenbroek met Veenmossen (Gewoon-, Fraai en Gewimperd veenmos, 40A-2). Hoewel in deze vorm Pijpenstrootje nog aanzienlijke bedekkingen kan bereiken is het aanzienlijk natter dan de soortenarme vorm zonder veenmossen (40A-1): de gemiddelde waterstanden zijn hoger en zakken 's zomers minder diep weg.

Het zijn soortenarme bossen van verdroogde standplaatsen met lage grondwaterstanden, zeker gedurende het zomerseizoen. De vorm met Pijpenstrootje (40A-1) is vegetatiekundig te typeren als de Rompgemeenschap van Pijpenstrootje van het Verbond van de Berkenbroeken (RG *Molinia caerulea*-[*Betulion pubescentis*]). De vorm van Wilde gagel (40A-4) heeft betrekking op gagelstruwelen met een lage open boomlaag van Zachte berk, waardoor het zich onderscheidt van typen van Wilde gagel binnen de Klasse der hoogveenbulten en natte heiden en binnen de Klasse der Wilgenstruwelen. Pijpenstrootje is in de kruidlaag van deze struwelen vaak aspectbepalend. Wilde gagel kent een bedekking van ten minste 40%. Vegetatiekundig behoren deze struwelen tot de Rompgemeenschap van Wilde gagel van het Verbond van de Berkenbroeken (RG *Myrica gale*-[*Betulion pubescentis*]).

Net als de wilgenstruwelen ontbreken ook Berkenbroeken (type 40A-1 en 40A-2) in het zuidoosten van het reservaat. De vorm van Pijpenstrootje (40A-1) kan aangetroffen worden over aanzienlijke oppervlakten op de hogere zandkoppen in de lagg en in het noordoostelijke deel van het Aamsveen dat sterk is ontwaterd en waar het hoogveen grotendeels is afgegraven. Het komt voor in afwisseling met soortenarme slenkbegroeiingen van Pijpenstrootje (10-3) en soortenarme heiden met dominantie van Pijpenstrootje (11-2) en verder samen met struwelen van Grauwe wilg (nattere standplaatsen dan Berkenbroeken, die langduriger zijn overstroomd met zuur regenwater), struwelen van Geoorde wilg (36A1-1) en Berkenbroek met Wilde gagel (40A-3) en Berkenbroek met Wilde gagel en veenmossen 40A-4). De laatstgenoemde typen zijn zeldzaam en komt op één plaats voor in de lagg. Het ontbreekt in het hoogveen.

In de lagg komt 40A-1 voor samen met Berkbroek met Veenmossen (40A-2). Dat laatste type staat voornamelijk hellingafwaarts van de Soortenarme bossen van voedselarme bodems (vormen en typen uit hoofdgroep 42) en vormt mozaïeken met droge, soortenarme rompgemeenschappen van Pijpenstrootje (11-1) en Vuilboomstruwelen 36A-2). In de Vuilboomstruwelen komen Wilde gagel en Geoorde wilg hooguit frequent voor (Van der Veen, 2012). Hun kruidlaag wordt voornamelijk gevormd door Pijpenstrootje, Hennegras en/of braam. Deze soortencombinatie geeft aan dat het verdroogde standplaatsen betreft met sterk schommelende waterstanden en een aanzienlijke mineralisatie van organisch materiaal. Buiten de lagg komen Vuilboomstruwelen over betrekkelijk grote oppervlakten voor in het noordoostelijke deel van het Aamsveen. Ze ontbreken, net als de Berkenbroeken en de wilgenstruwelen in het zuidoosten. Daar heersen blijkbaar nattere omstandigheden en wordt boomopslag op de drogere delen intensiever verwijderd, waardoor het geen gelegenheid krijgt uit te groeien tot bos of struweel.

2.9.8 Pitrusruigten en voedselrijke graslanden

In het noordoosten van het Aamsveen komen op de vroegere, intensief bemeste graslanden natte Pitrusruigten (vorm 09-1) voor. Pitrus is er dominant en wordt er soms vergezeld door zuurminnende soorten als Kleine waternavel en Moerasstruisgras. Vegetatiekundig zou deze begroeiing het best als een derivaatgemeenschap van Pitrus van de Klasse der Kleine zeggen (DG *Juncus effusus*-[*Parvocaricetea*] kunnen worden beschreven.

Bij verdere verschraling kunnen zulke graslanden op zure, wisselnatte en voedselrijke standplaatsen overgaan in wisselnatte graslanden met Fioringras (12B-1, 12B1-1 en 12B-2). Deze soortenarme graslanden horen vegetatiekundig thuis in het Zilver schoon-verbond (*Lolio-Potentillion*) en zijn gekenmerkt door 's winters hoge grondwaterstanden (aan of op maaiveld door stagnerend regenwater) en 's zomers diep wegzakkende grondwaterstanden (60 cm en meer). Op drogere, hooguit vochtige standplaatsen ontwikkelen zich bij verdere verschraling graslanden uit de subgroep van de Soortenarme graslanden met Gestreepte witbol, Gewoon reukgras en/of Gewoon struisgras. Dit zijn vochtige, vrij soortenarme graslanden met Gestreepte witbol, Gewoon reukgras, Gewoon struisgras en Rood zwenkgras. In de wat soortenrijkere typen en vormen komen regelmatig Pinksterbloem, Gewone hoornbloem, Smalle weegbree, Scherpe boterbloem en Veldzuring voor. Ze behoren vegetatiekundig tot de Rompgemeenschap van Gestreepte witbol van de voedselrijke graslanden (vormen 16-1 en 16-2; RG *Holcus lanatus*-[*Molinio-Arrhenatheretea*]) of tot de Kamgrasweiden (vormen 16-3 t/m 16-6; *Lolio-Cynosuretum*). De rompgemeenschap van Gestreepte witbol is op enkele percelen gekarteerd in het noordoosten. Kamgrasweiden zijn aangetroffen in het noorden en op één plek in het zuiden van het vroegere, thans ontgonnen hoogveen en verder in de lagg c.q. voormalige landbouwgraslanden bij de Glanerbeek.

2.9.9 Voorkomen van veenmossen

Tijdens de vegetatiekartering heeft Van der Veen (2012) ook de verspreiding van enkele bultvormende veenmossen van hoogvenen in beeld gebracht (Figuur 2.6). De belangrijkste bultvormer van hoogvenen in het Aamsveen is momenteel Wrattig veenmos.

In het noord(oost)en ontbreken bultvormende veenmossen van hoogvenen vrijwel. In de lagg, in het westelijke deel zijn deze veenmossen aanwezig, maar met uitzondering van één locatie niet algemeen. Het meest wijdverbreid en in de meest hoge bedekkingen zijn ze te vinden in het zuidelijke deel en dan vooral in een tamelijk brede zone in de bekkens direct ten oosten van het Middenpad. Daar bevindt zich ook een uitgebreide groeiplaats van Hoogveenveenmos. Deze locatie voldoet aan de criteria voor Actief hoogveen (op landschapsschaal; H7410_A; Jansen et al., 2013). Opvallend is dat op deze locatie, maar ook elders in de zone met bultenvormende veenmossen van hoogvenen, veel en hoge bulten van Gewoon veenmos en in mindere mate Gewimperd veenmos voorkomen, waarin Wrattig veenmos en Hoogveenveenmos zich hebben weten te vestigen en zich hebben uitgebreid. Waarschijnlijk is dat te danken aan de stabiele waterstanden in combinatie met de toestroming van kooldioxiderijk grondwater, wat zorgt voor het op gang komen van de groei van bultvormende veenmossen (Tomassen et al., 2003).

Legenda

interne meetnet

- peilbuis
- tijdelijke peilbuis

omgevingsmeetnet

- peilbuis
- oppervlakteaterstandsmeetpunt

stuw / drempel

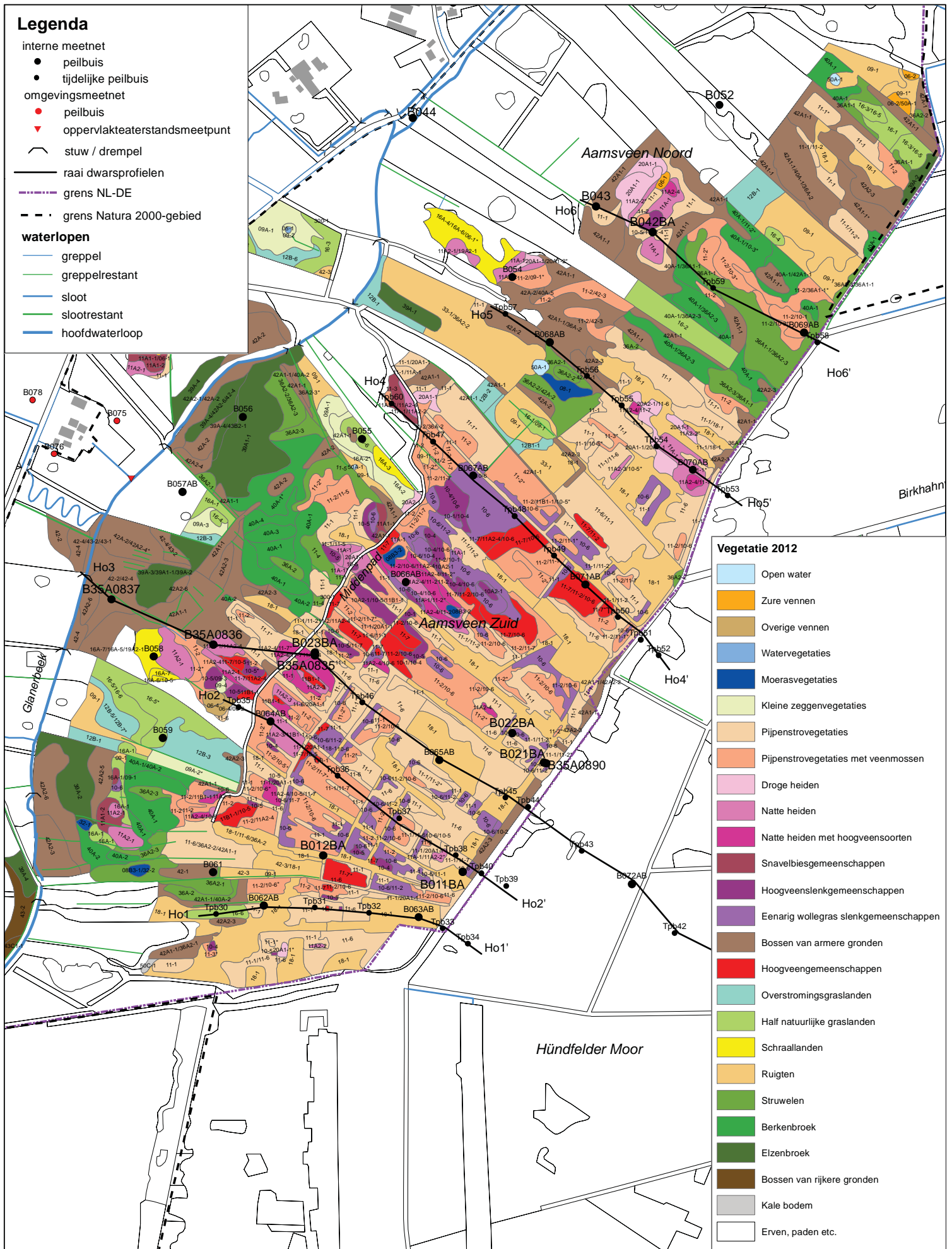
raai dwarsprofielen

— grens NL-DE

- - - grens Natura 2000-gebied

waterlopen

- greppel
- greppelrestant
- sloot
- slootrestant
- hoofdwaterloop



Vegetatie 2012

- Open water
- Zure vennen
- Overige vennen
- Waternvegetaties
- Moerasvegetaties
- Kleine zeggenvegetaties
- Pijpenstrovegetaties
- Pijpenstrovegetaties met veenmossen
- Droge heiden
- Natte heiden
- Natte heiden met hoogveensoorten
- Snavelbiesgemeenschappen
- Hoogveenslenkgemeenschappen
- Eenarig wollegras slenkgemeenschappen
- Bossen van armere gronden
- Hoogveengemeenschappen
- Overstromingsgraslanden
- Half natuurlijke graslanden
- Schraallanden
- Ruigten
- Struwelen
- Berkenbroek
- Elzenbroek
- Bossen van rijkere gronden
- Kale bodem
- Erven, paden etc.

Figuur 2.5 Vegetatiekaart (Altburg & Wymenga, 2013)

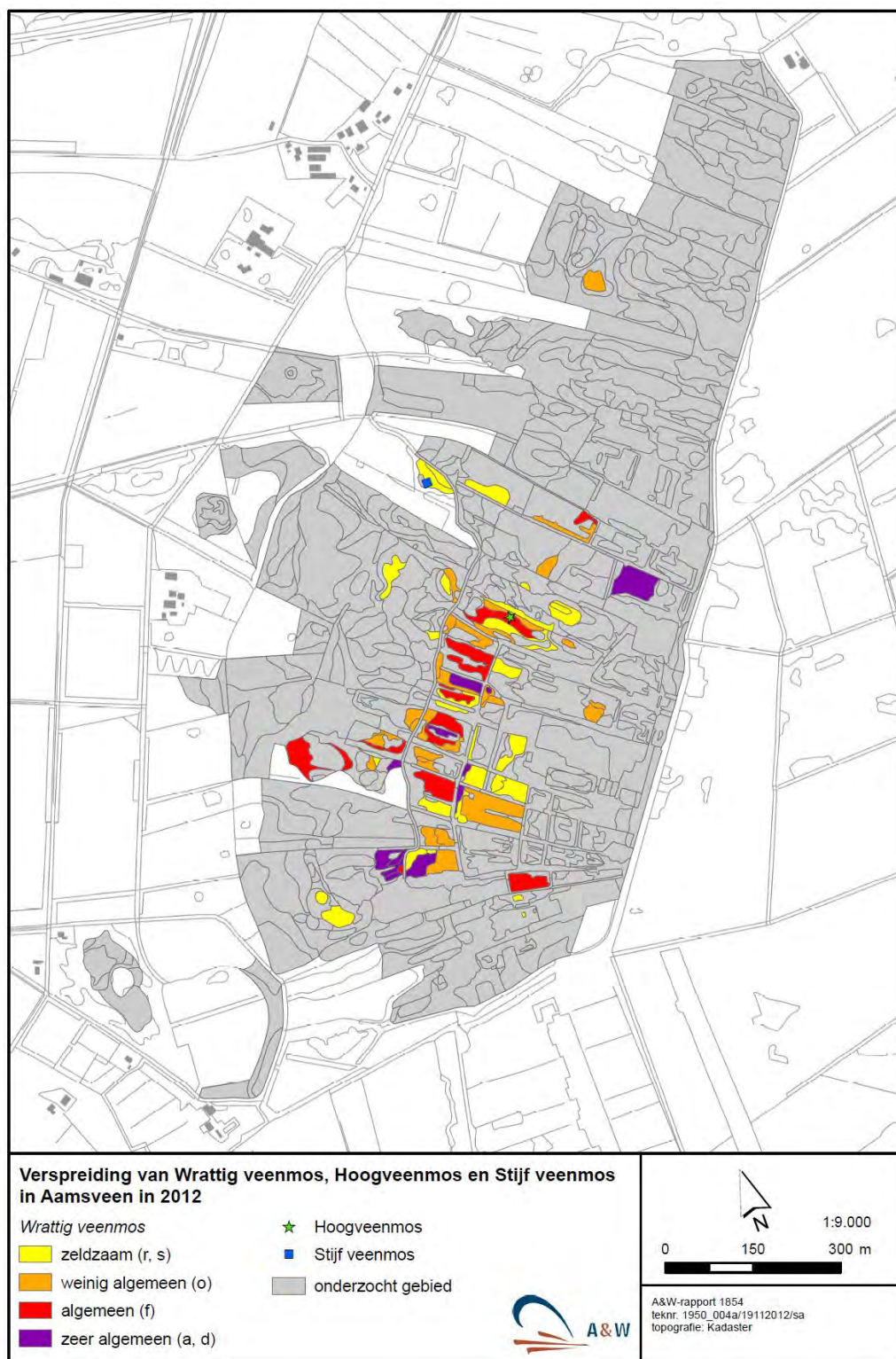
2.9.10 Resumé

Op basis van de vegetatie kan het vroegere hoogveenlandschap van het Aamsveen worden onderverdeeld in de voormalige lagg in het westen, die doorsneden wordt door de Glanerbeek, en het vroegere hoogveen. In de voormalige lagg komen pleksgewijs nog plantengemeenschappen voor die door grondwater worden gevoed of dat tot in de jaren 1950 nog waren. Voor een uitgebreide beschrijving verwijzen wij naar Bell et al. (2016). Het hoogveen ligt in het oosten. De grens tussen hoogveen en lagg ligt ter hoogte van het Middenpad. Binnen het hoogveen kan een duidelijk onderscheid worden gemaakt in het zuidelijke deel en het noordelijke deel.

Het noordelijke hoogveendeel is sterk aangetast door de vroegere ontwatering en de vele, diep instekende voormalige landbouwontginningen. De sterke aantasting van het noordelijke deel uit zich duidelijk in de vegetatie. Goed ontwikkelde plantengemeenschappen van hoogvenen (bulten en slenken) en natte heiden ontbreken. De niet ontgonnen gedeelten bestaan uit soortenarme begroeiingen van Adelaarsvaren (op de resterende dikkere veenpakketten), Pijpenstrootje (op dunne(re) restveenpakketten) en Gewone dophei of zijn verbost of verstruweeld. De bossen behoren tot de zure bossen van de arme zandgronden (op minerale bodems) en de soortenarme, slecht ontwikkelde Berkenbroeken (op wat dikker restveen); de struwelen hoofdzakelijk tot de soortenarme struwelen van Vuilboom, Geoorde wilg (op restveen) en Grauwe wilg (op minerale bodems). De ontgonnen delen zijn vooral gekenmerkt door Pitrusruigten of door soortenarme graslanden van voedselrijkere standplaatsen waarin Fioringras of Gestreepte witbol domineren.

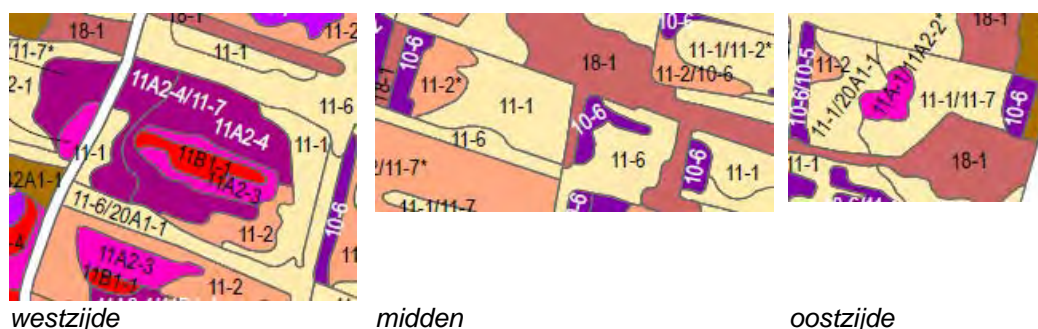
Het zuidelijke hoogveendeel ligt er op veel plaatsen aanzienlijk beter bij, hoewel ook hier grote oppervlakten bestaan uit soortenarme begroeiingen van Adelaarsvaren (op de resterende dikkere veenpakketten), Pijpenstrootje (op dunne(re) restveenpakketten) en Gewone dophei. In de bekkens hebben zich over grotere oppervlakten, maar in fijnschalige mozaïeken, plantengemeenschappen van hoogvenen ontwikkeld, die een duidelijke gradiënt laten zien gaande van oost naar west (Figuur 2.7): soortenarme Pijpenstrootjebegroeiingen zonder veenmossen (11-1 en 11-6), soortenarme Pijpenstrootjebegroeiingen met veenmossen (11-2 en 11-3), zwak ontwikkelde hoogveenslenkgemeenschappen van Waterveenmos met Snavelzegge, Veenpluis of Eenarig wollegras (respectievelijk 10-4, 10-5 en 10-6), goed ontwikkelde hoogveenslenkgemeenschappen (10A2-1) en soms ook bultvormende gemeenschappen van hoogvenen (typen 11B1-1 en 11B-1) of natte heiden(11A2-4). Bultvormende veenmossen van hoogvenen komen hoofdzakelijk voor – en vaak (zeer) algemeen – in het meest westelijke deel van deze gradiënt, in de bekkens direct ten oosten van het Middenpad (Figuur 2.6).

Deze gradiënt in vegetatietypen en in het voorkomen van bultvormende veenmossen van hoogvenen laat zien dat in westelijke richting, dat wil zeggen, in de richting van de rand van het vroegere hoogveen, de gemiddelde waterstanden in de bekkens met open water hoger zijn dankzij de aanwezigheid van goed ontwikkelde drijftillen. In het oosten, in de vaste veenbodems, liggen de waterstanden ten opzichte van maaiveld lager. Dit verklaart het verschil in vegetatiesamenstelling.



Figuur 2.6: Verspreiding en mate van voorkomen van bultvormende veenmossen.
Bron: Van der Veen (2012).

Ook binnen de bekkens of compartimenten is een opvallende gradiënt in vochtcondities zichtbaar (Figuur 2.7): aan de oostzijde - de bovenstroomse zijde - zijn drogere begroeiingen aanwezig dan aan de westzijde - de lagere, benedenstroomse zijde. Binnen de compartimenten vindt telkens opstuwing plaats en in meest stroomafwaarts gelegen compartimenten wordt het meeste water vastgehouden. In het westelijke, stroomafwaartse deel van een bekken is het water bovendien dieper, aangezien hier het veen voor de wallen rond de bekkens is uitgegraven. Opstuwing en grotere waterdiepte zorgen samen voor vanuit het oogpunt van de planten stabielere waterstanden en begunstigen daarmee het ontstaan van goed ontwikkelde, veenmosrijke slenkbegroeiingen. In de meest westelijke compartimenten zijn de oppervlakten van slenkbegroeiingen het grootst en het best ontwikkeld; alleen daar komen de beter ontwikkelde bultvormende gemeenschappen van hoogveen en natte heiden voor.



Figuur 2.7: Vegetatietypen in compartimenten (bekkens) gaande van west naar oost. De belangrijkste vegetatietypen zijn:

- Purper (18-1): soortenarme begroeiingen van Adelaarsvaren;
- Crème: soortenarme, Pijpenstrootjebegroeiingen van droge standplaatsen (11-1, 11-6);
- Crème: soortenarme, Pijpenstrootjebegroeiingen van wisselnatte standplaatsen (11-2, 11-7);
- Paars: slenken van Waterveenmos en Eenarig wollegras (10-6);
- Fuchsia: bultvormende gemeenschappen van natte heide met hoogveensoorten (11A2-4) en Eenarig wollegras en Gewone dophei (11-7)
- Rose: veenmosrijke natte heide met waterveenmos (11A2-3) of soortenarme (verdroogde) natte heide (11A-1)
- Rood: bultvormende hoogveenbegroeiingen met Wrattig veenmos van de Associatie van Gewone dophei en Hoogveenveenmos (11B1-1)

3 Bodemonderzoek

(door J. Sevink & A.J.M. Jansen)

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt het bodemonderzoek behandeld, uitgevoerd door J. Sevink en B. van Duin in september 2017. In paragraaf 3.2 wordt de methode beschreven. In paragraaf 3.3 worden de resultaten behandeld. Eerst worden per raai de boorresultaten gepresenteerd. Hierna volgt een bespreking voor de twee hoofdonderdelen van het hoogveenlandschap: de lagg, met in de ondergrond relatief ondiep voorkomende keileem en basenrijker grondwater, en het hoogveen, bestaande uit een mozaïek van onvergraven dik hoogveen en meer of minder vergraven delen met restveen, maar ook recent ontstane veenmosvenen. De grens tussen de lagg en het hoogveen ligt globaal bij het Middenpad. Besloten wordt met een integratie van de resultaten.

3.2 Methode

De boringen zijn uitgevoerd langs de bestaande raaien met peilbuizen en vrijwel altijd binnen 1 m van een bestaande peilbuis. Waar afstanden tussen peilbuizen groot waren, zijn tussenboringen geplaatst. Aanvullende boringen zijn ook uitgevoerd rond het Middenpad. Voor de locaties van de boringen wordt verwezen naar figuren 3.1a (AHN-kaart met boorlocaties) en 3.1b (topografische kaart met boorlocaties). Coördinaten van de boorpunten, inclusief de hoogte t.o.v. NAP zijn ingemeten met een DGPS.

De boringen zijn uitgevoerd met een Edelmanboor of een gutsboor tot in de minerale ondergrond (voor zover dit mogelijk was met genoemde boren en met de hand). Bij de beschrijving van de bodems zijn kenmerken vastgesteld als vermeld in bijlage 2A. De pH is gemeten met behulp van een pH-indicatorpapier (Merck, MColorpHast pH indicator strips non-bleeding pH 2.0-9.0) en moet gezien worden als indicatief voor de feitelijke pH. Waar grondwater in het boorgat aanwezig was is deze met dit pH-papier gemeten. Bij ontbreken van grondwater is een grondmonster met aqua dest verzadigd en daarna met een pH-papier gemeten.

Bij de beschrijving van het veen is vastgelegd wat de dominante veenvormende plantensoorten zijn, waarbij de variatie zeer beperkt bleek te zijn. Het betreft vooral Veenmos (*Sphagnum spec.*) en Eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*), met daarnaast aan de basis van het veenpakket soorten die indicatief zijn voor voedselrijkere omstandigheden zoals Zwarte els (*Alnus glutinosa*), zeggen (*Carex spec.*) en Veenbloembies (*Scheuchzeria palustris*). Waar niet-identificeerbaar hout voorkwam is dit als 'hout' aangegeven. De mate van humificatie/omzetting van het veen is weergegeven in 3 klassen, waarbij gebruik is gemaakt van een indeling volgens de US-Soil Taxonomy (fibric, hemic, sapric), gebaseerd op het zogenaamde fiber-content (gehalte herkenbare plantenvezels, zie bijlage 2B).

Bekend van Nederlandse venen is het voorkomen van gliede, maar ook van organische lagen bestaande uit detritisch, zeer fijn verdeeld organisch materiaal, dat kan worden gekarakteriseerd als gyttja, meerbodemafzetting of zwaar verweerd en veraard laagveen. Het betreft sterk omgezet, maar niet dispers en ingespoeld organisch materiaal ('gliede'), dat gelaagd kan zijn, een zekere minerale component (klei of leem) kan hebben en een donkere kleur heeft, maar niet de typische 'pekachtige' kenmerken van gliede. Korthedshalve wordt aan dit type materiaal gerefereerd als "gyttja". Op de overgang van de minerale ondergrond kunnen naast meerbodemafzettingen, ook zeggenvveen (gevormd

in kleine-zeggenmoerassen, al dan niet met *Hypnaceae*-veen) en broekveen (meestal een combinatie van zeggenresten en houtresten van Zwarte els) voorkomen. De aard van deze overgangslaag tussen minerale bodem en het veenmosveen geeft wezenlijke informatie over de condities waaronder uiteindelijk hoogveen tot ontwikkeling kon komen.

Bij de beschrijving van de minerale ondergrond wordt de horizontindeling van de Nederlandse bodemclassificatie gehanteerd. De bodems kunnen het algemeen in worden gekarakteriseerd tot op suborde niveau, hetgeen neerkomt op:

- voorkomen van een podzol B, te differentiëren naar nat (hydro) of droog (xero) en naar voorkomen van een E-horizont (humuspodzol/moderpodzol);
- bij ontbreken van podzol B: voorkomen van een duidelijke en dikke Ah, al dan niet met een B horizont – eerdgrond; ontbreken van een duidelijke en dikke Ah en van een B horizont - vaaggrond.

3.3 Resultaten

De resultaten van de boringen worden gepresenteerd in telkens 2 doorsneden per raai (zie figuren 3.2a t/m 3.2f): een doorsnede met de onderscheiden bodemhorizonten en veentypen en een doorsnede met daarin aangegeven het restveen en de mate van omzetting daarvan, het voorkomen van 'secundair' veen en de gemeten pH. Met 'secundair' veen wordt bedoeld veen dat is ontstaan na de verveening in slecht ontwaterde delen van het verveende gebied.

Raai 1

(figuur 3.2a)

Deze meest zuidelijke raai loopt van de lagg met ondiep minerale bodem naar de westkant van het Duitse deel van het hoogveen. In boring B16 komt een dichte podzol Bh voor en in B15 een dunne gliede, met in beide gevallen een rest veraard veenmosveen (Hemic). De minerale ondergrond duikt vrij steil weg naar het oosten (ruim 1 m tussen B15 en B14). In het hoogveengebied (B14-B12) komt in veel boringen een dik pakket veenmosveen voor met in enkele (centrale) profielen inschakelingen van wollegrasveen. De bovenzijde van het veen is overwegend zwaar veraard. Aan de basis komt gyttja voor op een minerale ondergrond met weinig bodemvorming. De verschillende lagen zijn zuur, waarbij de pH's van de ondergrond wat hoger (4,0) zijn dan die van de bovenzijde (3,5).

Raai 2

(figuur 3.2b)

Een korte raai, met een zeer uiteenlopende profielen: ondiepe minerale ondergrond en zelfs zandinschakelingen in het dunne veenpakket op die ondergrond bij het Middenpad, verlopend naar een diep veenprofiel met veen van onduidelijke aard (mogelijk secundair veen) bij B34. Bij B35 komt secundair veen voor op een podzolprofiel met een dunne laag gyttja op een lokale, grofzandige rug. Richting het grenspad een dik veenpakket met een laagveen-type basis en in B37 en B38 afwisseling van veenmos- en eenarig wollegrasveen. Opvallend in deze raai is het voorkomen van een gyttja-achtige afzetting in B35, in relatief hoge ligging, wijzend op lokale vorming van laagveen – geen veenmosveen – door vernatting (vermorsing) onder invloed van de (regionale) stijging van de grondwaterspiegel. De pH laat weinig variatie zien, van 4.5 in de ondergrond en in het NW eveneens ondieper, tot pH 4 in de rest van de profielen.

Raai 3

(figuur 3.2c)

Dit is een lange raai, die ver naar het ZO tot ver in Duitsland doorloopt. Ten westen van het Middenpad, in de lagg komen overwegend podzolprofielen voor met keileem in de ondiepe ondergrond (stagnerend) en met daarboven een stagnerende Bh horizont (B2 en B3) en eventueel gliede (B3). Een veendek ontbreekt hier vrijwel geheel. In het hoogveengebied komen diepe veenprofielen voor, met bij B7 en B8 een iets ondiepere minerale ondergrond (als in raai 2). De veenprofielen vertonen allen een basis met gyttja en/of hout en een minerale ondergrond met weinig bodemvorming (uitzondering B7 en B8).

De situatie in de profielen bij B7 en B8, op de kennelijk in de ondergrond aanwezige lage rug, is afwijkend: een redelijk ontwikkelde podzol komt voor met daarop een fraaie sequentie van gyttja, zeggenveen met hout en Veenbloembies; bij B8 is die overgang uitgebreider en complexer. Deze profielen lijken daarmee op B35 in raai 2.

Het verloop van de pH, zowel met de diepte als lateraal – vanaf de lagg naar het hoogveencomplex – is karakteristiek: relatief hoog in de profielen in de lagg en in het centrale veengebied met een duidelijke gradiënt naar de diepte.

Raai 4

(figuur 3.2d)

Deze raai start vrij ver westelijk in een hoge dekzandrug met een droge podzol. Deze rug vormt de noordelijke begrenzing van de grote schotelvormige depressie in het Glanerbeekgebied (zie AHN) en het lage deel van deze rug, die zich naar het ZO voort zet: de 'drempel' waarover de voormalige afvoer plaats vond. In profiel B22 is weliswaar sprake van een verkitte Bs, maar er is geen sprake van waterstagnatie in dit hooggelegen profiel, dat tot een diepte van 41 m + NAP (2 meter beneden maaiveld) geen reductieverschijnselen vertoont. Naar het ZO toe komt vanaf B24 veen voor. De veendikte blijft beperkt tot minder dan 2 meter en het bestaat grotendeels uit secundair (recent) veen op een restant van de oorspronkelijke veenbasis – veelal gyttja, zeggenveen etc. – met uitzondering van de meest zuidoostelijke boringen, waar in hoog gelegen restveendelen nog dik oorspronkelijk hoogveen aanwezig is. Hier komt een afwisseling van veenmos- en wollegrasveen voor, boven een vroege verlandingsfase met vooral gyttja, soms met Veenbloembies. De bodemvorming in de minerale ondergrond – hier vrij grofzandig – is beperkt. pH's van de minerale ondergrond in zowel de meest westelijke als de meest oostelijke profielen liggen wat hoger dan in de bovengrond; in de door secundair veen gedomineerde profielen ligt die pH duidelijk laag (3.5).

Raai 5

(figuur 3.2e)

In de bodems van raai 5 is de minerale ondergrond ondiep aanwezig op een hoogte van 41-41,5 m + NAP. De veendikte is dus beperkt, waarbij zowel in B44 als B41 aan de basis nogal wat houtresten van Zwarte els voorkomen en overwegend eerdgrondachtige bodem, duidend op een initiële slecht gedraineerde bodem, die vernat is (vermorsing door een stijgende grondwaterspiegel). In deze raai ontbreekt gyttja als veenbasis. Opvallend is het voorkomen in een 'extra boring' bij het grenspad van een zwaar stagnerende, dichte leembank met daarboven volledig gereduceerd 'wit zand' en 'natte Bh', gevolg van de zware stagnatie op deze leembank, die alleen lichte gley vertoont.

Boringen in het verlengde van deze raai op Duits gebied, lieten zien dat hier sprake is van diepe verstoring van het profiel met doormenging van mineraal materiaal. Dit hangt waarschijnlijk samen met het creëren van poelen en mogelijk andersoortige verstoringen ten oosten van het grenspad.

Boringen rond het Middenpad

Langs het Middenpad is een aantal aanvullende boringen verricht (zie 'extra boringen Middenpad'), die grotendeels in de lagg liggen ten westen van het Middenpad. Het betreft overwegend bodems met ondiepe minerale horizonten. Dit zijn podzolprofielen met regelmatig een verkittete Bh- horizont en een dun veraard venig dek. Opvallend is de vaak grofzandige textuur, inhoudend dat de rug waarop het Middenpad ligt vermoedelijk uit fluvioperiglaciale afzettingen bestaat en geen dekzandrug is. Verder blijkt uit de relatief hoge pH de invloed van met de rijkere ondergrond in contact staand grondwater (pH 4.5-5).

De begrenzing tussen de laag ten westen van het Middenpad en de direct ten oosten hoogveengebied komt bijzonder tot uiting bij de punten lagg 5-7 en 'groeïend veen'. Bij lagg 7 is reeds sprake van een lagere pH (3.5), terwijl bij 'groeïend hoogveen' boven het restveen een pakket van > 1 m hoogveen met lage pH boven een restveen wordt gevonden; aan de westzijde van het Middenpad werd een dergelijke lage pH niet gevonden.

Het centrale veengebied

In grote lijnen ligt dit gebied ten oosten van het Middenpad en wordt in het NW afgegrensd door het enigszins oplopen van de minerale ondergrond tussen de raaien 4 en 5. Het kan gekenschetst worden als een mozaïek van:

- a) hoge veenbulten en ruggen, waar het oorspronkelijke veen redelijk intact is en een dikte tot ca. 4 meter kan bereiken. De dominante begroeiing is Adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*) en de bovengrond is vrijwel altijd sterk veraard. De diepte van die zwarte, sterk veraarde (hemic tot – dominant – sapric) bovengrond kan meer dan 50 cm bedragen, in het bijzonder in delen met diepe, intensieve begreppeling. In deze sterk veraarde bovengronden is sprake van intensieve mineralisatie van organisch materiaal en daarbij vrijkomen van nutriënten, die karakteristiek zijn voor veenveraarding, in het bijzonder stikstof, wat het voorkomen van de hoogproductieve vegetatie van Adelaarsvaren verklaart.
- b) lagere gebieden met ten dele afgegraven veen (restveengebieden). Over het algemeen is hier sprake van een beperktere veraarding van het veen, maar ligt de GHG beneden maaiveld en treedt enige mineralisatie op (met vorming van een sapric/hemic bovengrond). De horstenvormende Pijpenstrootjevegetatie (geeft aan dat de waterstanden sterk schommelen, waarbij in de winter tussen de horsten water aan of boven maaiveld zal staan).
- c) lage gebieden met (vrijwel) volledig afgegraven hoogveen en nu met natte omstandigheden en secundaire veenmosgroei (actieve veenmosaccumulatie van slenksoorten) in door verveening ontstane bekkens. Vooral rond raai 4 is een dergelijke situatie aanwezig, waarbij secundair veenmos tot meer dan 1 meter dik en nauwelijks gehumificeerd voorkomt (zeer hoog fiber content en niet compact). Aan de basis hiervan ligt vrijwel altijd een dunne restlaag, die kennelijk ongeschikt was als brandstof vanwege haar samenstelling: gyttja-achtig, zeggenvveen en vaak hout bevattend (els, berk etc.)

Het mozaïek is duidelijk zichtbaar in het AHN en ligt hoger dan het aangrenzende Glanerbeekgebied. Hoge delen – en dus (redelijk) goed bewaarde veenpakketten – komen vooral voor in het centrale en zuidelijke deel van het Aamsveen en aangrenzende Duitse hoogveengebied. Meer naar het noorden is intensiever verveend. Het is in dit laatste gebied dat op uitgebreide schaal nieuw veenmosveen wordt gevormd door vooralsnog overwegend veenmossen van slenken.

Aan de basis komt vrijwel overal een laag voor van donkere, fijn verdeelde organische stof, beschreven als gyttjas (voor de definitie hiervan, zie blz. 42) en een zwak ontwikkelde

bodem, in het bijzonder in het lage deel van de grote depressie aan de basis van het Aamsveen, in het bijzonder in het lage deel van de grote depressie aan de basis van het Aamsveen, dat zijn diepste deel kent in de omgeving van het grenspad (zie doorsneden). De veenontwikkeling zal in de laagste delen van de depressie begonnen zijn in een milieu dat omschreven kan worden als moerassig/slecht gedraineerd tot een eutrofe ondiepe plas met waterplanten. In deze natte omgeving leefden ook veel micro-organismen zoals diatomeeën. Bij open water zakten de resten van deze micro-organismen, samen met de uitwerpselen van dieren, naar de bodem en vormden een gyttja of meerbodemafzetting. In een meer moerassige (semi-terrestrische) situatie spreekt men niet van gyttja, maar van hydromoder tot hydromull-achtig humus. Al deze in een eutroof semi-terrestrisch tot aquatisch milieu geaccumuleerde organische stof kenmerkt zich door een sterke 'zoëgene' afbraak, donkere kleur en laag gehalte aan macroscopisch herkenbare plantenresten. Zonder microscopisch onderzoek van plantenresten is het bij booronderzoek niet mogelijk om het milieu in meer detail te reconstrueren en onderscheid te maken tussen semi-terrestrische en aquatische organische stof. Vandaar dat bij dit booronderzoek de term 'gyttja' als verzamelterm wordt gebruikt. In de successie die optreedt bij verdere ontwikkeling van deze natte systemen ontstaat een elzenbroek, dat broekveen vormt, dat bij verdergaande vernatting van de omgeving weer kan verdrinken waardoor zeggenvenen ontstaan. In deze zeggenvenen vormen zich plaatsen met een grote invloed van neerslagwater. Op zulke plaatsen met een grote invloed van neerslagwater bepaalt Veenbloembies samen met veenmossen de vegetatie. De veenmossen verzuren hun omgeving verder, waardoor uiteindelijk een volledig regenwater afhankelijk hoogveen ontstaat, waarin dikke pakketten veenmosveen worden gevormd. Op de hogere delen, die boven de initiële natte delen uitstaken zoals in raai 5, trad vermorsing op. Deze werden geleidelijk steeds natter, door veenvorming in de laagten en door stijging van de regionale grondwaterspiegel, waardoor de aanwezige bossen stierven. Het verdrinken van de bossen ging gepaard met grote bosbranden, getuige de houtskoolresten in de gyttja-achtige afzettingen in meerdere boringen. Deze geleidelijke vernatting, die zorgde voor steeds stabielere grondwaterstanden nabij het maaiveld creëerde uiteindelijk gunstige omstandigheden voor de groei van zeggenvenen (onder basenrijke omstandigheden) of van veenmosrijke begroeiingen met Veenbloembies (onder basenarme omstandigheden). Deze vermorsingsvenen kunnen overgaan in hoogvenen wanneer de waterstanden heel stabiel zijn en er geen invloed van basenrijk grondwater nabij maaiveld meer is. Voor de ontwikkeling van veenmosveen zijn heel stabiele grondwaterstanden nabij maaiveld noodzakelijk. In zo'n zichzelf vermorsende omgeving ontwikkelen die zich geleidelijk, waarbij een overgangsfase optreedt tussen grondwater gevoede venen met nog tamelijk grote grondwaterstandsschommelingen en hoogvenen met slechts geringe waterstandsschommelingen. Deze fase wordt gekarakteriseerd door begroeiingen waarin Eenarig wollegras overheerst. Tussen de pollen van deze horstenvormer groeien veenmossen die geleidelijk de horsten overgroeien en daarmee de noodzakelijke hydrologische omstandigheden voor groeiend hoogveen creëren. Eenarig wollegras kan ook op de voorgrond treden tijdens drogere fasen in de hoogveenontwikkeling (droger klimaat, tijdelijke ontwatering van het hoogveen). De hoogveengroei stopt dan tijdelijk, totdat opnieuw gunstige omstandigheden optreden. In de dikkere pakketten zijn deze drogere stilstandsfasen en de natte groeifasen goed herkenbaar

Het belangrijkste onderscheid tussen het door ons als 'gyttja' omschreven donkere, zoëgene venige materiaal en gliede is de afwezigheid van ingespoeld, zeer fijn, colloïdaal donker organisch materiaal in gyttja's. Gliede is er juist door gekenmerkt. Gliede staat bekend als een veroorzaker van waterstagnatie door haar ondoorlatendheid, maar ook gyttja is slecht doorlatend vanwege haar compactie en fijne textuur. Van gliedevorming en daardoor veroorzaakte stagnatie is in het centrale hoogveengebied geen sprake. Wel is de 'gyttja-laag' vrij slecht doorlatend en heeft bijgedragen aan een verslechterende wegzijging van regenwater, binnen een veel bredere context van slechte afvoer van water binnen de depressie als geheel. Die gyttja-laag is plaatselijk enigszins kleilig of lemig als gevolg van de aanwezigheid van een flinke minerale fractie (een enkele keer venige klei, bijv. B37). Verder moet worden opgemerkt dat de gyttja-laag in vele boringen gekenmerkt werd door het voorkomen van kleinere en grotere (tot max. 1 cm) houtskoolfragmenten, waarbij de

fijnere houtskool regelmatig in dunne laagjes aanwezig was. Tot slot, de hydrologische waarnemingen wijzen erop dat de gyttja-laag voldoende ondoorlatend is om een belangrijke bijdrage te leveren aan de stijghoogte van het grondwater in het bovenste pakket.

De minerale ondergrond varieert van goed gesorteerd dekzand, tot slecht gesorteerd en vaak grof fluvio-periglaciaal zand, met incidenteel een ingeschakelde lemige bank (vermoedelijk Pleniglaciaal of zelfs ouder). De door de veenvorming afgedekte bodem kan worden gekenschetst als een zwak ontwikkelde bodem met humeuze Ah, die varieert van een vaaggrond (dunne Ah) tot een duidelijke hydroeerdgrond (vermoedelijk bekeergrond). Podzolen komen zelden voor (alleen op ruggen, zie hierna) en zijn dan zwak ontwikkeld.

Binnen dit hoogveengebied komen lokaal iets hogere ruggen voor (o.a. bij raai 3: B7 en B8). Verder loopt de minerale ondergrond licht op naar het NO. Op basis van de 'drempel' in de dekzandrug in raai 4 (nabij locatie B23, zie doorsnede raai 4) en daarmee samenhangende de diepteligging van de gyttja en het zeggenveen, c.q. de top van het laagveen, kan de maximale stijghoogte van het grondwater tijdens de initiële hoogveenvorming in de depressie worden vastgesteld. Deze bedroeg 41 tot 41.5 m + NAP. Af te leiden o.m. uit de diepte van voorkomen van het 'laagveen' in de raaien 1 t/m/ 4 en het ontbreken van dergelijk veen in raai 5 boven ca. 41.50 m +NAP. Tevens uit het ontbreken van gleyverschijnselen en voorkomen van geel, blond zand tot een diepte van ca. 41 m +NAP in boring B22 (raai 4).

Een uitzondering wordt gevormd door de profielen B7 en B8 in raai 3 en B35 in raai 2, waar 'grondwater gevoed veen' boven dit niveau voorkomt. Hier kan sprake geweest zijn van lokale kwel veroorzaakt door hoge waterstanden in de aangrenzende plassen of lage veenkoepels tijdens de groei van het hoogveencomplex vanuit de laagste delen.

De lagg

Het gebied kan worden gekenschetst als een voormalig veengebied met ondiep voorkomende minerale ondergrond en plaatselijk opduikingen van kei- en dekzand. Het oorspronkelijke veendek is over grotere oppervlakten verwijderd en resterend veen veelal sterk veraard. De bodemvorming in de minerale ondergrond varieert van een sterk ontwikkelde podzol met stagnerende Bh-horizont tot een meer hydroeerdgrond-achtige bodem, daar waar keileem ondiep aanwezig is. Het geheel is te verklaren door het basenrijke karakter van de keileemondergrond (kalkhoudend) en daarmee gepaard gaande kenmerken van het lateraal afstromende grondwater door een dunne zandlaag die op de keileem is gelegen. Zo komt een zwaar ontwikkelde xeropodzol (met o.a. Bs horizont) voor in de hoge dekzandrug van raai 4 (B22) en een vrij goed ontwikkelde natte podzol (hydropodzol) in wat diepere zandgronden (bijv. B3 – met dichte Bh horizont), terwijl bij ondiepere keileem veelal een meer eerdgrond-achtige ontwikkeling wordt gevonden.

Van meer dan incidenteel en vrij lokaal voorkomen van een stagnerende laag boven de keileem is in de lagg geen sprake, uiteraard wel van stagnatie op de keileem. In de lagg komt slechts plaatselijk een stagnerende laag boven de keileem voor, bestaande uit een verkitte podzol Bh-horizont, al dan niet met enige gliede. Dit in tegenstelling tot het centrale veengebied waar aan de basis van het veen een slecht doorlatende gyttjalaag domineert.

In de vlakkere delen van de lagg zal een stagnerende podzol B horizont, al dan niet met gliede, tijdens de opbouw van het centrale hoogveenpakket en daarmee gepaard gaande regionale stijging van het grondwater in contact met dieper (en rijker) grondwater zijn gekomen. De latere verveening en ontwatering kan tot dusdanige daling van het grondwater hebben geleid dat dit contact is verbroken, met grote invloed op de kwaliteit en kenmerken van de betreffende standplaats (d.w.z. sterke verzuring en verarming daar waar diepere beworteling wordt verhinderd door een stagnerende podzol B). Aanwijzingen voor een

dergelijke ontwikkeling werden o.a. gevonden in raai 1 (B16) waar vegetatie op een podzolprofiel met stagnerende Bh horizont en diepere ligging van het door keileem beïnvloedde grondwater op verzuurde, maar nog steeds relatief basenrijke condities wees.

Het restveen c.q. de veenbasis is vrijwel altijd goed bewaard, ook in de lagg.

Daling van de grondwaterstand in de lagg heeft in de lagg geleid tot verzuring door het ontstaan van een scheiding tussen het armere/zuurdere oppervlakkige grondwater (bepaald door de neerslag) en het diepere grondwater dat in contact staat of heeft gestaan met de kalkrijke ondergrond c.q. de keileem. Daarnaast speelt ook een rol dat in de lagg een discontinuë (en dus sterk lokale) stagnerende bodem voorkomt, bestaande uit een stagnerende podzol-Bh horizont, al dan niet met gliede. Het betreft in principe podzolen in dekzand, voorkomend in een vermoedelijk complex patroon. Op de schaal van het huidige bodemonderzoek kon dit patroon niet in kaart worden gebracht, maar het is van belang voor de identificatie van deelgebieden, die bijzonder gevoelig zijn voor daling van de grondwaterspiegel en daardoor veroorzaakte verzuring, d.w.z. met een GHG van het diepere grondwater die thans niet tot in of boven de podzol-B reikt.

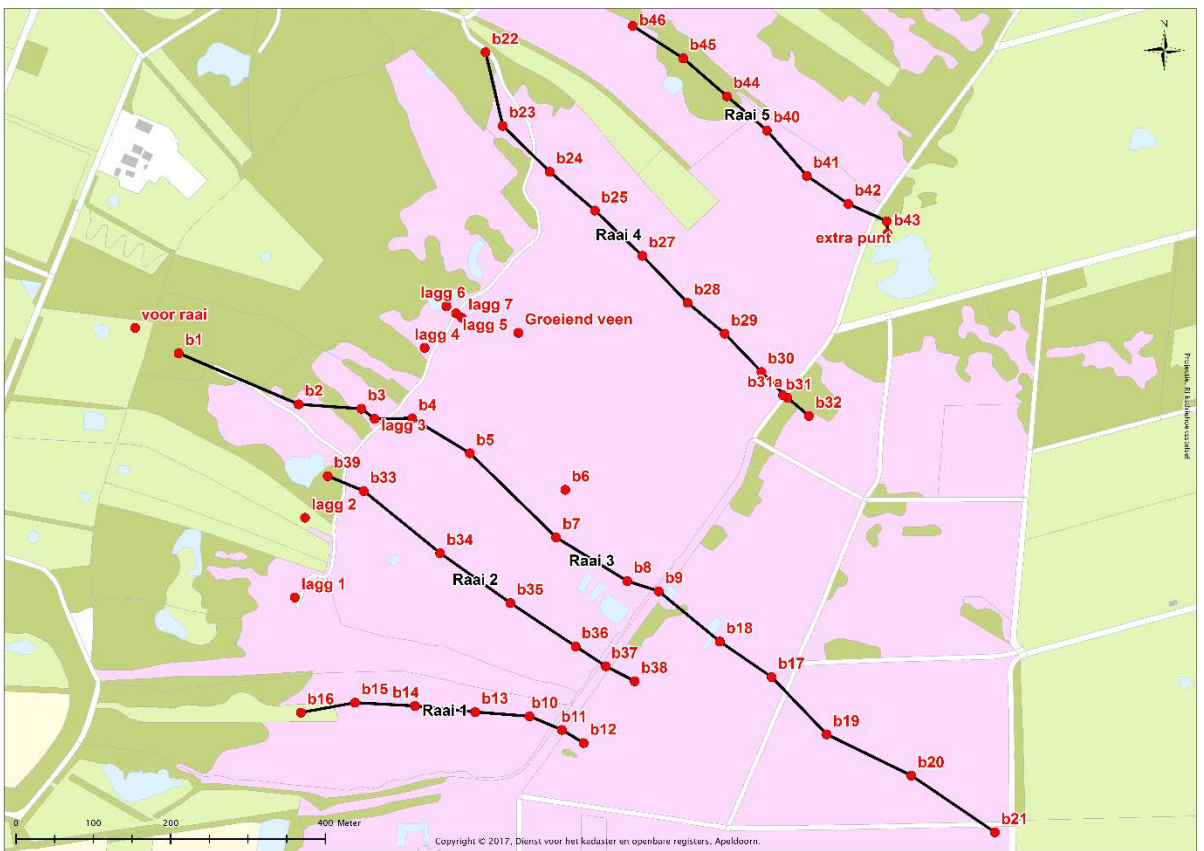
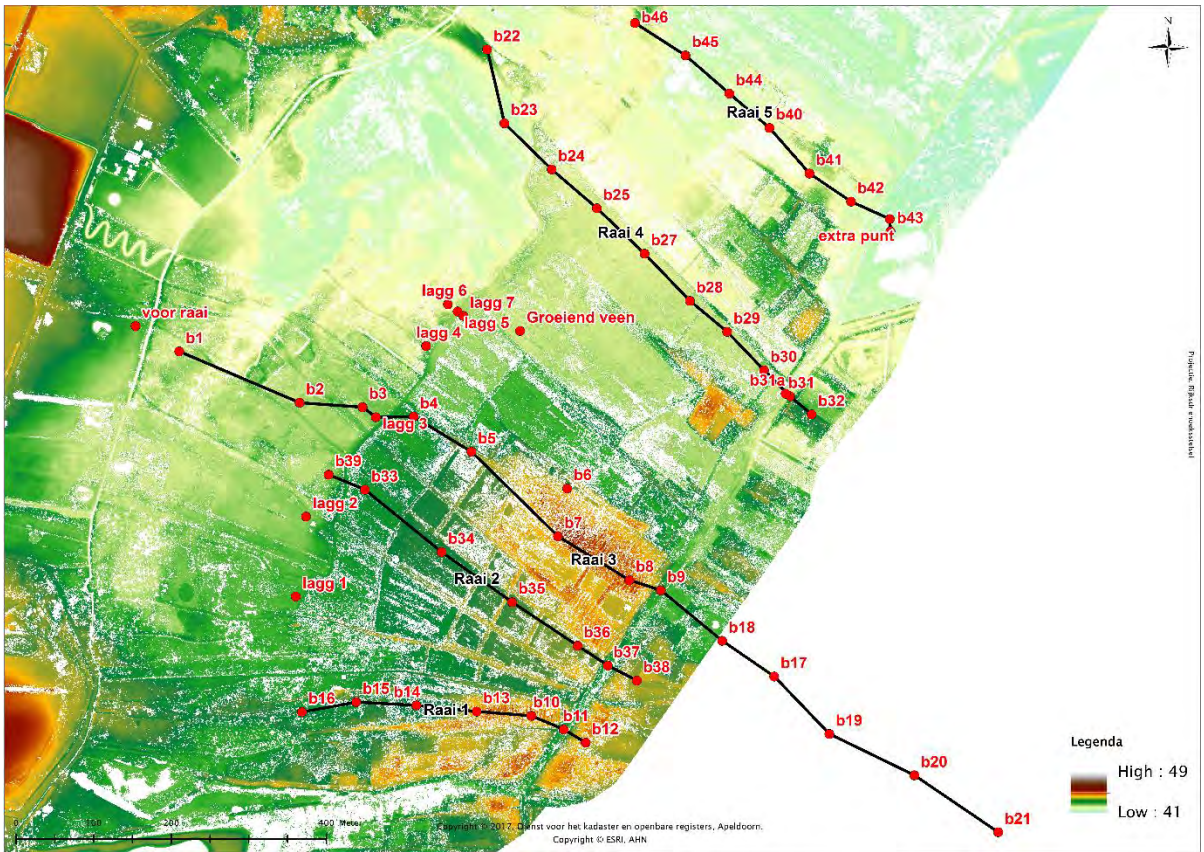
Relatie tussen centrale hoogveen en lagg

Het grensgebied tussen centrale hoogveen en lagg valt samen met een duidelijke grens tussen enerzijds dit hoogveengebied met dikke veenpakketten en anderzijds de lager gelegen lagg met ondiepere minerale ondergrond. Vergelijk van de hoogteligging van het restveen – de oorspronkelijke veenkoepel – en die van de lagg illustreert fraai de ontwikkeling van het gebied, waarbij reliëfomkering is opgetreden door het ontstaan van hoogvenen, waarbij tevens een omkering van de stroomrichting van het grondwater is opgetreden, in het bijzonder in de lagg en deze overgangszone: oorspronkelijk een afvoer van relatief rijk water van het NW naar een lage centrale depressie; bij de vorming van een hoogveenkoepel, afwatering vanuit deze koepel en het daaronder gelegen grondwater naar het NW.

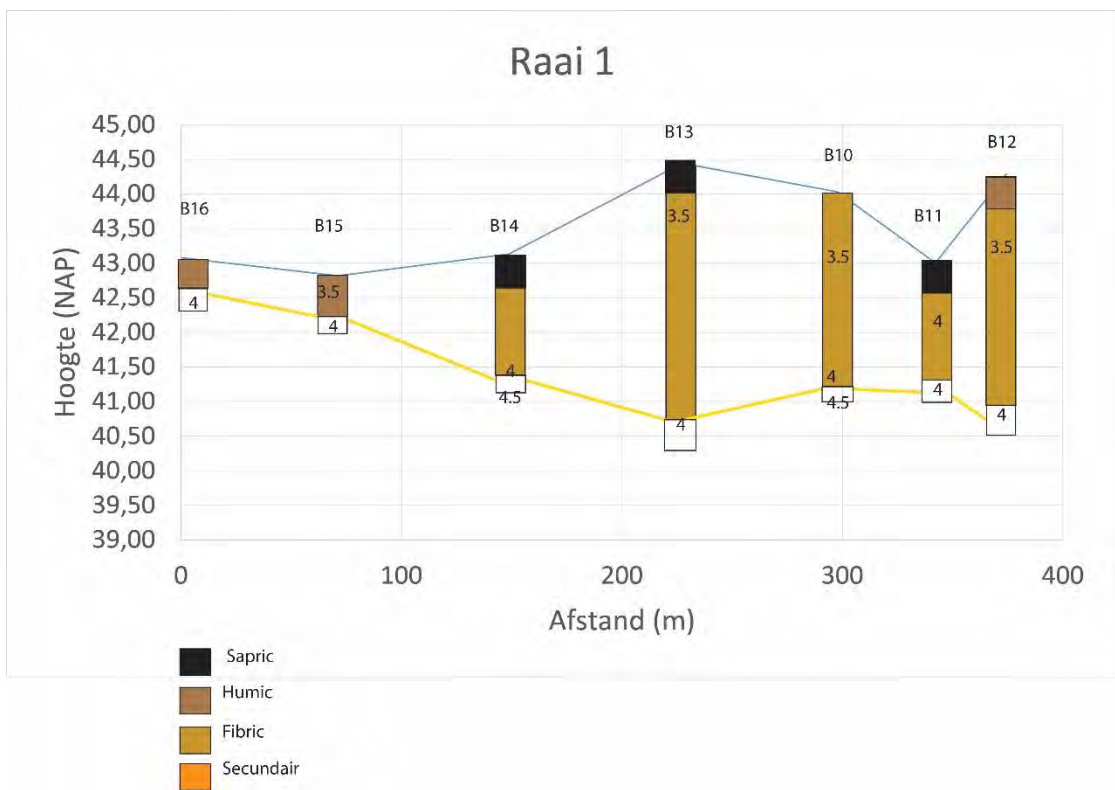
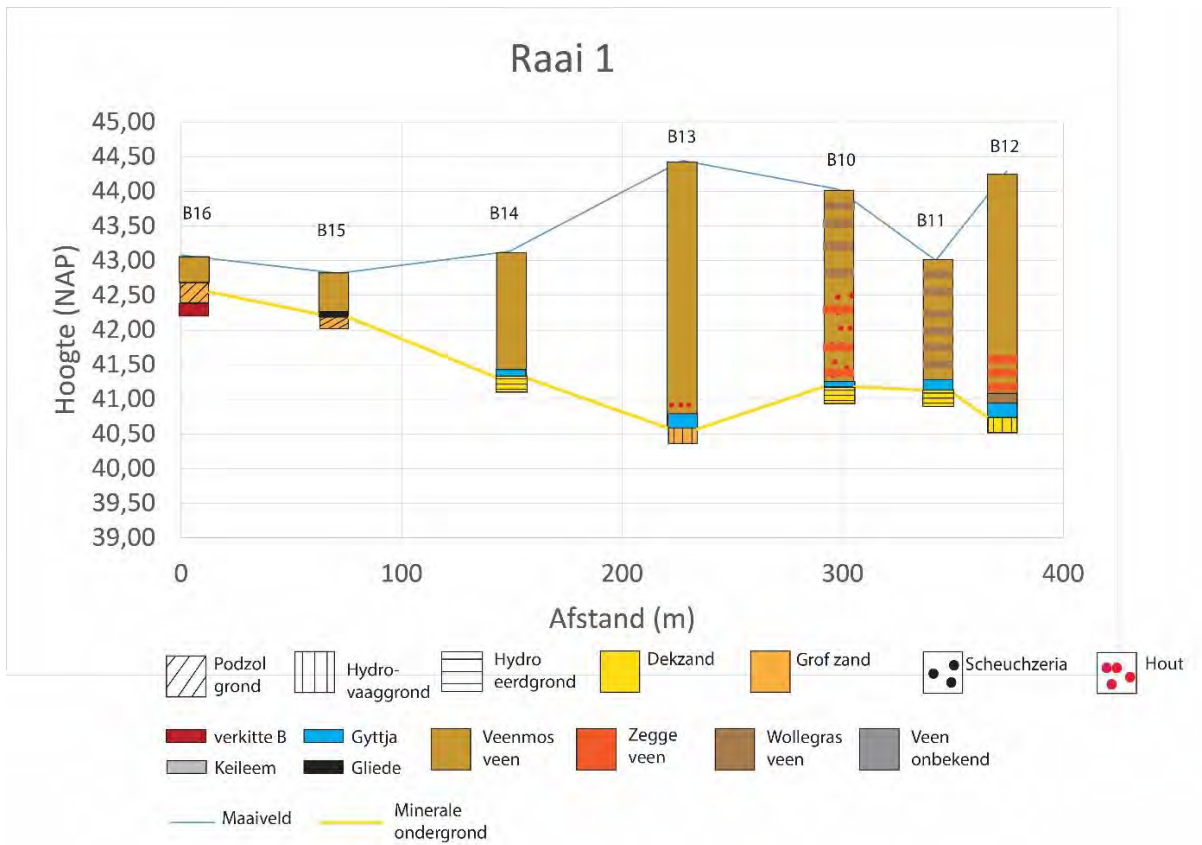
Uit de boringen komt daarnaast duidelijk naar voren dat rond het Middenpad sprake is van een lokale, wat hogere zandige rug in de ondergrond (zie bijv. raai 3 en 4). Bij een situatie, waarbij vanuit de veenkoepel met hoge grondwaterstanden (tot in ieder geval maximaal ca. 44m + NAP) stroming van grondwater wordt geïnitieerd naar het NW, zal dit leiden a) tot beperking van de afvoer van relatief basenrijk grondwater uit wat korthedshalve genoemd wordt de “Glanerbeekdepressie” en daarmee grotere stijghoogte van dit water in dit gebied (zie AHN) en b) vermoedelijk tevens kwel van grondwater vanuit de zandige rug onder het Middenpad richting NW.

In de praktijk komt dit neer op een scherpe scheiding tussen een gebied met enigszins rijker grondwater ten NW van het Middenpad en ten ZO een regenwater gedomineerd gebied met veengroei. Deze oorspronkelijke grens tussen rand en lagg is nog steeds zichtbaar in de vegetatie ter hoogte van raai 3, waar Gagelstruweel de rand vormt van door veenmos gedomineerde oorspronkelijke koepel, ten westen waarvan de door grondwater gevoede lagg begon. Naar het zuiden (raai 1) en het noorden (raai 5) verdwijnt deze scherpe grens.

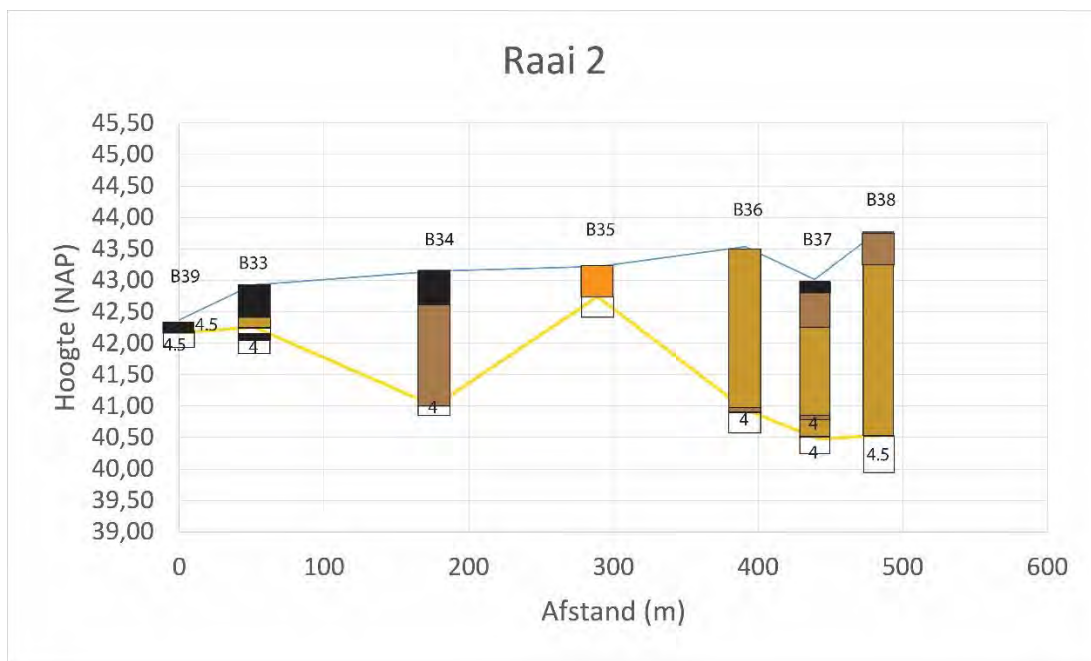
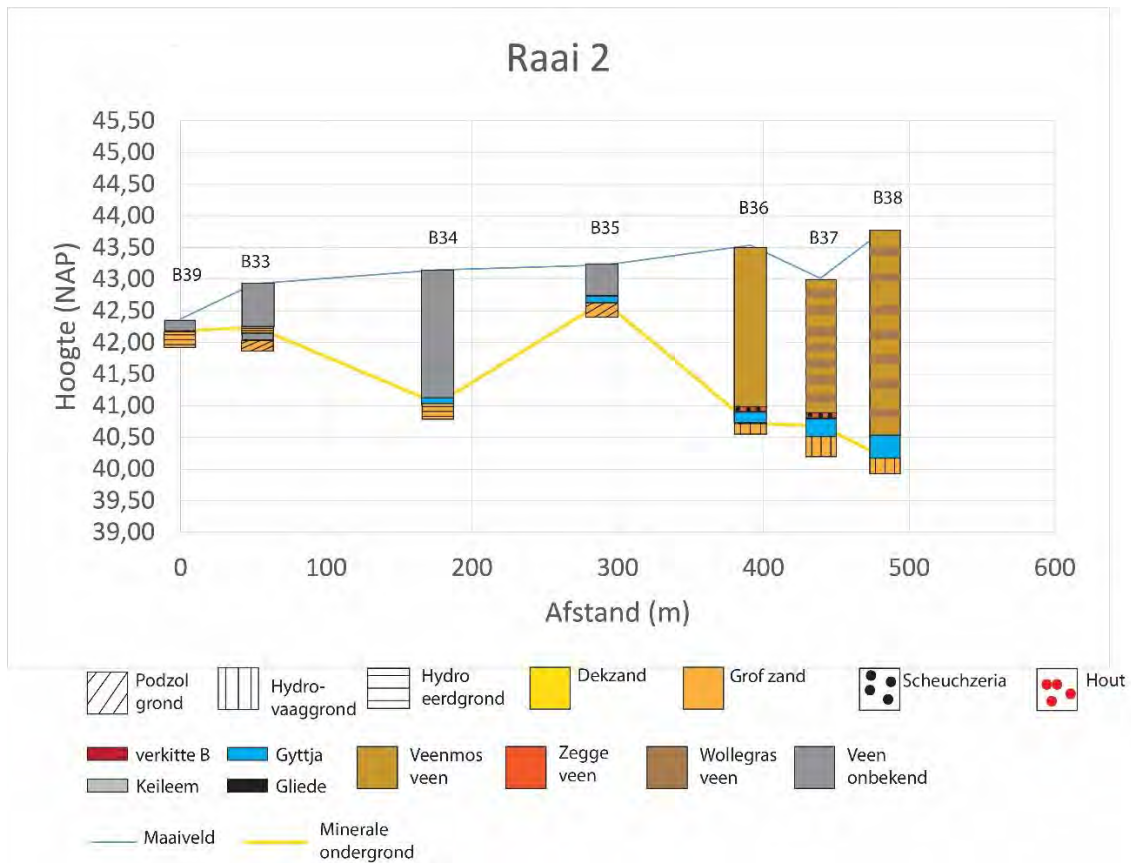
Het voorgaande houdt in dat niet alleen de verlaging van het peil van de Glanerbeek een rol speelt bij de verzuring van de bodem c.q. de ecosystemen in het gebied ten NW van het Middenpad, maar eveneens de lokale verlaging van de grondwaterstand door afgraven van de bovenlaag in deze randzone. Daarmee wordt de kwel vanuit deze Middenpadzone eveneens negatief beïnvloed. Dat in eerdere instantie juist sprake was van uitspoeling en verarming in dit Middenpadgebied – voor ontstaan van de veenkoepel – blijkt uit de ontwikkeling van podzolen voor hun overgroeiing met veen (zie bijv. B2 en B3, raai 3).



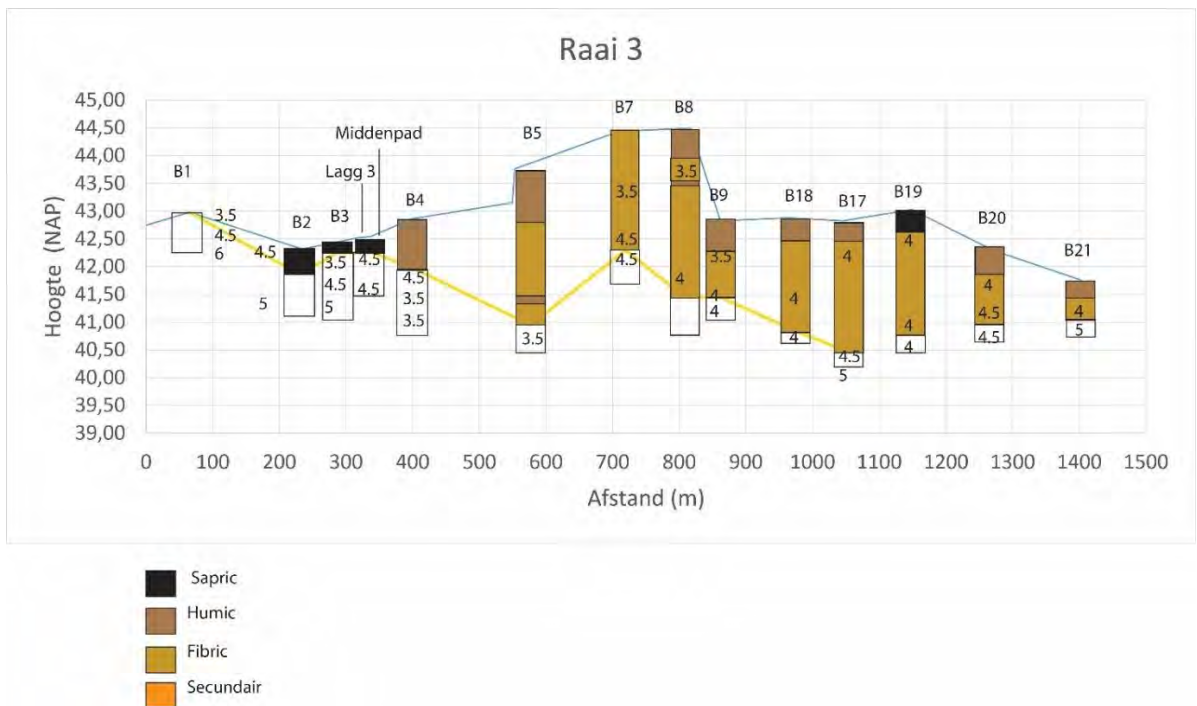
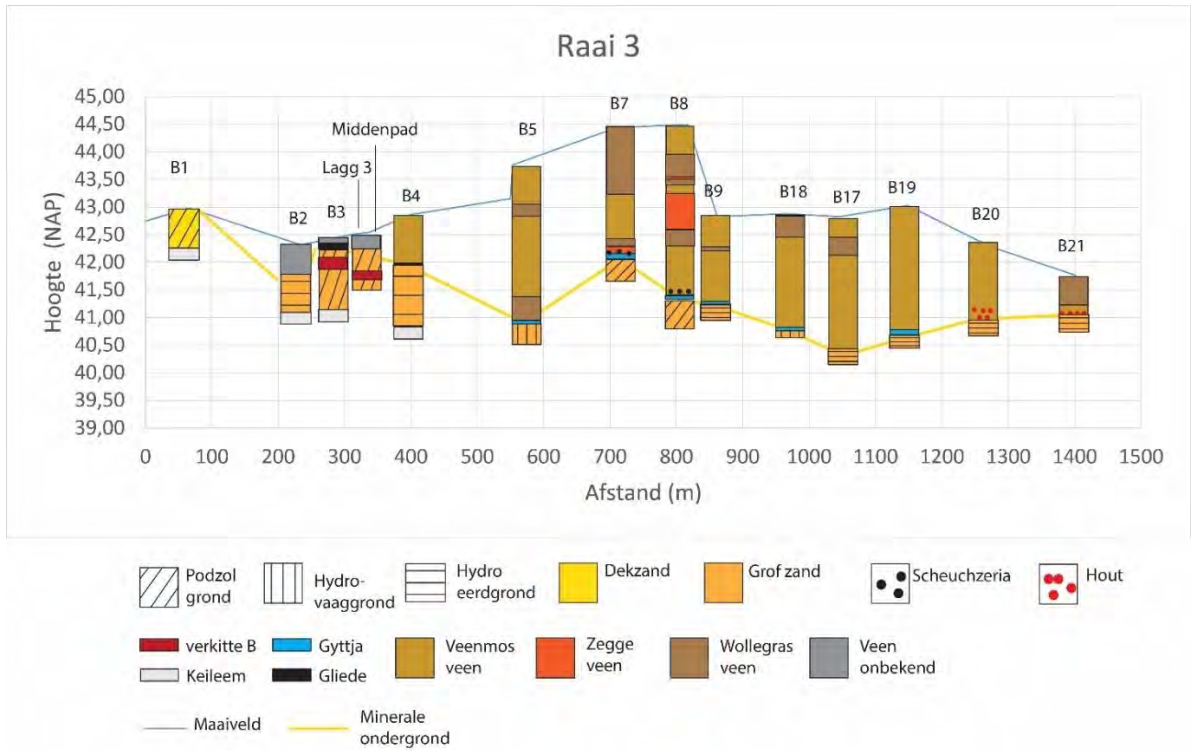
Figuren 3.1a en 3.1b AHN-kaart en topografische kaart met boorlocaties



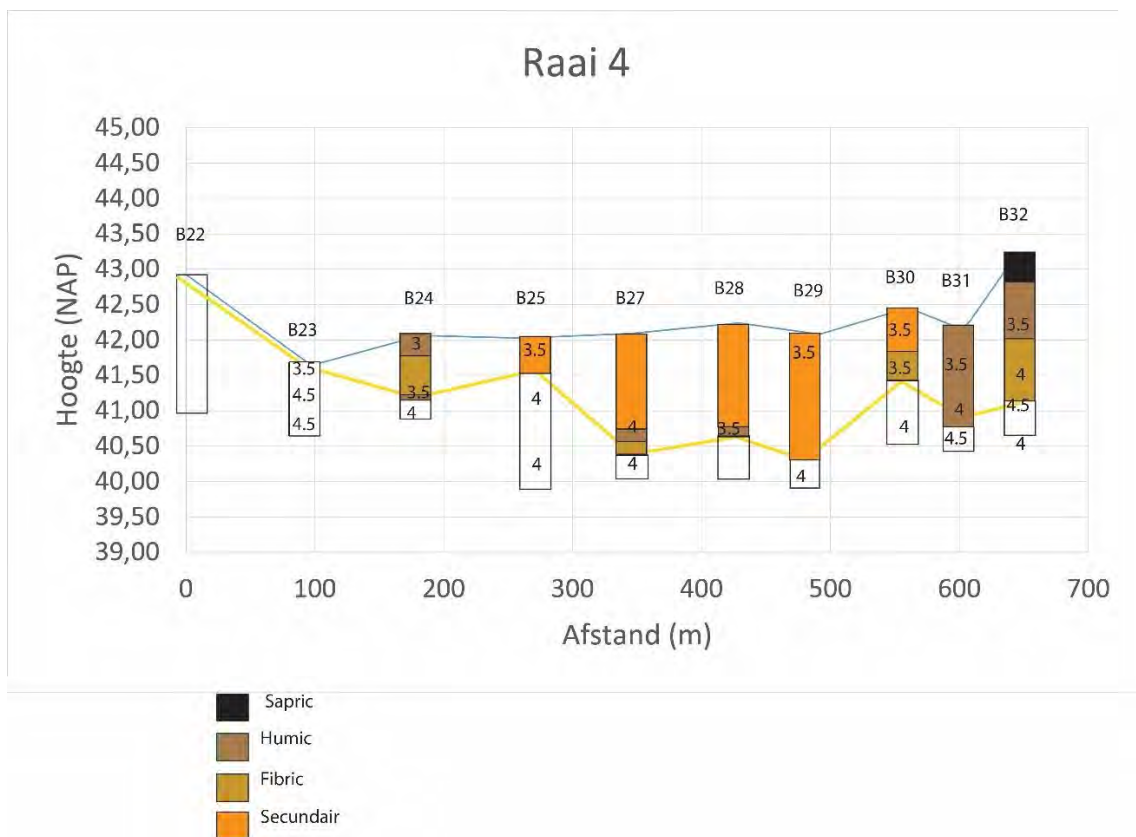
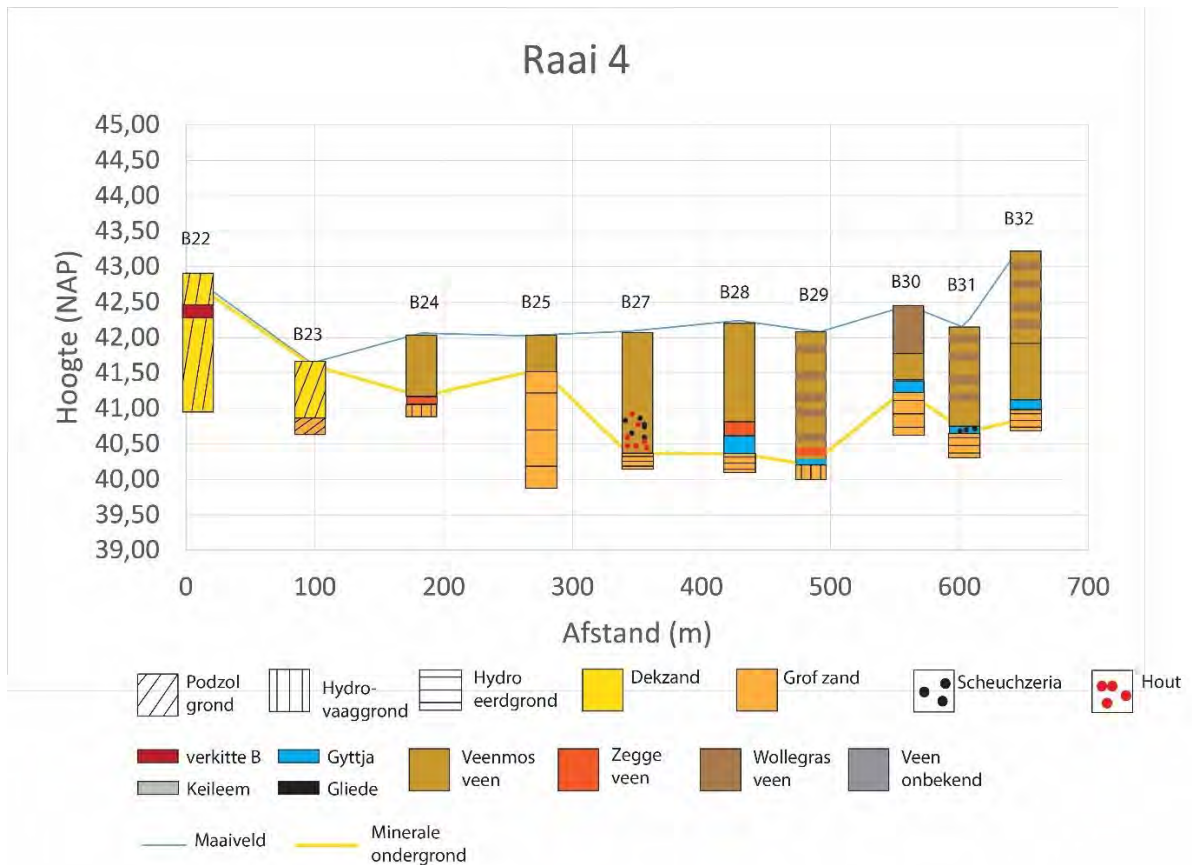
Figuur 3.1a Resultaten veenbodemonderzoek raai 1



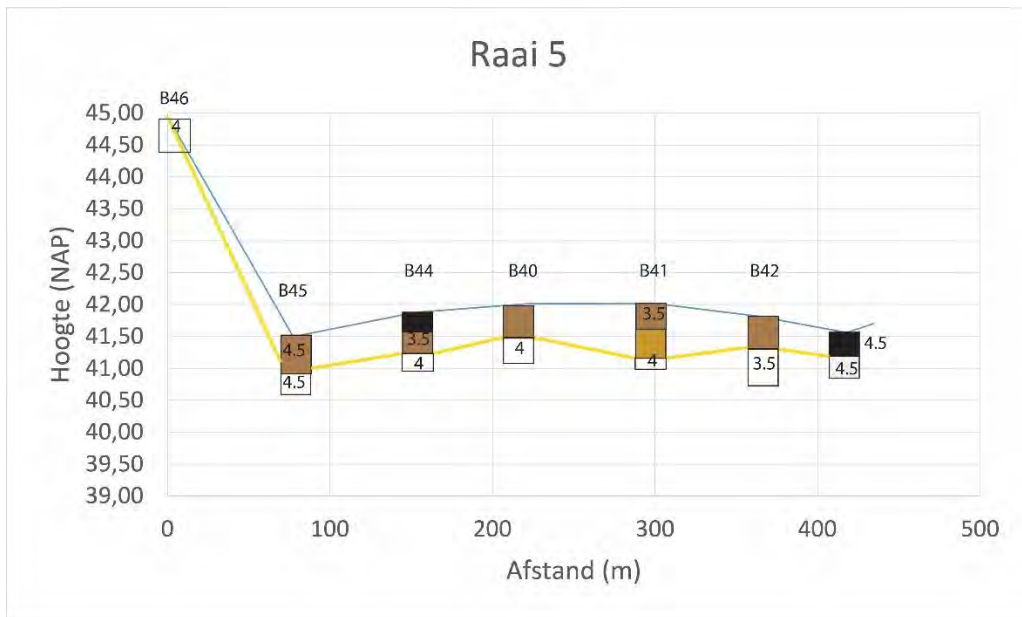
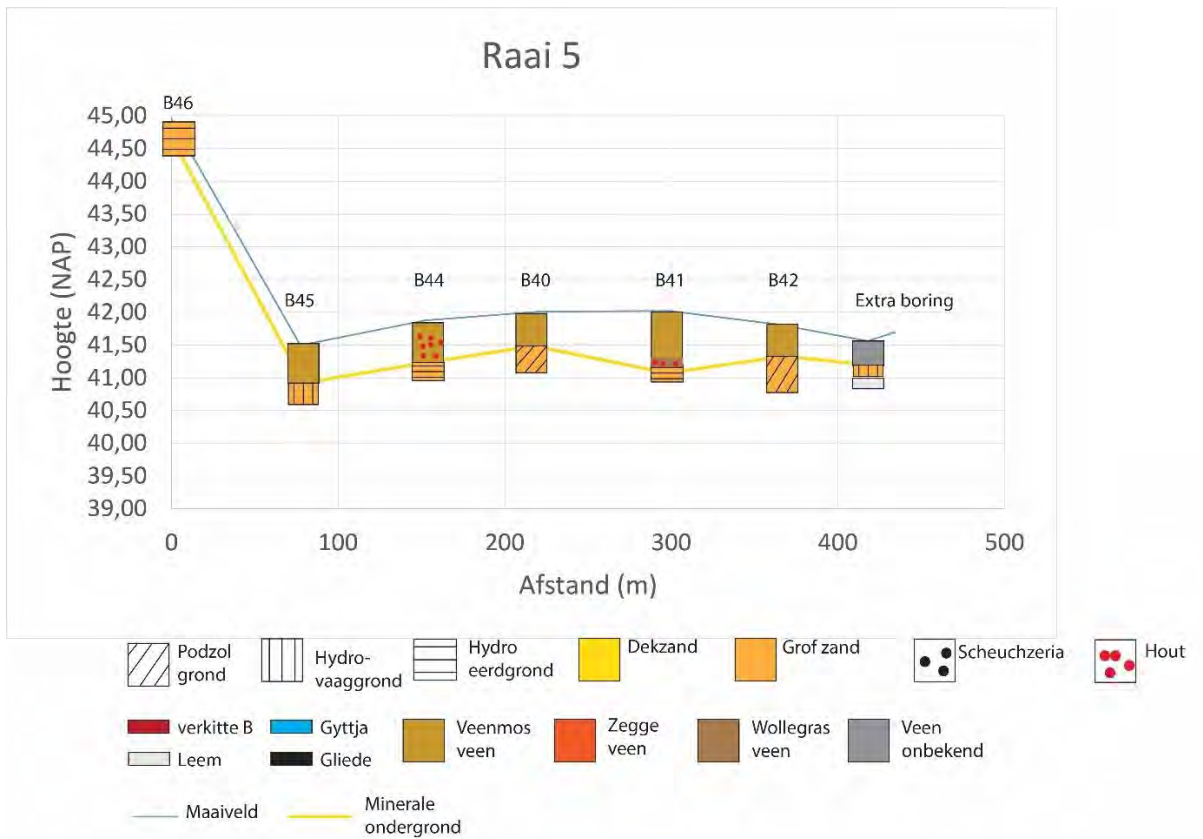
Figuur 3.1b Resultaten veenbodemonderzoek raai 2



Figuur 3.1c Resultaten veenbodemonderzoek raai 3



Figuur 3.1d Resultaten veenbodemonderzoek raai 4



Figuur 3.1e Resultaten veenbodemonderzoek raai 5

4 Hoofdlijnen paleoecologisch onderzoek

(door M. van der Linden)

4.1 Inleiding

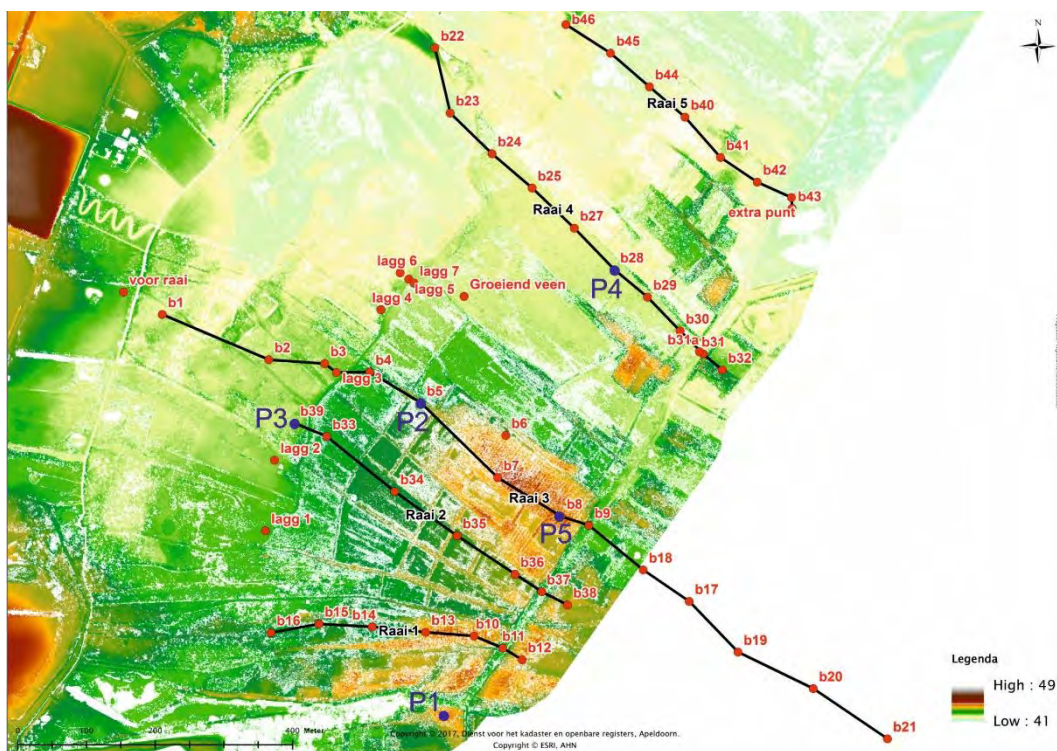
Paleobotanisch onderzoek kan vragen beantwoorden die betrekking hebben op het vroegere ontstaan van het (hoog)veen, op lokale vegetatieveranderingen en op de rol van het omliggende landschap. Sevink & Jansen formuleerden de volgende drie vragen die met paleobotanisch onderzoek zouden kunnen worden beantwoord:

1. Bij welke stijghoogte van het regionale grondwater begon de veenvorming en trad de overgang van grondwater gevoed naar regenwater gevoed veen op. Wanneer deze stijghoogte niet meer bereikt wordt of kan worden kan geen veenvorming meer optreden. Deze stijghoogte moeten we dus kennen;
2. Hoe heeft het vroegere hoogveenlandschap van lagg, rand en kern eruit gezien en hoe heeft zich dat in de tijd ontwikkeld. Functioneel inzicht hierin is nodig om de juiste inrichtingsmaatregelen te kunnen formuleren;
3. Welke begroeiingen kwamen voor in de gradiënt van hoogveenkern naar de randen en welke tussen de koepels en hun randen? Wat zijn de ecologische kwaliteiten van de laatst genoemde begroeiingen (hoe waardevol zijn ze) en is herstel van dit type begroeiingen mogelijk via doelgerichte inrichtingsmaatregelen?

In dit hoofdstuk worden de hoofdlijnen van de resultaten van het paleoecologisch onderzoek besproken. In Van der Linden (2018) wordt het gehele onderzoek uitgebreid gerapporteerd.

4.2 Methode paleoecologisch onderzoek

Naar aanleiding van het bodemonderzoek (Sevink & Jansen, 2017) zijn vijf locaties in het Aamsveen geselecteerd voor paleoecologisch onderzoek. Op deze locaties is met een Russische boor het veenpakket tot op de zandige bodem opgeboord. De keuze van de locaties had betrekking op de ligging binnen het veen en de diepte van het veenpakket (zie tabel 4.1 en figuur 4.1). Op de locatie met het dikste veenpakket is zowel pollen- als macrorestenonderzoek uitgevoerd om zowel de regionale als lokale vegetatie te onderzoeken. Op alle vijf de boorlocaties is macrorestenonderzoek uitgevoerd om de lokale successie te reconstrueren.



Figuur 4.1 Aamsveen, ligging van de boorlocaties van het paleoecologisch onderzoek weergegeven op de bodemkaart met boorpunten van het bodemonderzoek (Sevink & Jansen 2017).

Tabel 4.1 Aamsveen, administratieve gegevens van het paleoecologisch onderzoek.

N r.	beschrijving	RD-coördinaten		maai- veld- hoog- te m NAP	veen dikte in cm	paleoecologi- sche analyse:	
		Oost	Noord			poll en	Macro
P 1	Zuidelijke ligging, flank centrale bekken, dikste veenpakket	261.984,26	466.975,40	44,24	385	x	X
P 2	Westelijke ligging, op flank richting stuwwal	261.851,99	467.394,38	43,76	258	.	X
P 3	Westelijke ligging, lagg	261.667,59	467.356,75	42,49	30 (35)	.	X
P 4	Noordoostelijk ligging, in kom, GLG	262.138,63	467.587,06	42,15	50 (190)	.	X
P 5	Oostelijke ligging, op flank zandwieling	262.061,64	467.222,92	44,69	339	.	X

¹⁴C-onderzoek paleoecologisch onderzoek

Om een inzicht te krijgen in wanneer de veenvorming is gestart en hoe deze chronologisch verliep op de verschillende boorlocaties zijn 10 niveau's gedateerd met de ¹⁴C-methode (zie tabel 4.2). De veenvorming ving als eerste aan op locaties P1 en P4 waarna het veen zich uitbreidde naar locaties P5 en P2. Op locatie P3, in de lagg, startte de veenvorming het laatste van deze locaties, omstreeks 3000 v. Chr.

Tabel 4.2 Aamsveen, resultaten van het ¹⁴C-onderzoek.

Locatie	m NAP	ouderdom (¹⁴ C BP)	gekalibreerd (2 sigma)
P3	42,195	102,1 ± 0,5 pmC	1955-1956, 2012-2013, 2013-2016 n. C.
P1	42,745	2727 ± 31	930-810 v. C.
P5	43,445	2815 ± 32	1060-890 v. C.
P5	43,285	3057 ± 32	1410-1220 v. C.
P2	41,185	4200 ± 38	2900-2830, 2820-2660 v. C.
P3	42,195	4237 ± 68	3020-2620 v. C.
P2	41,515	4716 ± 31	3640-3550, 3540-3490, 3470-3370 v. C.
P2	41,445	4866 ± 34	3710-3630, 3570-3530 v. C.
P5	41,345	5325 ± 34	4260-4040 v. C.
P4	40,635	5975 ± 35	4960-4740 v. C.
P1	40,6275	6193 ± 35	5290-5240, 5320-5030 v. C.

4.3 Resultaten paleoecologisch onderzoek

Hieronder worden de hoofdlijnen van de vegetatieontwikkeling per onderzochte locatie weergegeven. Hierbij worden waar het kan de resultaten van het pollen-, macroresten en ¹⁴C-onderzoek gecombineerd. Vervolgens zal de onderlinge samenhang vergeleken om inzicht te krijgen in hoe het proces van veenuitbreiding verlopen is.

Locatie P1 zuid (flank centrale bekken)

Aan de hand van het pollenbeeld uit de gyttja uit de basis van paleoboring P1 kan worden afgeleid dat deze vermoedelijk een vegetatie uit het Boreaal representeert. Het landschap wordt gedomineerd door bos waarin den en hazelaar veel aanwezig zijn. Lokaal was een moerassige (oever?)vegetatie aanwezig bestaande uit cypergrassen, Kleine en Grote Lisdodde en een vertegenwoordiger van de Waterweegbree-groep. Het gyttja-pakket wordt afgedekt door een laagje grijs zand. Op het grijze zand is veen afgezet waarvan de basis is gedateerd in ca. 5300 v. Chr. (Midden-Atlanticum). In de omgeving was Elzenbos aanwezig, lokaal ontwikkelde zich vermoedelijk een berkenbroekbos getuige het hoge percentage berkenpollen en de aanwezigheid van zaadjes van (Zachte?) Berk. Ook Grove Den en Eenarig wollegras vestigen zich.

Vanaf ca. 4500 v. Chr., (geëxtrapoleerde datering; 40,985 m NAP) vindt de overgang naar ombrogene veengroei plaats waarbij Veenmos van de sectie *Acutifolia* domineert, met korte fases waarin Eenarig Wollegras dominant aanwezig is. De lokale dennen en berken sterven af, terwijl heidesoorten als Kleine Veenbes, Dophei, Struikhei, Lavendelhei zich vestigen.

Vanaf ca. 850 v. Chr. is er een overgang in dominante veenmossoort. Op dit niveau is Waterveenmos dominant, waarna bultveenmos gaat domineren. In deze wat nattere hoogveenvegetatie komt Witte Snavelbies voor. In de top is Dopheide wat meer aanwezig. In de top van de boring, in het veraarde veen op 48 cm onder het maaiveld, zijn veel aanwijzingen voor menselijke invloed op het landschap aanwezig. Het boompollenpercentage neemt sterk af ten opzichte van de kruidachtigen. Dit wordt met name veroorzaakt door een sterke toename in stuifmeel van Struikhei, grassen en cultuurgewassen. Het areaal van elzenbos neemt af. In de omgeving was akkerbouw en werden weiden begraaasd. Mogelijk werd de randzone van het Aamsveen tevens begraaasd.

Locatie P4 noord (afgegraven laagte)

In de zandige basis van boring P4 (40,455 m NAP) is een megaspore van *Selaginella selaginoides* aangetroffen. Dit wijst op een Laatglaciale datering van het zand in deze boring. Daarop is een moerassige vegetatie aanwezig waarin Lisdodde en cypergrassen (waaronder zegge-soorten) voorkomen. De moerassige vegetatie ontwikkelt zich tot een vegetatie bestaande uit Eenarig Wollegras, Haarmos en Grove Den waarschijnlijk als gevolg van verzuring. Een kegelschub van Grove Den is gedateerd in 4960-4740 v. C. (40,635 m NAP). Vanaf dat moment worden resten van heidesoorten Dophei en Struikhei aangetroffen. In het monster daarboven (40,645 m NAP) is echter een recent zaadje van Pijpestrootje aanwezig. Tussen 40,695-40,705 is een zandlaagje aanwezig. We moeten daarom voorzichtig zijn met de interpretatie van het bovenliggende veen. Vermoedelijk is het verstoord geraakt gedurende of na het afgraven van het veenpakket. Aan de hand van de botanische resten uit de basis van het veenpakket van locatie P4 kan afgeleid worden dat de vegetatiesuccessie op deze locatie veel lijkt op die van locatie P1.

Locatie P2 west (flank naar stuwwal)

De veenvorming op locatie P2 ving aan met een *Carex*-veen bestaande uit Moeraszegge. De aanwezigheid van deze soort geeft aan dat er hier basenrijke omstandigheden waren. Gevolgd door een fase met Eenarig Wollegras, Zachte Berk en Grove Den. Vanaf 3710-3530 v. Chr. (Laat-Atlanticum/Vroeg-Subboreaal) vindt er een overgang plaats naar een vegetatie van Waterveenmos, die gevolgd wordt door een fase met Uitgebeten Veenmosveen die opgevolgd wordt door een fase met Hoogveenveenmos. Rond 3640-3370 v. Chr. is Hoogveenveenmos (op 41,515 m NAP) dominant aanwezig en is er tevens een fase met groei van Veenbloembies. In deze fase zijn de heidesoorten Kleine Veenbes én Kraaiheide aanwezig. Vanaf het moment dat de vegetatie gedomineerd wordt door Veenmos van de sectie *Acutifolia* (waarschijnlijk Rood Veenmos of Bruin Veenmos; vanaf 41,645 m NAP) vestigen tevens de heidesoorten Lavendelheide en Dopheide zich. Deze soorten zijn aanwezig tot in het bovenste monster dat uit deze boring is onderzocht (42,955 m NAP).

Locatie P5 oost (flank zandwieling)

De veenvorming op locatie P5 ving rond 4150 v. Chr. (41,345 m NAP) aan. In de basis van het veen zijn veel niet-determineerbare wortelresten alsmede epidermisresten van moerasvaren aangetroffen waarna een fase met o.a. Eenarig Wollegras en Grove Den volgt. Op de overgang naar hoogveenvorming zijn tevens mossen als Haarmos en wat later Rood Viltmos aanwezig. Vanaf ca. 41,5 m NAP is Veenmos van de sectie *Acutifolia* dominant aanwezig, met korte fases waarin Eenarig Wollegras dominant aanwezig is. Daarbij vestigen diverse heidesoorten zich namelijk Kleine Veenbes, Dophei, Struikhei, Lavendelhei en Kraaiheide.

Rond 1300 v. Chr. is er een fase waarin tevens Veenbloembies aanwezig is. Tussen 1060 en 890 v. Chr. vindt de overgang naar Jong veenmosveen plaats waarin Bultveenmos dominant aanwezig is.

Locatie P3 west (lagg)

Op 29,5 cm onder maaiveld (42,195 m NAP) is een zaadje van Zachte Berk gedateerd. Deze bleek echter een recente datering te hebben. In navolging van deze datering is een extra monster bestaande uit bladerepidermis van Eenarig Wollegras uit hetzelfde niveau gedateerd. Hieruit blijkt dat de veenvorming in de lagg omstreeks 3000 v. Chr. aanving. In de basis van het veen zijn resten van diverse vegetatietypen samen aangetroffen. Het gaat dan ook om zeer vergaan en ingeklonken veen. Dit is niet vreemd, uit het ecohydrologisch onderzoek uitgevoerd door Bell & Hullenaar is namelijk gebleken dat de basis van het veenpakket op deze locatie in de zomer boven de grondwaterspiegel ligt en dus droog komt te liggen. De veenvorming op deze locatie lijkt te zijn gestart met een vegetatie van Grove Den en Eenarig Wollegras waarna een overgang naar veen met heidesoorten als Struikhei en Dophei plaats vond.

Hoofdpijnen van de ontwikkeling van het Aamsveen in ruimte en tijd

De hoogveenontwikkeling in het Aamsveen was een dynamisch proces. Daarbij waren klimatologische veranderingen en het lokale reliëf van de minerale ondergrond van belang bij het groeien van het (hoog)veen in ruimte en tijd. Uit het paleobotanisch alsmede het bodemonderzoek blijkt dat het Aamsveen door vermorsing en verzuring als gevolg van geleidelijke stijging van het grondwater is ontstaan. Het groeiende hoogveen vernatte de omgeving waardoor in de voordien hogere delen (waar inzijging optrad) vanwege de ontwikkeling van lokale hydrologische systemen onder invloed van de groeiende veenkoepels moerasveenvorming op gang kon komen (de randen van de stuwwal en de hoge dekzandruggen die van daaruit in het veen staken). Dit zorgde weer voor vernatting van de randen van het hoogveen, waarbij de lagg met zijn moerasveen verzuurde en het hoogveen weer over het moerasveen kon uitgroeien. Aldus verplaatsten de moerasveenvorming en lagg zich steeds verder westwaarts en raakten de hogere delen (verder) met hoogveen overgroeid.

De veenvorming ving aan gedurende het Midden-Atlanticum op de laagstgelegen delen in het gebied, namelijk P1 en P4 (zie figuur 4.1 en tabellen 4.3 en 4.4). Op deze locaties was gedurende het Boreaal en Vroeg-Atlanticum reeds een moerassige vegetatie aanwezig waarin onder andere lisdodde voorkwam. Op locatie P1 ontwikkelde de moerassige vegetatie gedurende het Midden- tot Laat-Atlanticum tot een berkenbroekbos waarin veen werd gevormd. Lokaal kwamen tevens Grove Den en Eenarig Wollegras voor. Ook op P4 was er sprake van een moerassige vegetatie met o.a. lisdodde waarna in het Midden-Atlanticum een vegetatie met Eenarig Wollegras en Grove Den ging overheersen. De hoogveenvorming begon in het zuidoostelijk deel van het Aamsveen. Op locatie P1 was de overgang naar ombrogene veenvorming in het Laat-Atlanticum (rond ca. 4500 v. Chr.), alwaar een hoogveenvegetatie gedomineerd door Veenmos van de sectie *Acutifolia* ontstond. Op de flank van de zandwelling, locatie P5, begon de veenvorming later in het Laat-Atlanticum (ca. 4150 v. Chr.). In eerste instantie was er tevens sprake van een lokale vegetatie met Eenarig Wollegras en Grove den. Ten westen van de zandwelling, op de flank naar de stuwwal (locatie P2), begon de eerste veenvorming vermoedelijk wat vroeger of mogelijk in dezelfde periode als aan de oostkant van de zandopwelling. Op de flank naar de stuwwal, de voormalige lagg, had de vegetatiesuccessie echter een ander verloop dan in het meer centrale deel van het Aamsveen. Dit komt zeer waarschijnlijk door de aanwezigheid van baserijk grondwater in dit gedeelte van het gebied in deze periode. De veenvorming in de voormalige lagg startte met zeggeveen van Moeraszegge waarna tevens Eenarig Wollegras, Grove den en Zachte Berk voorkwamen. Vanaf ca. 3600 v. Chr. breide de veenmosgroei zich uit met een fase waarin Waterveenmos domineerde, gevolgd

door een fase met Uitgebeten veenmos. Vanaf ca. 3500 v. Chr. was er een fase waarin Hoogveenmos de mossen domineerde. Tevens was Veenbloembies aanwezig. Deze vegetatie ontwikkelde zich door tot een hoogveenvegetatie met hoge bulten en slenken gedomineerd door Veenmos van de sectie *Acutifolia* (Oude Veenmosveen). Na (vermoedelijk) ca. 3500 v. Chr. ontstond tevens een ombrogene hoogveenvegetatie gedomineerd door Veenmos van de sectie *Acutifolia*. op locatie P5. Op locatie P1 en P5 is rond ca. 850 v. Chr. de overgang naar Jong Veenmosveen aanwezig. Vanaf de start van het Subatlanticum domineerde Bultveenmos de bulten en Witte snavelbies de slenken. Mogelijk heeft de veenvorming tot in de Middeleeuwen voort geduurd. Op 48 cm onder het maaiveld op locatie P1 is namelijk stuifmeel van cultuurgewassen zoals rogge en boekweit aangetroffen. Daarbij wordt uit het pollenbeeld duidelijk dat het aandeel heidevegetatie in de omgeving (en vermoedelijk ook op of aan de rand van het Aamsveen) sterk is toegenomen. Het areaal van elzenbos daarentegen is afgenomen, vermoedelijk als gevolg van ontginningen om akkerland en weidegebied te creëren.

De antwoorden op de in paragraaf 4.1 gestelde vragen komen in hoofdstuk 6 aan de orde. Daar wordt een synthese gegeven, waarbij de paleobotanische data en inzichten worden geïntegreerd met de bodemkundige, hydrologische en landschapsecologische data die tijdens dit onderzoek zijn verzameld en inzichten die op basis daarvan zijn ontwikkeld. *tabel*

Tabel 4.3 Aamsveen, overzicht gereconstrueerde huidige niveaus waarop veenvorming begon met de daarbij behorende (geëxtrapoleerde) gekalibreerde ouderdom.

locatie	topogene veenvorming		ombrogene veenvorming	
	huidige niveau	datering (jr. v. Chr.)	huidige niveau	datering (jr. v. Chr.)
P1	40,39/40,625 m NAP	Boreaal/5160 ± 130 v. Chr.	40,985 m NAP	ca. 4430 v. Chr.
P2	41,19 m NAP	ca. 4200 v. Chr.	41,515 m NAP	3505 ± 135 v. Chr.
P3	42,18 m NAP	2820 ± 200 v. Chr.	niet meer aanwezig	.
P4	40,46/40,63 m NAP	Boreaal/4850 ± 110 v. Chr.	niet meer aanwezig	.
P5	41,31 m NAP	4150 ± 110 v. Chr.	41,515 m NAP	ca. 3840 v. Chr.

Tabel 4.4 Schematische weergave van de veensuccessie en de zonering van de paleoecologisch onderzochte locaties in het Aamsveen.

Zone	Typering	Datering	west - >		<- oost		noord
			lagg	voormalige lagg	flank zandkop	rand centrale deel	in kom
			P3	P2	P5	P1	P4
D	Menselijke invloed	Middeleeuwen en later	.	.	.	In de Middeleeuwen en later (vanaf c. 1000 n.C.) is er lokaal nog veenvorming. Sterke toename van cultuurgewassen en heidevegetatie in omgeving, afname van pollen van Els, indicatoren voor begrazing	.
C	Jong veenmosveen	Subatlanticum	.	.	Vanaf ca. 1060-890 v.C. Dominantie Bultveenmos	Vanaf c. 850 v. C. Dominantie Bultveenmos en Witte snavelbies	.
B2	Oud veenmosveen	Subboreaal	.	Dominantie <i>S. s. Acutifolia</i> , met heidesoorten	Rond c. 1300 v. C. Veenbloembies aanwezig	Dominantie <i>S. s. Acutifolia</i> , met heidesoorten	.
B1	Oud veenmosveen	Laat-Atlanticum/Subboreaal	.	Vanaf ca. 3600 v.C. overgang van waterveenmos, naar Uitgebeten Veenmos, ca. 3500 v.C. Hoogveenveenmos en Veenbloembies	Vanaf ca. 3840 v.C. (geëxtrapoleerde datering) dominantie van <i>S. s. Acutifolia</i> en heidesoorten	Vanaf ca. 4420 v.C. (geëxtrapoleerde datering) dominantie <i>S. s. Acutifolia</i> , lokale dennen en berken sterven af, heidesoorten nemen toe	.
A2	Initiële veenvorming	Midden tot Laat-Atlanticum	Vanaf 3020-2620 v. Chr. Start met cypergrassen, Eenarig wollegras en Grove den	Vanaf ca. 4200 v. Chr. Start zeggeveen van Moeraszegge, vervolgens veenvorming met Zachte berk, Eenarig wollegras en Grove Den	Vanaf ca. 4150 v.C. veenvorming met Eenarig wollegras en Grove den	vanaf ca. 5300 v. Chr. berkenbroekbos dat overgaat in venige vegetatie met Grove den en Eenarig wollegras	Vanaf 4960-4740 v.Chr., venige vegetatie met Grove Den en Eenarig wollegras
A1	Initiële veenvorming	Boreaal	.	.	.	Lokaal moerasvegetatie met wilg, cypergrassen, Lisdodde, Egelskop en Waterweegbree. Boreaal bos van Den en Hazelaar in de omgeving.	Moerasvegetatie met cypergrassen en Lisdodde

5 Hydrologisch veldonderzoek

5.1 Methode

Het hydrologisch veldonderzoek is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Vervaardiging schematische veendiktekaart.
- Inventarisatie oppervlaktewatersysteem.
- Vervaardiging isohypsenkaarten zandondergrond.
- Nadere analyse grondwaterstandsverloop.
- Onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen.
- Compartimenten- en lekkageonderzoek. In het kader hiervan is ook een isohypsenkaart gemaakt van het veenpakket.
- Hydrochemisch onderzoek.

Vervaardiging schematische veendiktekaart

Op basis van de boorbeschrijvingen van de peilbuizen, het veenbodemonderzoek (zie hoofdstuk 3) en veendiktemetingen in een raster van 50 x 50 meter in het complete Hündfelder Moor (Otto, 1992) is een schematische veendiktekaart gemaakt (figuur 5.1). Als aanvullende gegevensbron is ook de grensoverschrijdende hoogtekaart gebruikt. De kaart is schematisch omdat er geen aanvullende veendiktemetingen zijn uitgevoerd tussen de raaien in en omdat de gegevens van het Duitse deel niet als GIS-bestand maar alleen als figuur in een rapportage beschikbaar waren: op basis van het grove beeld dat hieruit volgt is de kaart vervaardigd. De kaart is vooral bedoeld als input voor het grondwatermodel dat door SWECO wordt vervaardigd ten behoeve van de variantenstudie Glanerbeek. In paragraaf 5.2 wordt de kaart kort toegelicht.

Inventarisatie oppervlaktewatersysteem

De inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem is grotendeels uitgevoerd in maart 2016. De inventarisatie heeft niet alleen betrekking op het Aamsveen, maar ook op het aangrenzende deel van het Hündfelder Moor. In het Aamsveen lag het accent op het hoogveendeel. Het gebied ten westen hiervan is in het kader van de eerder uitgevoerde systeemanalyse (Bell Hullenaar & Unie van Bosgroepen, 2016) al geïnventariseerd.

De inventarisatie van het stelsel als geheel heeft op 16, 17 en 18 maart 2016 plaatsgevonden. Op 22 maart 2016 heeft een nadere inventarisatie plaatsgevonden van de duikers (met bochtstukken) in het gecompartmenteerde deel van het hoogveengebied. Op 29 maart 2016 zijn zowel in het hoogveendeel als in het overgangsgebied op een groot aantal plekken de oppervlaktewater-peilen met behulp RTK-GPS ingemeten. Op 5 januari 2018 heeft een nadere inventarisatie plaatsgevonden van het Duitse deel van het natuurgebied, met daarbij het accent op de randzone.

Voor de kartering is digitaal beschikbare informatie van de topografische dienst ten aanzien van de ligging van de waterlopen als basis gebruikt, en hierin zijn op grond van de resultaten van de veldkartering aanvullingen / wijzigingen / detailleringen aangebracht, om zo tot een correcte en gedetailleerde weergave van de actuele situatie te komen, zoals weergegeven op de verschillende thematische kaarten.

Alle waarnemingen die bij de veldinventarisatie zijn gedaan zijn weergegeven in de tabellen (en een bijbehorende kaart) die in bijlage 4 zijn opgenomen. Op basis van al deze waarnemingen is een oppervlaktewatersysteemkaart vervaardigd (figuur 5.2). Op deze systeemkaart zijn ook de belangrijkste afvoerniveaus van de verschillende onderdelen van

het oppervlaktewaterstelsel weergegeven die vooral op basis van de metingen van de oppervlaktewaterpeilen op 29-3-2016 zijn afgeleid. Ter plaatse van de voormalige landbouwgronden in het Duitse deel zijn op 29-3-2016 echter geen metingen verricht. Voor dit deel zijn daarom op basis van slootdieptemetingen die op 5-1-2018 zijn uitgevoerd en de hoogtekkaart de afvoerniveaus van de belangrijkste sloten en slootrestanten bij benadering afgeleid. Deze systeemkaart is ook gebruikt als input voor de grondwatermodellering die SWECO uitvoert in het kader van de variantenstudie Glanerbeek.

Vervaardiging isohypsenkaarten zandondergrond

Op basis van de meetreeksen van alle oude en nieuwe permanente peilbuizen is een isohypsenkaart van de zandondergrond vervaardigd (zie figuur 5.3). Hierbij zijn de metingen van 14-2-2017 gebruikt. Het betreft hierbij bij benadering dus een GVG-situatie.

Nadere analyse grondwaterstandsverloop

Van de nieuwe permanente peilbuizen zijn inmiddels meetreeksen van het volledige jaar 2017 beschikbaar. Ook voor deze korte reeksen zijn grafieken vervaardigd (zie bijlage 1) en zijn de GXG-waarden (ofwel de GXG-2017) bepaald (zie tabel 5.1). Op basis van de lange reeksen van de oude peilbuizen is afgeleid in hoeverre deze GXG-2017 representatief is voor de algehele GXG. Dit is gedaan door voor de oude peilbuizen behalve de GXG ook de GXG-2017 te bepalen (zie tabel 5.2).

Uit de vergelijking volgt dat de GHG-2017 gemiddeld 1 cm lager dan (ofwel bij benadering gelijk is aan) de GHG. Hetzelfde geldt voor de GVG. De GLG-2017 is gemiddeld 6 cm lager dan GLG. Dus op grond hiervan mag verwacht worden dat de GLG voor de nieuwe peilbuizen circa 6 cm hoger is dan zoals nu is afgeleid voor de reeksen van 2017 en dat het verschil in GHG en GLG circa 5 cm kleiner is dan zoals nu afgeleid voor de reeksen van 2017.

Op deze wijze is ook voor de nieuwe peilbuizen, aan de hand van het verschil in GHG en GLG, inzichtelijk gemaakt in hoeverre de juiste condities aanwezig zijn voor hoogveengroei. De resultaten hiervan worden behandeld in paragraaf 5.5.2, nadat in paragraaf 5.5.1 eerst de resultaten van de geactualiseerde analyse van de meetreeksen van de oude peilbuizen zijn besproken.

Tabel 5.1 GXG-2017 voor peilbuizen van het nieuwe meetnet

meetpunt	meetperiode	GHG	GVG	GLG	MV	GHG-GLG	GHG	GVG	GLG
code		(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)		(m)	(m -mv)	(m -mv)	(m -mv)
B54 B35A0891_1	2017	41,90	41,78	40,78	41,96	1,12	0,06	0,18	1,18
B55 B35A0892_1	2017	41,82	41,72	40,97	41,96	0,85	0,14	0,24	0,99
B56 B35A0893_1	2017	41,71	41,67	40,69	41,45	1,02	-0,26	-0,22	0,76
B57A B35A0894_1	2017	41,84	41,76	41,08	41,84	0,76	0,00	0,08	0,76
B57B B35A0894_2	2017	41,83	41,75	41,06	41,84	0,77	0,01	0,09	0,78
B58 B35A0895_1	2017	42,49	42,36	41,52	42,45	0,97	-0,04	0,09	0,93
B59 B35A0896_1	2017	42,58	42,51	41,74	42,58	0,84	0,00	0,07	0,84
B60A B35A0897_1	2017	42,95	42,64	41,92	43,05	1,03	0,10	0,41	1,13
B60B B35A0897_2	2017	42,94	42,64	41,82	43,05	1,12	0,11	0,41	1,23
B61 B35A0898_1	2017	42,98	42,96	42,50	42,86	0,48	-0,12	-0,10	0,36
B62A B35A0899_1	2017	43,09	43,04	42,66	42,92	0,43	-0,17	-0,12	0,26
B62B B35A0899_2	2017	43,07	43,02	42,65	42,92	0,42	-0,15	-0,10	0,27
B63A B35A0900_1	2017	43,53	43,45	43,35	43,94	0,18	0,41	0,49	0,59
B63B B35A0900_2	2017	43,06	43,04	42,90	43,94	0,16	0,88	0,90	1,04
B64A B35A0901_1	2017	43,10	43,05	42,68	42,96	0,42	-0,14	-0,09	0,28
B64B B35A0901_2	2017	42,88	42,83	42,28	42,96	0,60	0,08	0,13	0,68
B65A B35A0902_1	2017	44,24	44,19	43,89	44,46	0,35	0,22	0,27	0,57
B65B B35A0902_2	2017	42,96	42,94	42,75	44,46	0,21	1,50	1,52	1,71
B66A B35A0903_1	2017	42,38	42,34	42,14	42,34	0,24	-0,04	0,00	0,20
B66B B35A0903_2	2017	42,38	42,34	42,14	42,34	0,24	-0,04	0,00	0,20
B67A B35A0904_1	2017	42,29	42,24	41,95	42,16	0,34	-0,13	-0,08	0,21
B67B B35A0904_2	2017	42,03	41,98	41,41	42,16	0,62	0,13	0,18	0,75
B68A B35A0905_1	2017	41,90	41,77	41,04	41,53	0,86	-0,37	-0,24	0,49
B68B B35A0905_2	2017	41,89	41,79	41,03	41,53	0,86	-0,36	-0,26	0,50
B69A B35A0906_1	2017	te weinig metingen			41,52	te weinig metingen			
B69B B35A0906_2	2017	te weinig metingen			41,52	te weinig metingen			
B70A B35A0907_1	2017	41,74	41,67	41,35	41,91	0,39	0,17	0,24	0,56
B70B B35A0907_2	2017	41,73	41,70	41,28	41,91	0,45	0,18	0,21	0,63
B71A B35A0908_1	2017	42,31	42,26	42,02	42,28	0,29	-0,03	0,02	0,26
B71B B35A0908_2	2017	42,01	41,98	41,63	42,28	0,38	0,27	0,30	0,65
B72A_1	2017	42,60	42,52	42,46	43,20	0,14	0,60	0,68	0,74
B72B_2	2017	42,27	42,22	41,89	43,20	0,38	0,93	0,98	1,31
B73A_1	2017	42,02	41,91	41,40	41,96	0,62	-0,06	0,05	0,56
B73B_2	2017	41,83	41,71	41,29	41,96	0,54	0,13	0,25	0,67

Tabel 5.2 Vergelijking GXG met GXG-2017 voor de oude peilbuizen

meetpunt		GHG	GVG	GLG		GHG	GVG	GLG	verschil (m)	verschil (m)	verschil (m)
code	meetperiode	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)	meetperiode	(mNAP)	(mNAP)	(mNAP)	GHG	GVG	GLG
B11A B35A0181_2	2012-2017	43,16	43,07	42,87	2017	43,19	43,11	42,83	0,03	0,04	-0,04
B12A B35A0182_2	1995-2006 en 2	43,06	43,02	42,81	2017	43,04	43,01	42,76	-0,02	-0,01	-0,05
B21B B35A0183_1	1997-2017	42,73	42,72	42,53	2017	42,70	42,69	42,49	-0,03	-0,03	-0,04
B21A B35A0183_2	1997-2017	42,78	42,76	42,57	2017	42,72	42,70	42,52	-0,06	-0,06	-0,05
B22B B35A0184_1	1997-2017	42,90	42,85	42,59	2017	42,86	42,80	42,55	-0,04	-0,05	-0,04
B22A B35A0184_2	1997-2017	42,70	42,67	42,47	2017	42,66	42,64	42,44	-0,04	-0,03	-0,03
B23B B35A0189_1	1996-2017	42,93	42,89	42,63	2017	42,92	42,88	42,48	-0,01	-0,01	-0,15
B23A B35A0189_2	2011-2017	42,55	42,50	42,15	2017	42,55	42,51	42,01	0,00	0,01	-0,14
B42A B35A0191_2	1997-2017	41,65	41,60	41,06	2017	41,68	41,64	41,05	0,03	0,04	-0,01
B43 B35A0192_1	1995-2017	41,95	41,83	40,89	2017	41,93	41,81	40,79	-0,02	-0,02	-0,10
B17 B35A0194_1	1996-2017	45,89	45,83	45,03	2017	45,90	45,85	45,06	0,01	0,02	0,03
gemiddeld									-0,01	-0,01	-0,06

Onderzoek ecohydrologische dwarsprofielen

Voor het verkrijgen van een goed inzicht in het functioneren van het grondwatersysteem van het hoogveenrestant zijn zes ecohydrologische dwarsprofielen vervaardigd (zie figuren 5.4a en 5.4b). Vijf dwarsprofielen lopen tot aan de rijksgrens en één dwarsprofiel (Ho3-Ho3') loopt ten zuidoosten van de rijksgrens door tot aan de zuidoostzijde van het hoogveenrestant in het Duitse deel.

De hiervoor benodigde uitbreiding van het hydrologisch meetnet is eind 2016 / begin 2017 uitgevoerd door bureau Buijs. De meetraaien zijn opgebouwd uit primaire en secundaire meetpunten en in combinatie hiermee zijn ook aanvullende boringen verricht in de aangelegde dwarswallen en plagstroken waar het veen is afgegraven voor de aanleg van de dwarswallen. Op de primaire meetpunten is zowel in het veenpakket als in de zandondergrond een filter geplaatst. Bij een selectie van de primaire meetpunten is bij uitvoering van de boringen getracht de hydrologische basis (keileem / tertiaire klei) te bereiken. Op de secundaire meetpunten is alleen een filter in het veenpakket geplaatst. De primaire meetpunten zijn opgenomen in het meetnet van Landschap Overijssel: het betreft dus 'permanente' peilbuizen. De meeste van deze nieuwe meetpunten worden door de opnemers Landschap Overijssel (samen met de oude meetpunten) twee keer per maand (op of nabij de 14^e en 28^e van elke maand) opgenomen. Peilbuizen op kwetsbare of lastig bereikbare plekken (B66AB en B69AB) en de peilbuizen in het Duitse deel (B72AB en B73AB) zijn voorzien van dataloggers.

De secundaire meetpunten zijn vier keer door Bell Hullenaar opgenomen: één keer in de winter (op 14-2-2017), één keer in het vroege voorjaar (28-3-2017) en twee keer in de zomer (11-7-2017 en 7-9-2017). Op de meetdagen zijn ook de meeste permanente peilbuizen opgenomen. In de dwarsprofielen zijn de waarnemingen van 14-2-2017 en 7-9-2017 gebruikt. De secundaire meetpunten zijn alleen gebruikt voor de systeemanalyse en zijn dus niet opgenomen in het meetnet van Landschap: het betreft dus tijdelijke peilbuizen.

Uit vergelijking van de meetwaarden van deze winter- en zomermetingen en de GXG-waarden die voor de meetreeksen van de betreffende peilbuizen zijn afgeleid (zie tabel 5.3) volgt de representativiteit van de metingen die in het kader van het veldonderzoek zijn uitgevoerd.

Tabel 5.3 Vergelijking meetwaarden 14-2-2017 en 7-9-2017 met GXG-waarden

meetpunt code	GHG (mNAP)	GVG (mNAP)	GLG (mNAP)	meetwaarde		verschil (m)		verschil (m)
				(mNAP)		GHG met	GVG met	GLG met
				14-feb-17	7-sep-17	meting 14-2-17	meting 14-2-17	meting 7-9-2017
B11A B35A0181_2	43,16	43,07	42,87	43,10	42,81	-0,06	0,03	-0,06
B21B B35A0183_1	42,73	42,72	42,53	42,67	42,46	-0,06	-0,05	-0,07
B21A B35A0183_2	42,78	42,76	42,57	42,68	42,48	-0,10	-0,08	-0,09
B23B B35A0189_1	42,93	42,89	42,63	42,88	42,41	-0,05	-0,01	-0,22
B23A B35A0189_2	42,55	42,50	42,15	42,50	42,04	-0,05	0,00	-0,11
B42A B35A0191_2	41,65	41,60	41,06	41,62	40,89	-0,03	0,02	-0,17
B43 B35A0192_1	41,95	41,83	40,89	41,82	40,71	-0,13	-0,01	-0,18
gemiddeld						-0,07	-0,01	-0,13

Uit de vergelijking volgt dat op 14-2-2017 bij benadering GVG-omstandigheden aanwezig waren en de omstandigheden gemiddeld 7 cm droger waren dan in de GHG-situatie. Op 7-9-2017 waren de omstandigheden gemiddeld 13 cm droger dan in de GLG-omstandigheden. Dus het verschil van de op 14-2-2017 gemeten wintergrondwaterstand en de op 7-9-2017 gemeten zomergrondwaterstand is gemiddeld 6 cm groter dan verschil tussen de GHG en de GLG.

Compartimenten- en lekkageonderzoek

Om een goed beeld te krijgen van (de verschillen in) het fluctuatiebereik in de compartimenten en een beter beeld te krijgen van het functioneren van het systeem als geheel zijn al in 2016 in alle compartimenten in een vroege voorjaars situatie (29 maart 2016) en een droge zomersituatie (9 september 2016) met RTK-GPS de oppervlaktewaterpeilen gemeten. Op basis hiervan is afgeleid hoe sterk de waterstandsdynamiek is in de verschillende compartimenten (zie figuur 5.5). Uit de meetreeksen van het oude hydrologisch meetnet van Landschap Overijssel volgt dat op 29-3-2016 bij benadering GHG-omstandigheden aanwezig waren en dat op 9-9-2016 bij benadering GLG-omstandigheden aanwezig waren.

Op 3 en 4 oktober 2017 is middels het uitvoeren van aanvullende boringen in greppel- en slootrestanten gericht gezocht naar de lekkages in de compartimenten. Daarbij is met name ingezoomd op de zone met dun veenpakket langs de buitenrand van het veen, direct ten oosten van het Middenpad: hier is vanwege de geringe veendikte de kans op doorsnijding van de slecht doorlatende laag aan de basis van het veenpakket (gyytja of gliede) het grootst en hier lopen vanuit de lagg sloot- en greppelrestanten door tot in het hoogveen: vooral op deze plekken is daarom geboord. Ook is specifiek aandacht besteed aan het greppelrestant langs het wandelpad (compartimenten C1, C2 en C3) en de sloot- en greppelrestanten in compartiment C38.

Op basis van de oppervlaktewaterstandsmetingen in de compartimenten is tevens een isohypsenkaart van het veenpakket gemaakt (zie figuur 5.6). Hiervoor zijn de metingen van 29-3-2016 gebruikt (dus bij benadering een GHG-situatie). Als aanvullende gegevensbron zijn ook de veengrondwaterstanden gebruikt die op 14-2-2017 (ook bijna een GHG-situatie) zijn gemeten in de tijdelijke peilbuizen en de ondiepe filters van de permanente peilbuizen. Bij de opname van de peilbuizen is aan de buizenzijde van de peilbuis ook vaak ook de oppervlaktewaterstand gemeten. Daarbij zijn nergens grote verschillen gemeten tussen de veengrondwaterstand en oppervlaktewaterstand (hooguit verschil van enkele centimeters). Dit betekent dat het gebruik van de oppervlaktewaterstanden voor de vervaardiging van de isohypsenkaart van het veenpakket in dit gebied (en in de GHG-situatie) gerechtvaardigd is. Er is gekozen voor het in eerste instantie gebruiken van de oppervlaktewaterstanden omdat hiervan verspreid over het gehele hoogveen (en dus niet alleen in de raaien) meetwaarden beschikbaar zijn.

Hydrochemisch onderzoek

Om te bepalen wat de actuele veenwaterkwaliteit is in het Aamsveen en aan te geven of deze geschikt is voor een verder herstel van het hoogveen is door B-WARE op oriënterende wijze hydrochemisch onderzoek uitgevoerd. Hiertoe is met behulp van keramische cups op twee diepten (in de toplaag op circa 10 cm -mv en dieper in het veenpakket op 50-100 cm -mv) poriewater uit het veen verzameld en geanalyseerd. Daarnaast werd op een aantal locaties de chemische samenstelling van het oppervlakteater bepaald. De methode en de resultaten worden toegelicht in de rapportage van B-WARE (zie bijlage 5). De belangrijkste resultaten van het hydrochemisch onderzoek zijn weergegeven in paragraaf 5.8 van het hoofdrapport.

5.2 Schematische veendiktekaart

(zie figuur 5.1)

Uit de schematische veendiktekaart volgt dat het veenpakket in het centrale deel van het grensoverschrijdende hoogveenrestant 2 à 3 meter dik is en dat de dikte in het grensoverschrijdende deel elders veelal 1 à 2 meter bedraagt. Richting het Middenpad neemt de dikte af naar 0,5 tot 1 meter. Ook ter plaatse van Tpb37, dus meer centraal in het veengebied, is een zone met gering veendikte (0,5 tot 1 meter) aanwezig. Het betreft hierbij een zandopduiking (zie ook hoofdstuk 3, resultaten veenbodemonderzoek en paragraaf 5.6.2, dwarsprofiel Ho2-Ho2'). Ook in Aamsveen-Noord is de veendikte gering (< 1 meter). Mogelijk is de veendikte zeer gering (enkele decimeters of nog minder) in de ontginningsstroken die het hoogveen doorkruisen, maar dat blijkt niet uit deze schematische kaart, want hier is niet gemeten.

5.3 Resultaten kartering oppervlaktewatersysteem

(zie figuur 5.2)

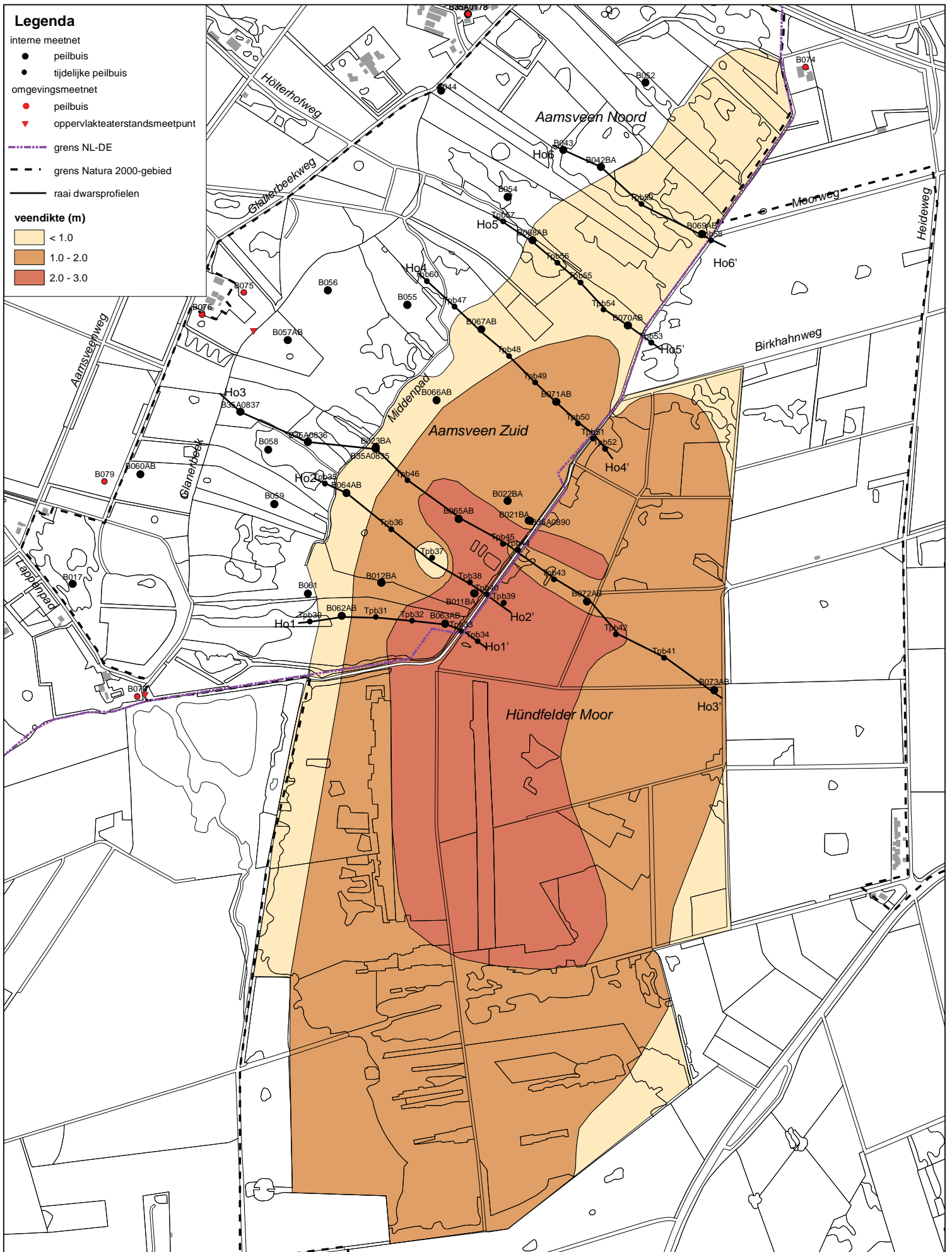
5.3.1 Aamsveen

Het Nederlandse deel van het hoogveengebied is grotendeels gecompartmenteerd. Voor het overzicht is elk compartiment voorzien van een code. In totaal zijn er 40 compartimenten: C1 t/m C40 (zie figuur 5.2: oppervlaktewatersysteemkaart en figuur 5.5: compartimentenkaart). De meeste compartimenten zijn begin jaren 1990 tot stand gebracht door het aanbrengen van dwarswallen tussen de reeds aanwezige wallen en door het ophogen van het Middenpad. Sommige compartimenten waren vooruitlopend hierop al aanwezig omdat ze als lokale laagten tussen veenruggen / wallen liggen (C15, C16, C17 en C29).

Het veen voor het vervaardigen van de dwarswallen van compartimenten C1 t/m C37 is gewonnen in plagstroken langs de wallen. Deze plagstroken liggen vaak aan de bovenstroomse zijde. In de plagstroken zijn relatief natte omstandigheden aanwezig, waardoor hier relatief vaak hoogveenslenkvegetaties aanwezig zijn (zie figuur 2.5, vegetatiekaart). Door de vervaardiging van compartimenten C38, C39 en C40 in het pad op de rijksgrens opgehoogd en is aan de noordzijde van compartiment C40 een nieuw fietspad sterk verhoogd aangelegd.

Voor de afvoer van eventuele wateroverschotten en eventuele bijstelling van de peilen is elk compartiment bij de aanleg voorzien van een pvc-duiker met bochtstuk. Hoewel bij de inventarisatie op systematische / grondige wijze (met steekschep langs de randen van de dwarswallen, over de gehele breedten van de compartimenten) is gezocht naar de duikers, is slechts een deel hiervan teruggevonden. De aangetroffen duikers zijn op de compartimentenkaart (figuur 5.5) aangegeven. Enkele duikers zijn vervormd door de veenbrand van 2011, maar ook dan is er telkens toch wel een opening waarlangs de afvoer kan plaatsvinden. Veel duikers zijn gedeeltelijk verstopt, maar nog wel functionerend. Sommige duikers zijn sterk verstopt / vrijwel geheel overgroeid met vegetatie en vooral met Pijpenstrootje. Dit is ook de reden dat veel van de duikers niet meer konden worden teruggevonden.

In vrijwel geen enkel compartiment was op het moment van de inventarisatie (22 maart 2016) sprake van oppervlakkige afvoer. In de meeste gevallen lag het actuele peil ook vrij ver beneden de afvoerniveaus van de duikers. Vermoedelijk wordt via de meeste duikers ook in natte winterperioden (praktisch) nooit water afgevoerd.



Figuur 5.1 Schematische veendiktekaart

De oude veenwallen lopen niet geheel door tot aan het Middenpad of nabij het Middenpad zijn de veenwallen zo laag dat in natte perioden overstroming hiervan kan optreden. Zodoende vormen compartimenten C30 t/m C37 nu in feite geen strikt afzonderlijke eenheden (zie figuur 5.5).

Het zuidelijke deel van het hoogveengebied is niet gecompartmenteerd. In het noordelijke deel van het hoogveengebied zijn drie compartimenten aanwezig: C38, C39 en C40. De compartimenten worden gevormd door enkele veenruggen, het opgehoogde grenspad aan de oostzijde en het verhoogd aanlegde fietspad aan de noordzijde.

Compartiment C38 watert via een pvc-duiker zonder bochtstuk (onder een wandelpad) af op compartiment C39. Compartiment C39 watert aan de westzijde om de veenrug heen af (middels oppervlakkige afvoer over maaiveld) die tussen compartimenten C39 en C40 aanwezig is. Voor de afvoer van compartiment C39 en het voorkomen van overstroming van het grenspad zijn ook twee pvc-duikers met bochtstuk onder / langs het grenspad gelegd, maar hierlangs vond bij de inventarisatie geen afvoer plaats. Vanuit compartiment C40 vindt de waterafvoer via een (betonnen) gootje over het grenspad heen plaats.

5.3.2 Hündfelder Moor

Gebied ten zuiden van het Aamsveen

Het voormalige landbouwgebied aan de westzijde van het Hündfelder Moor is in 2011 heringericht, deels als retentiegebied en het gedeelte in de noordoosthoek (dus nabij de grens met het hoogveen) als plas voor watervogels. Hoewel deze plas geen oppervlakkige aanvoer van elders heeft is hier bij de inventarisatie (op 17-3-2016) een hoog waterpeil gemeten (van 43,7 mNAP): de plas was volledig tot aan het overloophoogte van de omringende opgeworpen wal gevuld.

Sinds de herinrichting van het voormalige landbouwgebied is ook op de overgang naar het hoogveenrestant een omvangrijke plas ontstaan. Ook voorheen lag hier een plas (dit was de voormalige gegraven retentieplas voor de afvoerduiker die voorheen ter plaatse van de rijksgrens dwars door het veengebied heen lag), maar deze was veel kleiner. De plas is het gevolg van de sterke vernatting die is opgetreden door de herinrichting van het landbouwgebied, en met name de wal die is opgeworpen rond de plas in de noordoosthoek en (verder zuidelijk) op de oostgrens van het retentiegebied. Sindsdien kan hier geen oppervlakkige afvoer meer plaatsvinden in westelijke richting, en stroomt het water via de slenk op de rijksgrens af in oostelijke richting (afvoerniveau 43,1 mNAP). Dit is de slenk waar voorheen (in eerste instantie) de afvoersloot (en later) de afvoerduiker dwars door het veen heen lag (zie figuur 5.2).

Op de plek waar de slenk op de rijksgrens in noordoostelijke richting afbuigt begint een slootje (met hierin een vervallen stuwte) dat in verbinding staat met een rechthoekige, noord-zuid georiënteerde slenk die circa 35 meter breed is en 600 meter lang. Het betreft een relatief diep verveende strook waarin een omvangrijke waterplas is ontstaan (zie figuur 5.2). Via het slootje werd zowel bij de inventarisaties van zowel 17-3-2016 als 5-1-2018 een sterke oppervlakkige afvoer geconstateerd naar de rechthoekige en langgerekte waterplas. Het afvoerniveau hiervan bedraagt 42,8 mNAP.

Via een slootje staat de langgerekte waterplas in verbinding met een grote plas ten zuiden hiervan. In dit slootje ligt een dam met hierin twee duikers met bochtstukken. Via deze twee duikers vond tijdens beide inventarisaties zeer sterke oppervlakkige afvoer plaats. Het waterpeil van de langgerekte plas lag daarbij enkele decimeters (in het zuidelijke deel) tot een halve meter (in het noordelijke deel) onder het maaiveld van het veengebied in de omgeving. Gezien dit lage peil en de toename van de afvoer in benedenstroomse richting heeft de langgerekte plas een drainerende werking op het hoogveen.

De grote waterplas watert via een vervallen stuw en een slootrestant in oostelijke richting af. Vanwege de aanwezigheid van een drempel ter plaatse van het pad dat het slootrestant kruist is het peil in het slootrestant hoog: het waterpeil ligt in afvoersituaties aan maaiveld. Verder oostelijk is een afvoerduiker geblokkeerd, zodat het afvoerwater de laagte ten noorden van het slootrestant instroomt (zie figuur 5.2). Voor verdere beschrijving: zie laatste alinea van volgende subparagraaf.

Hoogveenrestant ten oosten van het Aamsveen

Een tweede belangrijke plek waar vanuit het Duitse deel van het hoogveengebied oppervlakkige afvoer is geconstateerd betreft het uiteinde van de duiker die dwars door het veengebied heen ligt, en ook hier was de afvoer tijdens beide inventarisaties behoorlijk sterk (maar minder sterk dan de zeer sterke afvoer zoals beschreven in de vorige subparagraaf). Op het uiteinde van de duiker is wel een deksel aangebracht, maar deze deksel sluit de duiker niet goed af en bovendien stroomt er veel water weg via een gat / kier in de duiker iets stroomopwaarts van het uiteinde van de duiker. Op circa 100 meter ten noordoosten van peilbuis BB35A0183 is ook waargenomen dat er nog steeds water via de duiker afstroomt: via een uit de grond stekende PVC-buis was op 5-1-2018 in de ondergrond (dus in de duiker) afstromend water hoorbaar. Dit betekent dat de afvoer via de duiker (ondanks het storten van beton in enkele onderhoudsschachten) dus nog steeds niet goed is geblokkeerd, en de duiker dus nog altijd een drainerende werking heeft op het veengebied.

Ook in de slenk boven de duiker is in het traject dat de veenrug ter hoogte van compartimenten C7 en C23 doorsnijdt oppervlakkige afvoer geconstateerd. Deze afvoer vond plaats in noordelijke richting. Dit wijst erop dat ook de slenk (in de winter- en vroege voorjaarssituatie) een drainerende werking heeft op het hoogveenrestant. Ter hoogte van compartiment C25 zijn in de slenk boven de duiker bij de inventarisatie op 17-3-2016 zeer natte omstandigheden geconstateerd (met waterpeil van enkele decimeters boven maaiveld) maar geen oppervlakkige afvoer, en nog verder naar het noorden was de slenk geheel droog gevallen. Het hier ontbreken van oppervlakkige afvoer en het verder noordelijk geheel droogvallen van de slenk hangen samen met de nog aanwezige drainerende werking van de duiker. Het effect van de slenk en duiker op het grondwatersysteem van het hoogveengebied is aan de hand van het onderzoek met de ecohydrologische dwarsprofielen nader inzichtelijk gemaakt (voor resultaten: zie paragraaf 5.6).

Ook in het Duitse deel ten oosten van het Aamsveen en ten oosten van de langgerekte plas zijn veel veenruggen aanwezig, met hiertussen verveende (veelal rechthoekige) slenken. Deze slenken en veenruggen lopen over het algemeen af in zuidoostelijke richting. De paden die de slenken doorkruisen en die langs de buitenrand van het hoogveenrestant liggen zijn veelal te laag om in natte perioden het water goed in de slenken vast te kunnen houden. Met name ter plaatse van het lager gelegen noordoostelijke en oostelijke deel van het hoogveenrestant werd op 5-1-2018 oppervlakkige afvoer over de paden heen geconstateerd. Via het noordoostelijke deel vond op 5-1-2018 (gedeeltelijk via een greppelrestant) ook oppervlakkige afvoer vanuit de grensslenk plaats. In het oostelijke deel van het hoogveenrestant zijn op enkele plekken ook duikers met bochtstukken aanwezig waarmee in natte perioden water onder de paden door wordt afgevoerd naar de randzone.

(Voormalige) landbouwgronden aan de oostzijde

In het intensief beheerde en grotendeels zeer laag gelegen landbouwgebied ten oosten van de Heideweg en gedeeltelijk langs de Heideweg zelf zijn zeer diepe, sterk drainerende sloten aanwezig (diepte 1,2 à 1,5 meter / drooglegging 1 à 1,3 meter).

In de zone tussen het hoogveengebied en de Heideweg zijn de volgende (sterk) drainerende sloten (van circa 0,8 meter diep) aangetroffen:

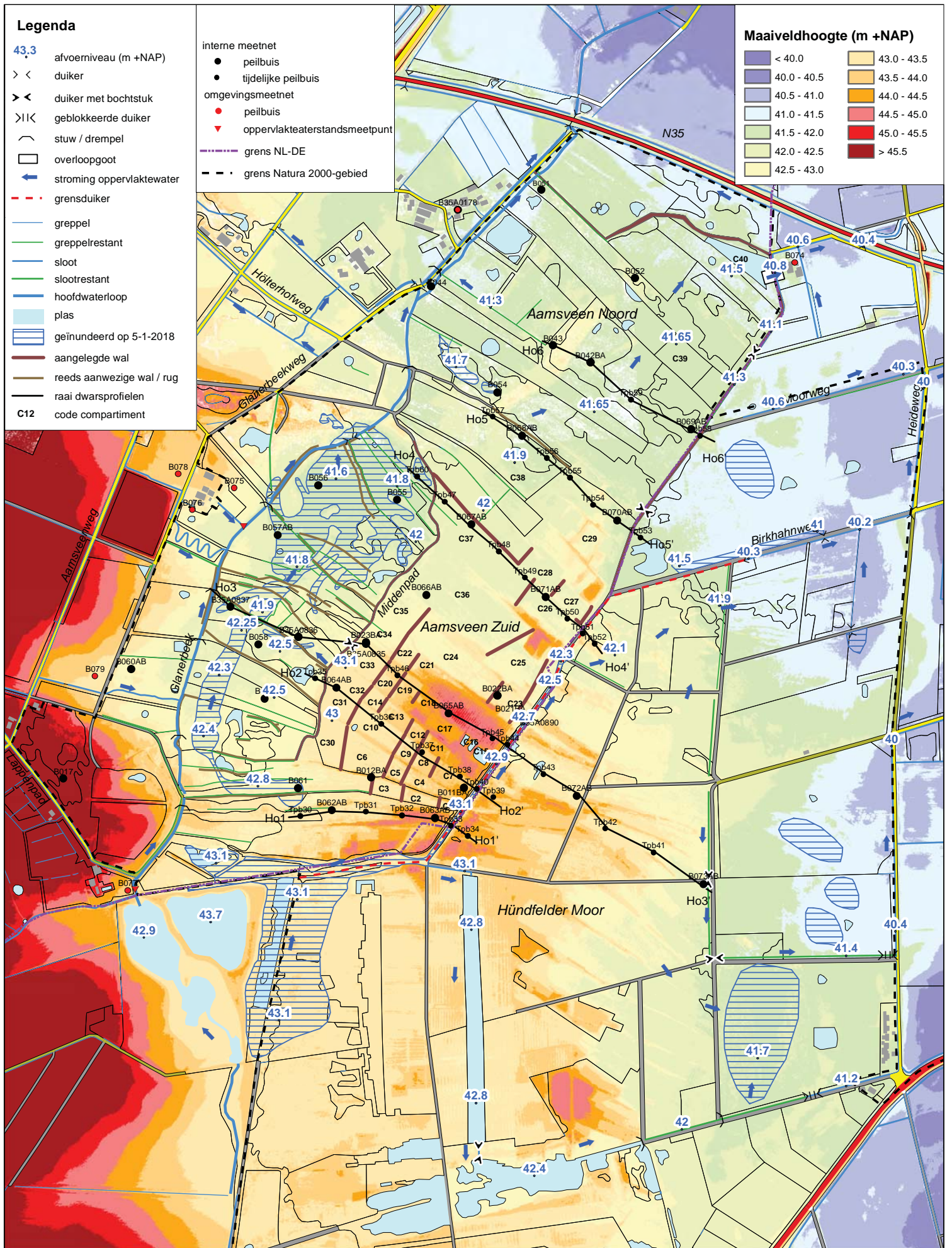
- Een sloot langs de Moorweg, ten behoeve van de ontwatering van het landbouwkundig beheerde grasland ten noorden ervan.
- Een sloot aan de westzijde van de ten noorden hiervan gelegen akker.
- Een sloot langs de Birkhahnweg. Via deze sloot verloopt de afvoer van de lange duiker uit het veengebied. In de sloot werden op 17-3-2016 ook kwelverschijnselen waargenomen (oliefilm en roest) en op 5-1-2017 werd een sterke afvoer geconstateerd.
- Vanuit het zuiden watert ook een diepe greppel op deze sloot af. Met deze sloot wordt een landbouwkundig beheerd grasland te westen van de Heideweg ontwaterd.

In de uiterste zuidoosthoek van het geïnventariseerde gebied ligt nog een sloot. Op circa 200 meter ten westen van de Heideweg is een duiker echter bewust geblokkeerd om het afvoerwater uit de Hündfelder Moor een laagte in te leiden (hierover volgt straks meer informatie).

Elders zijn in de zone tussen het hoogveengebied en de Heideweg hooguit restanten van greppels en sloten aangetroffen. Het afvoerniveau hiervan ligt over het algemeen (vlak) aan maaiveld. Deze sloot- en greppelrestanten hebben zodoende geen duidelijke drainerende werking meer.

De laag gelegen voormalige cultuurgrond ten noorden van de Birkhahnweg vormt een wig in het grensoverschrijdende hoogveenrestant. Via deze wig vond (aan de noordzijde van de Birkhahnweg) op 5-1-2018 een aanzienlijke oppervlakkige afvoer over maaiveld heen plaats naar de iets verder oostwaarts gelegen omvangrijke laagte aan weerszijden van de Birkhahnweg. Via een duiker onder de Birkhahnweg watert de wig en het noordelijke deel van de laagte af op de sloot ten zuiden van de Birkhahnweg. Dus via deze duiker wordt op laag niveau water (afvoerniveau aflopend van 41,5 naar 41,0 mNAP) vanuit de wig en het noordelijke deel van de laagte afgevoerd. Bovendien wordt de laagte als geheel op laag niveau ontwaterd door de diepe sloot langs de Birkhahnweg (met afvoerniveau aflopend van circa 40,3 naar circa 40,2 mNAP). Het effect hiervan op het functioneren van het grondwatersysteem wordt inzichtelijk gemaakt aan de hand van de isohypsenkaart die in het kader van het veldonderzoek is vervaardigd en blijkt ook uit de resultaten van het dwarsprofielenonderzoek.

In het zuidelijke deel van de zone met voormalige cultuurgronden ligt een laagte die niet meer wordt ontwaterd en die bovendien gevoerd wordt met het afvoerwater van het Hündfelder Moor: hiertoe is een duiker in de afvoersloot geblokkeerd. De laagte is zodoende in het winterhalfjaar geïnundeerd en blijft waarschijnlijk ook een groot deel van het zomerhalfjaar drassig. Hierdoor werkt deze zone als een hydrologische buffer voor het hoogveenrestant.



Figuur 5.2 Resultaten kartering oppervlaktewatersysteem

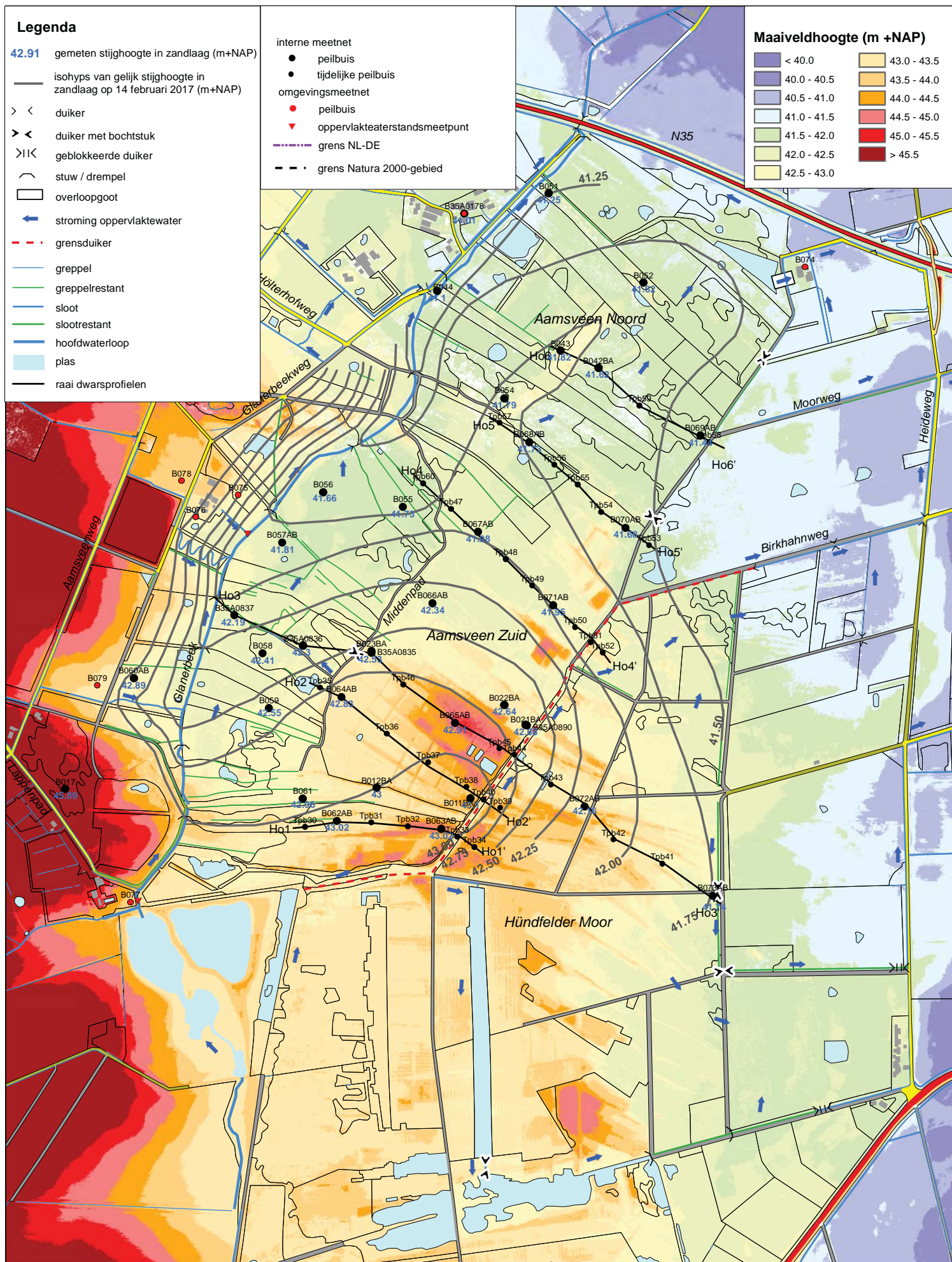
5.4 Isohypsenaart zandondergrond

(zie figuur 5.3)

Uit de isohypsenaart blijkt het volgende:

- De hoogste grondwaterstanden (circa 43,0 mNAP) zijn gemeten in het gebied met de niet verveende veenruggen in het zuidoostelijke deel van Aamsveen Zuid.
- Hiervandaan stroomt het grondwater enerzijds in noordwestelijke richting, naar de lagg en de Glanerbeek, en anderzijds in noordoostelijke tot oostelijke richting, onder het Duitse hoogveenrestant door naar de voormalige landbouwgronden ten oosten hiervan.
- Het grondwater onder het hoogveenrestant van Aamsveen Noord stroomt (in de situatie van 14-2-2017 = bij benadering GVG-situatie) uitsluitend in oostelijke richting af en dat geldt ook voor het noordoostelijke deel van Aamsveen Zuid.
- De afstroming in oostelijke tot noordoostelijke richting is dus relatief sterk ten opzichte van de afstroming in noordwestelijke richting, wat in combinatie met de eveneens relatief grote dikte van het watervoerende pakket in het Duitse deel (van circa 5 meter) resulteert in een zeer sterk waterverlies in (noord)oostelijke richting. Bij behandeling van dwarsprofiel Ho3-Ho3' in paragraaf 5.6 zal worden ingegaan op de oorzaken hiervan.
- Uit de afbuiging van de isohyps van 41,5 mNAP in de richting van het hoogveenrestant volgt dat de zone tussen de Birkhahnweg en Moorweg een extra sterke drainerende werking heeft op het grondwater in de zandondergrond. Dit komt niet alleen door de drainerende werking van de hier nog aanwezige twee sloten, maar ook door de afvoer over maaiveld heen in de zone die als wig tot in het hoogveenrestant doordringt (zie figuur 5.1).
- In de zone ten westen van de Glanerbeek is een zeer sterk verhang aanwezig. Dit hangt samen met de hier zeer geringe dikte van het watervoerende zandpakket (veelal < 1 meter) en dus het zeer geringe doorlaatvermogen hiervan.

Het netwerk van diepe peilbuizen met filters in de zandondergrond is te grof om het effect van de drainerende werking van de duiker op de rijksgrens in de isohypsenaart (goed) tot uiting te laten komen. Om het effect inzichtelijk te maken en straks ook vast te kunnen leggen wat het effect is van aanpak van de drainerende werking van de duiker is het raadzaam hier op korte termijn (in het kader van de PAS-procesmonitoring) 1 of 2 peilbuizen bij te plaatsen.



5.5 Nadere analyse grondwaterstandsverloop

5.5.1 Oude peilbuizen

(voor GXG-waarden: zie tabel 2.1, voor grafieken: zie bijlage 1 en voor markering van de locaties van de peilbuizen met felle, gele stippen: zie figuur 2.1)

B11B / B11A

- Peilbuis B11 staat in een zone waar slechts in beperkte mate veen is afgegraven, ofwel in een veenrug. Voor B11B (ondiep filter in veenpakket) bedraagt het verschil tussen de GHG en GLG slechts 24 cm. Probleem is echter dat de grondwaterstanden hier het hele jaar door veel te ver onder maaiveld liggen (GHG = 54 cm -mv). In samenhang met deze zeer droge omstandigheden is hier een ruigte van Adelaarsvaren aanwezig.
- Vanwege de weerstandsbiedende werking van de gyttja aan de basis van het veenpakket is de grondwaterstand in het veenpakket (B11B) het gehele jaar door 40 à 50 cm hoger dan in de zandondergrond (B11A).
- Aan de hand van dwarsprofiel Ho2-Ho2' wordt in paragraaf 5.6 het ecohydrologisch functioneren van de zone waar B11 staat inzichtelijk gemaakt.

B12B / B12A

- Peilbuis B12 staat in een veendijkje. Voor B12B (ondiep filter in veenpakket) bedraagt het verschil tussen GHG en GLG = 33 cm.
- De grondwaterstand in het veenpakket (B12B) is doorgaans slechts 5 à 10 cm hoger dan in de zandondergrond (B12A). Dit getuigt van een hier geringe weerstand van de stagnerende laag aan de basis van het veenpakket. In het kader van het lekkageonderzoek (zie paragraaf 5.7) is de zone waar B12 staat nader onderzocht.
- In de grafiek van B12B is ook te zien dat er in de winter soms sprake is van hoge, kortstondige pieken in de grondwaterstand. Dus alleen als het heel hard regent loopt onder invloed van de lichte weerstand van de stagnerende laag de grondwaterstand kortstondig hoog op. Deze incidenteel zeer hoge grondwaterstanden hebben invloed op de GHG (relatief hoog) en zodoende ook op het verschil tussen GHG en GLG (ook relatief hoog).
- De peilbuis staat aan de rand van een bekken dat is gevormd door de compartimentering van het hoogveenrestant. Vanwege de hoge bergingscoëfficiënt van het bekken ten opzichte van de veendijk loopt hier de grondwaterstand in neerslagrijke perioden lang niet zo hoog op als in de veendijk. Dus hier is het verschil tussen GHG en GLG ook veel kleiner (uit het compartimentenonderzoek volgt hiervoor een waarde van circa 23 cm: zie paragraaf 5.7). Dankzij de compartimentering is de waterstand ook (iets) boven het maaiveldsniveau van de restveenlaag getilt. Dankzij de hoge grondwaterstand en de beperkte grondwaterstandsfluctuatie is in het bekken een combinatie van een Pijpenstrootje vegetatie met Veenmossen (11-2) en een Eenarig wollegrasslenkgemeenschap (10-6) tot ontwikkeling gekomen.

B21B / B21A en B35A0890

- Peilbuis B21 staat niet in een veenrug of veendijkje, maar wel in een zone met vaste restveenbodem, dicht tegen een veenput aan.
- Voor B21B (filter in het veenpakket) bedraagt het verschil tussen de GHG en de GLG slechts 20 cm. Probleem is echter dat de grondwaterstand het gehele jaar door te ver onder maaiveld ligt voor hoogveenontwikkeling (GHG = 15 cm -mv). Ondanks de beperkte fluctuatie is toch een soortenarme Pijpenstrootjevegetatie aanwezig (11-1).
- Opvallend is dat de grondwaterstand in de zandondergrond (B21A) hier meestal iets (circa 5 cm) hoger is dan de grondwaterstand in het veenpakket. Ofwel: er treedt hier in zeer lichte mate kwel op. Deze kwel wordt in feite gegenereerd door

de lage grondwaterstand in het veenpakket. De oorzaak hiervan is de drainerende werking van de grensslenk (zie figuur 5.6, isohypsenkaart veenpakket, met bijbehorende toelichting in paragraaf 5.7.2).

- In de veenput naast B21B is eind 2014 door de Provincie Overijssel (op verzoek van Bell Hullenaar) een ondiep filter bijgeplaatst: B35A0890. Voor de periode 2015 t/m 2017 bedraagt het verschil tussen de GHG en de GLG 23 cm. Op basis van onderlinge vergelijking van de grafieken volgt echter dat het grondwaterstandverloop van B35A0890 gelijk is aan dat van B21B. Dus uitgaande van een lange meetperiode (van minimaal 8 jaar) bedraagt ook in de veenput het verschil tussen de GHG en de GLG circa 20 cm. Bovendien zijn in de veenput drijftillen aanwezig, waardoor de grondwaterstand zich hier in feite permanent aan maaiveld bevindt. In samenhang hiermee is in de veenput een Eenarig wollegrasslenkgemeenschap (10-6) tot ontwikkeling gekomen.

B22B / B22A

- Ook peilbuis B22 staat in een zone met vast restveen, maar niet in een veenrug of veendijkje. Nabij peilbuis B22 ligt een veenput.
- Voor B22B (filter in veenpakket) bedraagt het verschil tussen GHG en GLG 31 cm. De GHG ligt hier op 8 cm -mv.
- De grondwaterstand in het veenpakket (B22B) is meestal circa 20 cm hoger dan in de zandondergrond (B22A). In droge zomerperioden zakt de ondiepe grondwaterstand van het veenpakket echter weg tot op het niveau van de diepe grondwaterstand in de zandondergrond. Dit getuigt van een beperkte weerstand van de stagnerende laag aan de basis van het veenpakket.
- Ondanks de betrekkelijk hoge GHG en de geringe amplitude is ter plaatse van B22 toch een soortenarme Pijpenstrootje-vegetatie (11-1) aanwezig.
- In de veenput naast de peilbuis zijn drijftillen aanwezig, waardoor hier de grondwaterstand zich permanent aan maaiveld bevindt. Onder invloed hiervan is (ook) in deze veenput een Eenarig wollegrasslenkgemeenschap (10-6) aanwezig.

B23B / B23A en B35A0835-1

- Peilbuis B23 staat in een veendijk. Voor B23B (filter in het veenpakket) bedraagt het verschil tussen de GHG en GLG 30 cm. De GHG ligt op 25 cm -mv. Op de veendijk is dan ook een combinatie van een soortenarme Pijpenstrootje-vegetatie (11-1) en een ruigte van Adelaarsvaren (18-1) aanwezig.
- De grondwaterstand in het veenpakket (B23B) is 40 à 50 cm hoger dan in de zandondergrond. Dit getuigt van een hier aanzienlijke weerstand van de stagnerende laag aan de basis van het veen.
- Door de Provincie Overijssel is in het gecompartmenteerde veenputtengebied ten zuiden van B23 in 2012 peilbuis B35A0835 bijgeplaatst. Uit onderlinge vergelijking van de grafieken volgt dat in droge zomerperioden de grondwaterstand in de veenputten veel minder ver wegzakt dan in de veendijk. Voor het ondiepe filter in het secundair gevormde veen (B35A0835-1) bedraagt het verschil tussen de GHG en GLG voor de periode 2015 t/m 2017 slechts 24 cm. Ook hier mag voor een langere meetperiode uiteindelijk een verschil tussen de GHG en GLG van circa 20 cm verwacht worden.
- Deze relatief gunstige omstandigheden zijn vooral te danken aan de veel hogere bergingscoëfficiënt van het gecompartmenteerde veenputtencomplex (bergingscoëfficiënt $\mu = 1,0$) ten opzichte van de vaste restveenbodem van de veendijk ($\mu = 0,1$). Zodoende zakt onder invloed van een bepaald verdampings-overschot de waterstand in de veenputten veel minder snel weg dan in de vaste veenbodem. Dit effect is dus sterker dan het effect van de altijd voortschrijdende 'open water' verdamping van de veenputten, waardoor het verdampingsverlies van de veenputten in feite groter is dan dat van de veendijken (en andere niet verveende delen). Er is in de veenputten echter geen open water maar een veenmosdek aanwezig, en veenmossen beperken de verdamping juist weer in droge perioden,

terwijl de diep wortelende Pijpenstrootje en ook Adelaarsvaren dan volop blijven verdampen.

- Bovendien zijn ook in dit gebied drijftillen aanwezig, waardoor ook hier de grondwaterstand in het (grotendeels secundaire) veenpakket zich permanent aan maaiveld bevindt. Door de compartimentering heeft de secundaire veenvorming / drijftilvorming zich hier ook uitgebreid buiten de zones van de diepere veenputten naar minder delen waar het veen minder diep is afgegraven. Zodoende zijn hier op grote schaal hoogveenachtige vegetaties tot ontwikkeling gekomen, namelijk Natte heide met hoogveensoorten (11A2-4) in combinatie met een Hoogveengemeenschap van het type Kleine veenbes (11B-1) in het centrale deel.

B42B / B42A

- Peilbuis B42 staat in een klein slenkje in het noordelijke deel van het Aamsveen. Er is hier slechts een veenlaag van 20 à 25 cm aanwezig, met aan de basis hiervan een zeer dun stagnerend laagje met dus beperkte weerstand. Het ondiepe filter (B42B) staat deels in de veenlaag en deels in de zandondergrond. Temeer omdat het filter het stagnerende laagje doorsnijdt, wordt hier vrijwel geen drukverschil gemeten tussen het ondiepe filter (B42B) en diepe filter (B42A).
- Het ondiepe filter valt droog in de zomer. Op basis van het verloop van het diepe filter volgt dat de grondwaterstand in de GLG-situatie hier op 66 cm -mv ligt. De GHG ligt op 7 cm -mv. Dit resulteert dus in een verschil tussen GHG en GLG van 59 cm.
- In samenhang met de droge omstandigheden en de 's-zomers ver wegzakkenede grondwaterstand is ter plaatse van de peilbuis een soortenarme Pijpenstrootje-vegetatie (11-1) aanwezig.
- Wel is in een kleine laagte direct ten noorden van de peilbuis een Hoogveenslenkgemeenschap, van het type van Waterveenmos en de vorm van Veenpluis aanwezig (10-5).

5.5.2 Nieuwe peilbuizen

In deze paragraaf wordt het verloop van de grondwaterstand van de nieuwe peilbuizen besproken, vooral in relatie tot de vegetaties die ter plaatse van de peilbuizen en hun omgeving voorkomen. Bij behandeling van de dwarsprofielen (in paragraaf 5.6) wordt ingegaan op de ruimtelijke relaties die het geregistreerde grondwaterstandsverloop verklaren.

B62 en B63 (raai Ho1-Ho1')

- Peilbuis B62 staat in een niet gecompartmenteerd deel in een zone waar het veen grotendeels is afgegraven en alleen een dunne restveenlaag van circa 50 cm aanwezig is. Voor het ondiepe filter in het veenpakket (B62A) bedraagt het verschil tussen GHG en GLG (gecorrigeerd) = $43 - 5 = 38$ cm. De GHG ligt 17 cm boven maaiveld en de GLG. Hoewel hier dus behoorlijk natte omstandigheden aanwezig zijn, en de fluctuatie niet heel groot is, is in samenhang met deze aanzienlijke fluctuatie is hier een soortenarme Pijpenstrootje-vegetatie (11-1) aanwezig.
- Peilbuis B63 staat in een niet verveend en dus hoog gelegen deel. Voor het ondiepe filter in het veenpakket bedraagt het verschil tussen de GHG en de GLG slechts $18 - 5 = 13$ cm (voor verklaring: zie toelichting resultaten dwarsprofiel Ho1-Ho1'). De grondwaterstand ligt echter het gehele door ver beneden maaiveld (GHG 40 cm -mv). Vanwege de droge omstandigheden is hier een ruigte van Adelaarsvaren (18-1) aanwezig.

B64 (raai Ho2-Ho2')

- Peilbuis B64 staat in het gecompartmenteerde deel in een zone waar slechts een dunne laag is afgegraven. Voor het ondiepe filter in het veenpakket (B64A) geldt

een GHG-GLG van $42 - 5 = 37$ cm. Ter plaatse van de peilbuis ligt de GHG 17 cm boven het maaiveldsniveau van de restveenlaag. Onder deze omstandigheden is een Pijpenstrootje-vegetatie met veenmossen (11-2) tot ontwikkeling gekomen.

- In het oostelijke deel van de raai staat de oude peilbuis B11. Deze peilbuis is al behandeld in paragraaf 5.4.1.

B65 (raai Ho3-Ho3')

- Peilbuis B65 staat in een omvangrijk niet verveend gedeelte van het hoogveenrestant. Voor het ondiepe filter in het veenpakket (B65A) geldt een GHG - GLG van $35 - 5 = 30$ cm. De GHG ligt op 22 cm -mv. Vanwege de gehele jaar door droge omstandigheden is hier een ruigte van Adelaarsvaren (18-1) aanwezig.
- Peilbuis B35A835 is al behandeld in paragraaf 5.5.1.

B67 en B71 (raai Ho4-Ho4')

- Peilbuis B67 staat in het gecompartmenteerde deel van het hoogveenrestant, in een zone waar het veen tot op grote diepte is afgegraven: er is hier slechts een restveenlaag van 10 cm aanwezig. Voor het ondiepe filter in het veenpakket (B67A) geldt een GHG - GLG van $34 - 5 = 29$ cm. Vooral sinds de compartimentering treedt hier op grote schaal secundaire veenvorming op. Er is hier een Eenarig wollegrasslenkgemeenschap (10-6) tot ontwikkeling gekomen en verder oostelijk ook Natte heide met hoogveensoorten, type van Eenarig wollegras en Gewone dophei (11-7).
- Ook peilbuis B71 staat in het oosten van het gecompartmenteerde deel. Ook hier is het veen tot op aanzienlijke diepte afgegraven. Voor het ondiepe filter in het veenpakket (B71A) geldt een GHG - GLG van $29 - 5 = 24$ cm. Ook hier treedt sinds de compartimentering op grote schaal secundaire veenvorming op. De vegetatie bestaat (ook) hier uit een combinatie van een Eenarig wollegrasslenkgemeenschap (10-6) en Natte heide met hoogveensoorten, type van Eenarig wollegras en Gewone dophei (11-7).

B68 en B70 (raai Ho5-Ho5')

- Peilbuis B68 staat in een laag gelegen zone in het alleen op extensieve wijze gecompartmenteerde noordelijke deel van het Aamsveen. Omdat hier aan de basis van het veenpakket geen stagnerende laag aanwezig is, is het verloop van de grondwaterstand in de zandondergrond (B68B) vrijwel gelijk aan dat van het verloop van de grondwaterstand in het veenpakket (B68A). Het verschil tussen de GHG en de GLG bedraagt $86 - 5 = 81$ cm. De GHG ligt 37 cm boven mv en de GLG ligt 45 cm -mv. Onder invloed van deze omstandigheden is in het gebied struweel van Grauwe wilg (36A2-1) tot ontwikkeling gekomen.
- Peilbuis B70 staat in een zone waar wel veen is afgegraven maar waar (met een GHG van 17 cm -mv voor het ondiepe filter van B70A in het veenpakket) toch droge omstandigheden aanwezig zijn (voor verklaring: zie resultaten dwarsprofiel Ho5-Ho5' in paragraaf 5.6). Voor dit ondiepe filter in het veenpakket geldt een GHG - GLG van $39 - 5 = 34$ cm. Vanwege de hier zeer beperkte weerstand van het slecht ontwikkelde stagnerende laagje aan de basis van het veenpakket is het verloop van de grondwaterstand in het veenpakket (B70A) hier bijna gelijk aan dat in de zandondergrond (B70B). Onder de hier heersende vrij droge omstandigheden is een combinatie van een soortenarme Pijpenstrootje-vegetatie (11-1) en een Natte heide-vegetatie, type van Gewone dophei, soortenarme vorm (11A-1) tot ontwikkeling gekomen.

B69 (raai Ho6-Ho6')

- Peilbuis B69 staat in een laag gelegen gebied in het alleen op extensieve wijze gecompartmenteerde noordelijke deel van het Aamsveen. Peilbuis B69 werd aanvankelijk handmatig opgenomen. Vanwege de hier 's-winters zeer natte omstandigheden en de slechte toegankelijkheid van het gebied vanwege de aanwezigheid van dicht struweel is de handmatige opname echter vaak niet gelukt,

waardoor er teveel gaten in de reeksen zitten voor afleiding van de GXG-waarden. Inmiddels vindt daarom automatische registratie plaats met behulp van dataloggers. In de grafiek is wel te zien dat de waterstand in het veenpakket (B69A) in de winter tot circa 10 cm boven maaiveld oploopt en in de zomer circa 20 cm beneden maaiveld wegzakt. Onder deze natte omstandigheden is een combinatie van struweel van Geoorde Wilg (36A1-1) en Pijpenstrootje-vegetatie met veenmossen (11-2) tot ontwikkeling gekomen.

- Peilbuis B42 is al behandeld in paragraaf 5.5.1.

B66A/B66B

- Peilbuis B66 staat op de plek met habitatype H7110A Actief hoogveen.
- Voor het ondiepe filter in het veenpakket (B66A) bedraagt het verschil tussen de GHG en de GLG slechts $24 - 5 = 19$ cm.
- Omdat hier aan de basis van het veenpakket geen duidelijke stagnerende laag aanwezig is, is het verloop van de grondwaterstand in de zandondergrond (B66B) geheel gelijk aan het verloop van de grondwaterstand in het veenpakket (B66A).
- Zodoende kan hier ook uitwisseling optreden met het gebufferde grondwater in de zandondergrond waardoor in dit gebied ook Riet groeit.

5.5.3 Totaalbeeld grondwaterstandsverloop

Het totaalbeeld voor Aamsveen Zuid (ofwel de peilbuizen in raaien 1 t/m 4) dat uit de analyse van het grondwaterstandsverloop naar voren komt is als volgt:

- In de laag gelegen / relatief diep verveende veenbekkens / compartimenten zijn de veengrondwaterstanden voldoende hoog voor hoogveenvorming, namelijk het gehele jaar door of gedurende een groot deel van het jaar boven het maaiveld van de restveenlaag. De fluctuatie loopt hier veelal uiteen van 20 tot 35 cm.
- Op basis van onderlinge vergelijking van het verloop van de veengrondwaterstand van B23B (filter in veenpakket in restveendijkje) en B35A0835-1 (filter in veenbekken naast dit dijkje) volgt dat de veengrondwaterstand in het veenbekken in droge zomerperioden veel minder ver wegzakt dan in de veendijk: als in de veendijk de veengrondwaterstand 30 cm wegzakt, zakt de veengrondwaterstand in het veenbekken slechts 20 cm weg. Dit is te danken aan de gunstige bergingseigenschappen van de veenbekkens ('open water' berging) en de remming van de verdamping van het nieuw gevormde veenmosdek (ten opzichte van Pijpenstrootje) in droge zomerperioden. Dus de compartimentering levert niet alleen een hogere maar ook een stabielere veengrondwaterstand.
- Overall waar de veengrondwaterstand boven het maaiveld van de restveenlaag is getild, verloopt de hoogveenontwikkeling ook extra goed vanwege drijftilvorming: de vegetatie beweegt zodoende mee met de fluctuerende veengrondwaterstand, waardoor de veengrondwaterstand in feite permanent direct aan het nieuwe maaiveld ligt.
- In de hoog gelegen delen (dus waar in mindere mate of geen veen is afgegraven) zijn de veengrondwaterstanden het gehele jaar door te laag voor hoogveenvorming. Desondanks is ook hier de fluctuatie van de veengrondwaterstand beperkt, want het verschil tussen de GHG en GLG bedraagt slechts circa 20 tot 30 cm.

Voor Aamsveen Noord (ofwel de peilbuizen in raaien 5 en 6) is het beeld als volgt:

- Ook in het oostelijke deel van Aamsveen Noord is de fluctuatie van de veengrondwaterstand beperkt (verschil tussen de GHG en de GLG van 30 à 35 cm). Dankzij de extensieve compartimentering van Aamsveen Noord ligt de veengrondwaterstand in de laag gelegen zone met B69 in het winterhalfjaar boven het maaiveld van de restveenlaag, waardoor hier inmiddels een veenmosontwikkeling op gang is gekomen. Ter plaatse van B70 ligt de grondwaterstand hiervoor echter (nog) te ver beneden maaiveld (namelijk 17 cm in de GHG-situatie).
- Ter plaatse van de westrand van Aamsveen Noord loopt de veengrondwaterstand in de winter wel tot iets boven maaiveld op, maar is de fluctuatie (met een verschil tussen de GHG en de GLG van 60 tot 80 cm) behoorlijk groot en zakt de grondwaterstand in de zomer dus ver beneden maaiveld weg, waardoor hier geen hoogveenontwikkeling optreedt.

5.6 Ecohydrologische dwarsprofielen

(zie figuren 5.4a en 5.4b)

5.6.1 Dwarsprofiel Ho1-Ho1'

Bodemopbouw

- In het westelijke deel van dwarsprofiel Ho1-Ho1' is vanwege de afgraving van een groot deel van het veenpakket en het oplopen van de bovenzijde van de zandondergrond in westelijke richting de veendikte beperkt (slechts 0,5 meter ter plaatse van B62). In dit westelijke deel is aan de basis van het veenpakket een verkitte B-horizont (Tpb30) of een dunne gliede (B62) aanwezig. Ter plaatse van Tpb30 (en verder westelijke) is op het veen een dun zanddek aangebracht om de draagkracht van de bodem te verbeteren: hier ligt namelijk (vanaf de Glanerbeek) een smalle ontginningsstrook.
- Vanwege het in oostelijke richting aflopen van de bovenzijde van de zandondergrond en omdat in het oostelijke deel het veen niet is afgegraven is hier (met een veendikte van 3,2 à 3,7 meter) een dik veenpakket aanwezig, met aan de basis hiervan een gyttja.
- Ter plaatse van de gedempte sloot (met duiker) op de rijksgrens is tot op ruim 2 meter onder maaiveld een verstoord bodemprofiel aangetroffen, namelijk een pakket van bont zand, opgebouwd uit een heterogene afwisseling van humeus zand, moerig zand en humusarm met hierin ook veenbrokken. Deze opgevulde met zand opgevulde sleuf doorbreekt niet alleen het veenpakket maar ook de gyttja.

Ecohydrologisch functioneren

- Vooral in het hoge deel is de grondwaterstand in het veenpakket hoger dan in de zandondergrond. Dit betekent dus dat er een wegzijgings situatie aanwezig is. In het hoge deel is er ook een aanzienlijke opbolling van de grondwaterspiegel in het veenpakket. Onder invloed hiervan treedt via het doorlatende veenpakket ook laterale afstroming van grondwater via het veenpakket op. Deze laterale afstroming treedt niet alleen op in westelijke richting, maar ook (en vooral) in noordelijke richting, naar de dieper verveende strook van compartimenten C1, C2 en C3, zoals is te zien op de isohypsenkaart van het veenpakket (figuur 5.6). Deze dieper verveende strook functioneert dus als drainerende slenk.
- In het hoog gelegen deel van het dwarsprofiel (Tpb32 en B63) is een aanzienlijk stijghoogteverschil (uiteenlopend van 35 tot 75 cm) aanwezig tussen de grondwaterstand in het veenpakket en de grondwaterstand in de zandondergrond. Dit wijst erop dat de gyttja hier een behoorlijke weerstand heeft. In het laag gelegen westelijke deel is er (vrijwel) geen stijghoogteverschil tussen het veenpakket en de zandondergrond. Dus hoewel ter plaatse van Tpb30 en B62 wel weerstandsbiedende laagjes zijn aangetroffen is de systeemweerstand hier blijkbaar zeer beperkt. Aan de hand van de aanvullende boringen die zijn uitgevoerd voor het beter in beeld brengen van lekkages is ook de situatie in dit deelgebied nader onderzocht (zie paragraaf 5.7).
- Uit het dwarsprofiel volgt dat ook de slenk met de gedempte sloot op de rijksgrens een drainerende werking heeft op het veenpakket: via het veenpakket treedt een laterale afstroming op naar de slenk. Dit komt in de eerste plaats doordat via de slenk oppervlakkige afvoer plaatsvindt. In de tweede plaats kan hier via de met zand opgevulde sleuf die de gyttja doorbreekt water in versterkte mate wegkleden naar de zandondergrond. Dit lekverlies wordt mogelijk extra versterkt door de nog altijd aanwezige drainerende werking van de nog niet goed afgedichte duiker.

- Hoewel ter plaatse van B62 de veenwaterstand in de winter iets boven maaiveld oploopt en dit zuidelijke deel van het hoogveengebied niet gecompartmenteerd is, speelt oppervlakkige afvoer hier een ondergeschikte rol, aangezien deze laag gelegen zone aan alle zijden wordt omgeven door hoger gelegen delen / ruggen. Wel is in de zeer natte wintersituatie van 5-1-2018 (in het kader van de toen uitgevoerde aanvullende inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem) een zeer lichte oppervlakkige afvoer geconstateerd van een greppelrestant (direct ten noorden van B62 / Tpb30).
- In de zomersituatie is in de zandondergrond een verhang in de grondwaterspiegel in westelijke richting aanwezig. Dus het grondwater stroomt dan conform de terreinhelling in westelijke richting af. Opvallend is dat in dit dwarsprofiel in de wintersituatie (niet alleen in tegenstelling tot de zomersituatie van dwarsprofiel 1 maar ook in tegenstelling tot de winter- en zomersituatie in dwarsprofielen 2 en 3) geen verhang in de grondwaterspiegel aanwezig is. De afwezigheid van een opbolling ter plaatse van B63B kan niet worden verklaard vanuit de drainerende werking van de slenk met de gedempte sloot en duiker op de rijksgrens, want dan zou immers ook de grondwaterstand in de zomer dieper wegzakken. Een wel waarschijnlijke verklaring voor de hier geringe opbolling vormt de drainerende werking van de verder zuidelijk gelegen diep verveende noord-zuid georiënteerde slenk in het Duitse deel: hier is bij de inmeting van de afvoerniveaus (in maart 2016) een afvoerniveau van 42,8 mNAP gemeten, en dit is 30 cm lager dan ter plaatse van de slenk op de rijksgrens (zie figuur 5.2). De drainerende werking van deze slenk blijkt ook uit de isohypsenkaart van het veenpakket (zie figuur 5.6).
- In het gehele dwarsprofiel zijn de omstandigheden te droog voor hoogveenvegetaties. Het sterk verdroogde niet verveende deel is begroeid met een ruigte van Adelaarsvaren en het verdroogde wel verveende westelijke deel met een Pijpenstrootjevegetatie.

5.6.2 Dwarsprofiel Ho2-Ho2'

Bodemopbouw

- De bovenzijde van de zandondergrond en dus ook de veenbasis loopt (uiteindelijk) af in oostelijke richting en er zijn in dwarsprofiel 2 twee zandopduikingen aanwezig: één ter plaatse van het Middenpad en één ter plaatse van Tpb37.
- In dit profiel heeft overal afgraving van veen plaatsgevonden. De mate waarin dit is gebeurd loopt uiteen. Zodoende is er een sterke variatie in de ligging van de bovenzijde van het vaste veenpakket.
- In relatie tot de uiteenlopende mate van verving en de sterk golvende bovenzijde van de zandondergrond loopt de veendikte sterk uiteen, namelijk van 0,6 tot 3,1 meter.
- Ook hier is ter plaatse van de gedempte sloot (met duiker) op de rijksgrens een verstoord bodemprofiel aangetroffen (zand met hierin veenbrokken), en ook hier doorbreekt de met zand opgevulde sleuf de gyttja.

Ecohydrologisch functioneren

- Ook hier heeft de slenk met de gedempte sloot op de rijksgrens een drainerende werking op het veenpakket.
- Ook hier treedt wegzijging op vanuit het veenpakket naar de zandondergrond en wordt bij deze verticale stroming weerstand geboden wordt door de gyttja.
- Door de ophoging van het Middenpad en de aanleg van de dwarswallen is vooral de oppervlakkige afvoer vanuit het hoogveendeel naar de lagge beperkt en dankzij deze maatregel kon de waterstand in de relatief diep verveende delen (in veel sterkere mate dat voorheen) tot boven het maaiveld van het vaste veen worden opgetild, waardoor hier in de laagste delen (Tpb36) Hoogveen(slenk)vegetaties tot ontwikkeling zijn gekomen en in de iets minder laag gelegen delen (Tpb37) Pijpenstrootje-vegetaties met veenmossen. In de hoger gelegen delen (Tpb38) ligt de waterstand het gehele jaar door echter nog te ver beneden maaiveld, waardoor hier nog altijd een monotone Pijpenstrootje-vegetatie aanwezig is.
- Omdat de dwarswallen zijn vervaardigd van doorlatend veen, wordt hierdoor de laterale afvoer via het vaste veenpakket niet geremd. De dwarswallen remmen alleen de laterale afvoer via het zeer goed doorlatende secundaire veenpakket in lichte mate af. Omdat het Middenpad is opgehoogd met (fijn) zand dat hooguit zwak lemig is, is ook deze wal doorlatend. De dunne veenlaag onder het Middenpad is door sterke veraarding en samenpersing (onder het gewicht van het zand) compact en zodoende wel slecht doorlatend. Het veen verliest hier echter niet alleen water middels laterale afvoer via het Middenpad maar ook middels een relatief sterke wegzijging naar de ondergrond, vanwege de geringe dikte van de weerstandsbiedende laag aan de basis van het dunne veenpakket in combinatie met het aanzienlijke drukverschil met de zandondergrond. Vanwege het sterke laterale en verticale waterverlies zakt de veengrondwaterstand ter plaatse van B64A in de zomer verder beneden het winterniveau weg (namelijk 35 cm) dan elders in de compartimenten (waar de waterstand slechts 20 cm wegzakt).
- De stroken waar het veen is gewonnen voor de vervaardiging van de dwarswallen zijn behoorlijk diep (65 tot 85 cm). Ze doorsnijden de gyttja echter niet. Dus het veen is zonder verstoring van het systeem afgegraven. In deze stroken zijn Hoogveenslenkvegetaties tot ontwikkeling gekomen.

5.6.3 Dwarsprofiel Ho3-Ho3'

Dit dwarsprofiel beslaat de gehele westelijke lag en loopt bovendien tot ver in Duitsland door, tot aan de grens van het hoogveenrestant met de Duitse randzone.

Bodemopbouw

- Ter plaatse van de primaire meetpunten is overal de keileem- / kleiondergrond aangeboord. Vanaf de lag naar het hoogveengebied daalt de bovenzijde van de keileem- / kleiondergrond eerst in sterke mate, om vervolgens (ter plaatse van B65) weer iets omhoog te komen, en hierna in oostelijke richting weer geleidelijk aan te dalen.
- De dikte van de zandlaag neemt daarbij toe van 0,5 meter in het westelijke deel van de lag naar 3 meter ter plaatse van de overgang naar het hoogveengebied. Onder het Nederlandse deel van het hoogveengebied blijft de zanddikte ongeveer 3 meter. In het Duitse deel neemt de zanddikte geleidelijk aan toe tot circa 5 meter op de oostgrens van het hoogveenrestant. De zandlaag bestaat voornamelijk uit (matig) fijn, leemarm zand met hierin vaak ook een grovere fractie.
- In het Nederlandse deel golft de bovenzijde van de zandondergrond en deze bovenzijde loopt geleidelijk aan af in oostelijke richting.
- In het dwarsprofiel is een combinatie van wel en niet verveende delen aanwezig. De diepte tot waarop het veen in de verveende delen is afgegraven loopt sterk uiteen. In samenhang hiermee is in het Nederlandse deel een sterk getrapte structuur in de bovenzijde van de vaste veenbodem.
- In het niet verveende deel loopt de veendikte uiteen van 2,5 tot 3,2 meter en in de verveende delen van enkele decimeters tot enkele meters. Er zijn grote hoogteverschillen tussen de wel en niet verveende delen (van 1,5 à 2,0 meter). In de lage delen van de lag is een dun veenlaagje aangetroffen.

Ecohydrologisch functioneren

- Ook hier heeft de slenk met de gedempte sloot op de rijksgrens een drainerende werking op het veenpakket. In combinatie hiermee lijkt hier ook het diep verveende gebied tussen de rijksgrens en B72 een drainerende werking te hebben op het veenpakket. Vanwege de diepe verveening is hier een circa 70 meter brede, west-oost georiënteerde slenk ontstaan (zie hoogtekaart). Via deze slenk zou water in natte winterperioden kunnen afstromen. Op de plek waar het pad ten oosten van B72 deze slenk kruist is bij de inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem echter geen oppervlakkige afvoer geconstateerd. Mogelijk verloopt de oppervlakkige afvoer van de slenk in westelijke richting, via de grensslenk. Ter plaatse van B72 is aan de veenbasis echter vrijwel geen gyttja aangetroffen, dus de weerstand is hier zeer laag. Dus mogelijk waarschijnlijk deze slenk (ook) veel water door wegzijging naar de zandondergrond.
- Door de ophoging van het Middenpad is de oppervlakkige afvoer van het hoogveengebied naar de lag verminderd en is de waterstand in compartiment C33 (met peilbuis B35A0835) in lichte mate verhoogd. De aanleg van de dwarswallen heeft hier nauwelijks of geen effect gehad, aangezien ter plaatse van de betreffende hoger gelegen compartimenten (met Tpb46 en Bo37) oppervlakkige afvoer / afvoer via secundair gevormd veen geen rol speelde, en de laterale afvoer via het vaste veenpakket niet met de doorlatende veenwallen wordt geblokkeerd. In deze compartimenten ligt de grondwaterstand nog altijd het gehele jaar beneden het maaiveld van de vaste veenbodem, waardoor hier (met uitzondering van de stroken waar het veen voor de dwarswallen is gewonnen) alleen monotone Pijpenstrootje-vegetaties aanwezig zijn.

- Ter plaatse van B65 is niet alleen in het veenpakket maar ook in de zandondergrond de hoogste grondwaterstand (van dit dwarsprofiel) gemeten. Bovendien is er ter plaatse van B65 ook een groot verschil in stijghoogte tussen het veenpakket en de zandondergrond (van maar liefst 130 cm in de wintersituatie en 110 cm in de zomersituatie), wat getuigt van een hier hoge weerstand van de gyttja en ook is te danken aan het hier dikke veenpakket.
- In de zandondergrond is er vanaf B65 (vooral in de winter) een relatief licht verhang in westelijke richting en een relatief sterk verhang in oostelijke richting, ofwel naar het Duitse deel. Ter plaatse van peilbuizen B72 en B73 is ook (vrijwel) geen gyttja aangetroffen, waardoor hier dus nauwelijks weerstand aanwezig is voor wegzijging naar de zandondergrond: hier verliest het veen dus in sterkere mate water naar de zandondergrond. In samenhang hiermee is bij de inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem op 17 maart 2017 ook geen oppervlakkige afvoer geconstateerd over het pad op de buitengrens van het hoogveenrestant heen. In de zeer natte wintersituatie van 5-1-2018 gebeurde dit wel.
- Juist in dit Duitse deel was in de ongestoorde situatie de veengrondwaterstand vanwege de centrale ligging in het hoogveencomplex als geheel zeer hoog. Op basis van de hoogteligging van de niet verveende delen kan worden afgeleid dat in de ongestoorde situatie de veengrondwaterstand minimaal 1 à 1,5 meter en (vanwege de inklinking van de veenbodem) waarschijnlijk minimaal 2 meter hoger gelegen moet hebben. Gezien de beperkte weerstand van de gyttja geldt dat niet alleen voor veengrondwaterstand maar ook voor de grondwaterstand in de zandondergrond. Met het grotendeels afgraven van het hoogveen is de grondwaterstand in de zandondergrond dus ook mee gedaald met de daling in het veenpakket. De grondwaterstand is dus vooral erg laag vanwege de grootschalige verving.
- Totdat de gronden in de Duitse randzone weer werden omgevormd tot natuurgebied hadden ook de sloten van het hier voorheen aanwezige landbouwgebied een sterk drainerende werking op het grondwater onder het hoogveenrestant. Uit de inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem volgt echter dat hier nu nog maar enkele drainerende sloten aanwezig zijn. Daarbij is met name de drainerende werking van de sloot langs de Birkhahnweg relevant voor het zuidelijke deel van het Aamsveen (zie figuur 5.2, isohypsenkaart).
- Mogelijk hebben ook de diepe sloten langs de Heideweg en de diepe ontwateringsstelsel van het laag gelegen landbouwgebied ten oosten van de Heideweg negatieve invloed. Op basis van de berekeningen met behulp van het grondwatermodel kan hier naar verwachting meer inzicht in gegeven worden.

5.6.4 Dwarsprofiel Ho4-Ho4'

Bodemopbouw

- Ter plaatse van deze raai is in het Nederlandse deel een geul in de zandondergrond aanwezig.
- In het gehele Nederlandse deel van het profiel heeft verving plaatsgevonden. Het betreft hierbij de zone met machinale verving (ten behoeve van de turfstrooiselwinning).
- Met name in het westelijke deel van het hoogveengebied is de restveenlaag erg dun (0,1 meter ter plaatse van B67). Elders bedraagt de dikte van de restveenlaag 0,75 à 1,3 meter. Aan de basis van het veen is overal een gyttja aangetroffen.

Ecohydrologisch functioneren

- Ook in dit dwarsprofiel heeft de met zand gedempte sloot op de rijksgrens een drainerende werking. Er vindt hier echter ook in (normaal) natte winterperioden geen oppervlakkige afvoer via de slenk plaats waarin de gedempte loop ligt. Dit wijst erop dat er hier in sterke mate water weglekt naar de nog niet goed afgedichte duiker: als gevolg hiervan zijgt het water in de slenk hier extra sterk weg naar de ondergrond.
- Aan de westzijde is door de ophoging van het Middenpad het waterverlies middels oppervlakkige afvoer naar de lag in sterke mate verminderd. Door de aanleg van de lange west-oost georiënteerde veenwal aan de noordzijde van compartiment C37 en de vorming van compartiment C38 ten noorden hiervan (zie figuur 5.5) is de oppervlakkige waterafvoer / afvoer via het secundaire veenpakket in noordelijke richting in sterke mate verminderd.
- Dankzij de waterconserveringsmaatregelen is het waterpeil in het gebied van raai Ho4-Ho4' met minimaal enkele decimeters gestegen en ligt het waterpeil het gehele jaar door (ver) boven het niveau van de vaste veenbodem. Als gevolg hiervan heeft in dit gebied sinds de uitvoering van de maatregelen een spectaculaire hoogveen-ontwikkeling plaatsgevonden, met op grote schaal drijftilvorming. Deze drijftilvorming maakt het gebied ook ongevoelig van de nog aanwezige fluctuatie van de waterstand: doordat de drijftillen meebewegen met de fluctuerende waterstanden ligt de waterstand in feite permanent aan maaiveld. Omdat ook de veenwaterstandsfluctuatie beperkt is, zijn er ook op lange termijn, als de drijftillen contact gaan maken met de ondergrond, goede perspectieven voor hoogveenherstel. Punt van aandacht is wel dat zich in delen van dit gebied ondanks de goede hydrologische condities (nog) geen kritische (bultenvormende) veenmossen hebben gevestigd. Dit komt waarschijnlijk doordat de drijftillen hiervoor nog te slap zijn, wat op zijn beurt weer samenhangt met de behoorlijk sterke waterstandsverhoging die hier heeft plaatsgevonden, met behoorlijk diepe veenbekkens tot gevolg. In de iets hogerop de helling gelegen zones is de waterstandsverhoging minder sterk geweest, waardoor hier ondiepere bekkens zijn gevormd, wat gunstiger is voor het dichtgroeien van de bekkens met veenmossen, waardoor hier bultenvormende veenmossen en andere kritische hoogveensoorten zich eerder kunnen vestigen. Over het geheel bezien levert de combinatie van diepe en ondiepe (delen van) veenbekkens overigens een goede route voor hoogveenherstel, omdat zo gelijk over grote oppervlakte herstel van de veenmosontwikkeling (en dus herstel van acrotelmcondities) plaatsvindt en op termijn ook in de diepe delen bultenvormende veenmossen zich zullen vestigen. Daarbij moet bedacht worden dat ook met de aanleg van compartimenten (vanwege de aanwezige hoogte verschillen binnen de compartimenten) niet overal gelijk het voor bultenvormende veenmossen ideale peil kan worden ingesteld. Het (indien mogelijk) relatief hoog instellen van het peil is daarbij veel gunstiger dan het relatief laag instellen van het peil, omdat bij een relatief laag peil de Pijpenstrootjevegetaties in de ondiepe delen van de veenbekkens niet verdrongen worden.
- Hoewel de condities hier dus goed zijn, verliest ook dit gebied in versterkte mate water. In de eerste plaats is er sprake van een laterale waterverlies, vooral via de doorlatende veenwal en in mindere mate ook via het Middenpad. Ook lekt vanwege de doorsnijding van de gyttja door een slootrestant in versterkte mate water weg naar de zandondergrond (zie paragraaf 5.7).

5.6.5 Dwarsprofiel Ho5-Ho5'

Bodemopbouw

- In deze raai is slechts een dunne restveenlaag van 0,5 à 0,8 meter aanwezig. De veenbasis ligt bovendien behoorlijk hoog. Ter plaatse van B68 is een kleine geul in de zandondergrond aanwezig, met ten westen hiervan een dekzandrug.
- In het middendeel van de zone met veenbodem is aan de basis van het veen een dunne gliede aangetroffen. Ter plaatse van B68 en B70 ontbreekt een weerstands biedende laag.
- Ter plaatse van Tpb53, dus in het Duitse deel, ligt het maaiveld enkele decimeters lager en is bovendien een sterk verstoorde bodemopbouw aangetroffen. Hetzelfde beeld volgt uit enkele aanvullende (maar niet weergegeven) boringen die verder oostwaarts in het Duitse deel (ten oosten van de poel) zijn uitgevoerd. Waarschijnlijk is het betreffende perceel diep geploegd. De verstoringen zijn zo fors dat het hier niet uitsluitend grond kan betreffen die is opgeworpen bij het aanleggen van de poel.

Ecohydrologisch functioneren

- Aan de oostzijde heeft het laag gelegen geploegde / verveende gebied een drainerende werking. Dit resulteert in een licht verhang in de wintergrondwaterspiegel van de zandondergrond in oostelijke richting. Langs het grenspad ligt ook nog een slootrestant, maar het drainageniveau hiervan ligt gelijk aan het maaiveld van het geploegde perceel en op de bodem van het slootrestant is een dikke laag organisch slib aanwezig. Dus dit slootrestant levert nauwelijks een versterkte drainerende werking ten opzichte van het geploegde perceel.
- Op 14-2-2017 is er slechts een zeer geringe opbolling van de grondwaterspiegel in de dekzandrug, zoals behalve in het dwarsprofiel ook is te zien op de isohypsenkaart (figuur 5.3). Beseft moet echter worden dat op 14-2-2017 bij benadering GVG-omstandigheden aanwezig waren, en dat dus onder GHG-omstandigheden een wat sterkere (maar nog altijd beperkte) opbolling aanwezig is. De beperkte opbolling hangt samen met de geringe breedte van de dekzandrug in combinatie met de grote dikte van het hier aanwezige zandpakket (minimaal 4 meter) in combinatie met de grofzandige samenstelling op grotere diepte waardoor dus het doorlaatvermogen hier aanzienlijk is (Bell et al, 2016). Toch treedt ook met deze beperkte opbolling wel een lichte voeding op van de laag gelegen delen aan weerszijden van de dekzandrug, en met name naar de lagg aan de noordwestzijde.
- Opvallend is dat aan de oostzijde (ter plaatse van B70) de grondwaterstand in de zomer echter niet heel ver wegzakt (wat dus positief is), maar dat dit wel gebeurt aan de westzijde: zodoende is er in de zomer een verhang in westelijke richting. Tot op zekere hoogte is dit op de overgang naar de laag gelegen minerale gronden ten westen van de dekzandrug normaal. Waarschijnlijk wordt het verhang echter versterkt door de drainerende werking van de Glanerbeek.
- Via de geul wordt in de winter water afgevoerd in noordelijke richting, via de duiker die hier onder het wandelpad ligt, en waarmee compartiment C38 wordt gevormd.
- Als gevolg van deze aantastingen (drainerende werking van het geploegde gebied aan de oostzijde, oppervlakkige afvoer via de duiker onder het wandelpad en waarschijnlijk ook de drainerende werking van de Glanerbeek) en de beperkte systeemweerstand aan de veenbasis ligt de grondwaterstand in het veenpakket in het hoge deel het gehele jaar door beneden maaiveld en zakt de grondwaterstand in de zomer ver weg. De geul is in de winter wel nat, maar ook hier zakt de grondwaterstand ver weg, waardoor hier ook mineralisatie van de veenbodem optreedt. In samenhang hiermee wordt de vegetatie in het hoge deel van Tpb54 en 55 gedomineerd door Pijpenstrootje en is in de geul Wilgenbroekstruweel aanwezig.

5.6.6 Dwarsprofiel Ho6-Ho6'

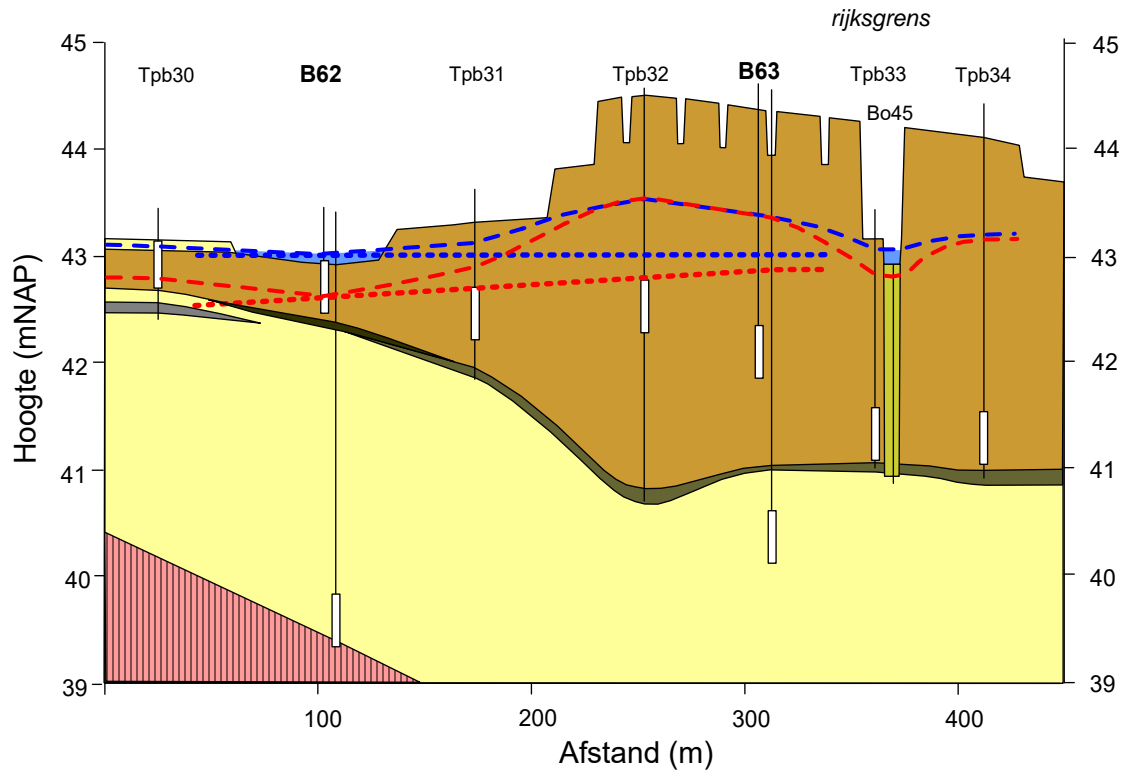
Bodemopbouw

- In deze raai liggen drie dekzandruggen met hiertussen twee geulen: een klein en ondiepe geultje in westelijke deel (met B42) en een (relatief) grote geul in oostelijke deel (met Tpb59 en B69).
- In de grote geul bedraagt de veendikte 0,65 à 0,9 meter en aan de basis hiervan is een dunne gyttja aangetroffen.
- De rug aan de oostzijde (met Bo16) betreft slechts een lokale opduiking: op de hoogtekartaal is te zien dat verder oostwaarts een omvangrijk laagtenstelsel aanwezig. Hoewel ook dit laagtenstelsel is verveend, volgt op basis van een aanvullende boring (uitgevoerd in september 2017 op locatie w17; zie bijlage 4) dat hier nog wel een laag restveen van 45 cm aanwezig is, met aan de basis hiervan zelfs een dunne gliede / gyttja.

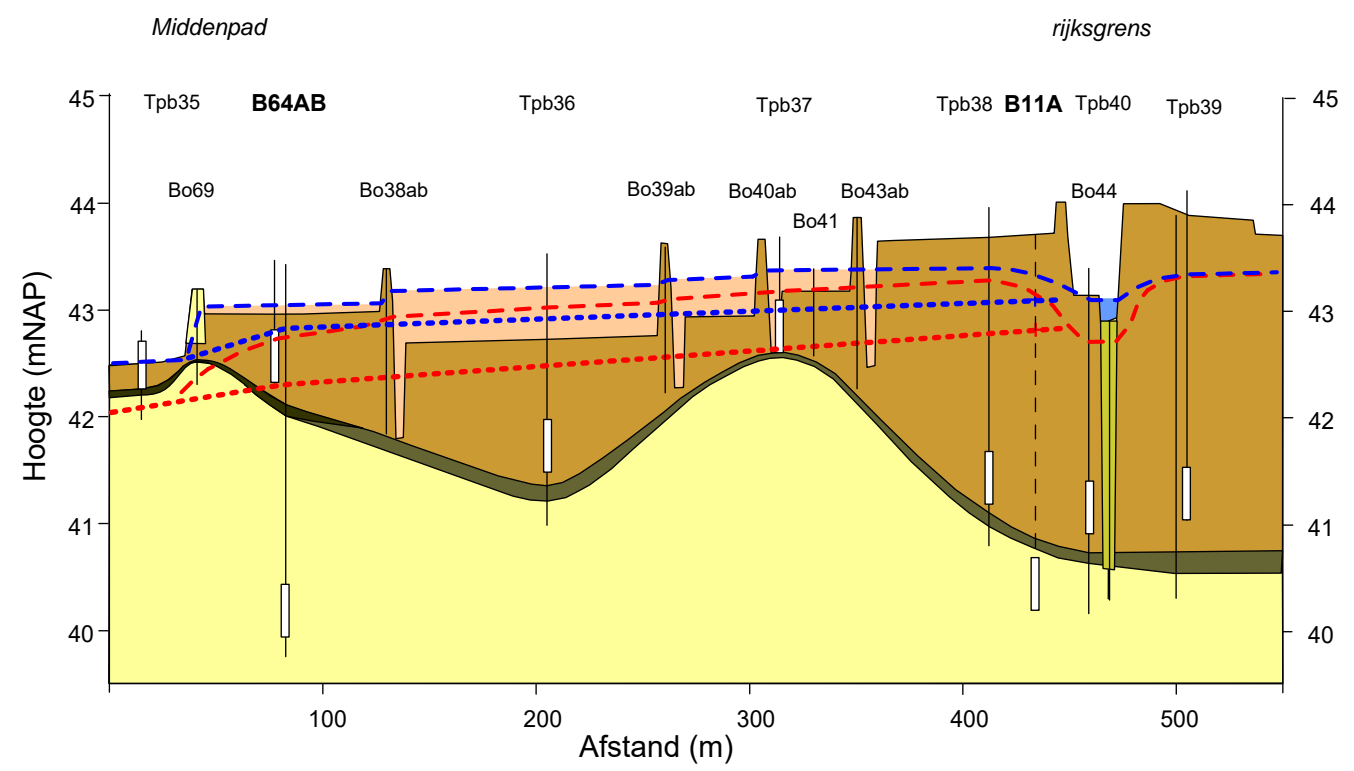
Ecohydrologisch functioneren

- Ook hier is in de winter een verhang in de grondwaterspiegel van de zandondergrond in oostelijke richting aanwezig. In dit profiel heeft het slootrestant langs het grenspad wel een licht drainerende werking. Verder naar het noorden toe wordt deze sloot nog dieper en neemt dus ook de drainerende werking ervan toe. In combinatie hiermee heeft ook het verder oostelijk gelegen grotendeels verveende laagtenstelsel een drainerende werking (zie figuur 5.3, isohypsenkaart en bijbehorende toelichting in paragraaf 5.4).
- Ook hier is in de zomer een behoorlijk sterk verhang in westelijke richting aanwezig (voor nadere toelichting hiervan: zie dwarsprofiel Ho5-Ho5').
- Vooral omdat het veenpakket hier een stukje lager ligt en (in het oostelijke deel) ook omdat de weerstand van de stagnerende laag aan de veenbasis hoger is (want bij B69 in profiel Ho6-Ho6' wel stagnerende laag en stijghoogteverschil tussen veen en zand aangetroffen en bij B70 in dwarsprofiel Ho5-Ho5' vrijwel geen stagnerende laag en vrijwel geen stijghoogteverschil aangetroffen), zijn hier nattere omstandigheden aanwezig dan ter plaatse van raai 5. In de winter ligt de grondwaterstand aan of vlak boven maaiveld en in de zomersituatie zakt de grondwaterstand tot 35 cm beneden het winterniveau weg.
- Deze behoorlijk natte omstandigheden zijn vooral te danken aan de waterconserveringsmaatregelen die midden jaren 1990 in het noordelijke deel van het Aamsveen zijn getroffen, namelijk de ophoging van het grenspad en de verhoogde aanleg van het fietspad aan de noordzijde, waardoor ook hier enkele grote compartimenten zijn gecreëerd (C39 en C40).
- Onder invloed van deze vernatting is in de ondergroei van het struweel en bos dat hier aanwezig is een veenmosontwikkeling op gang gekomen.

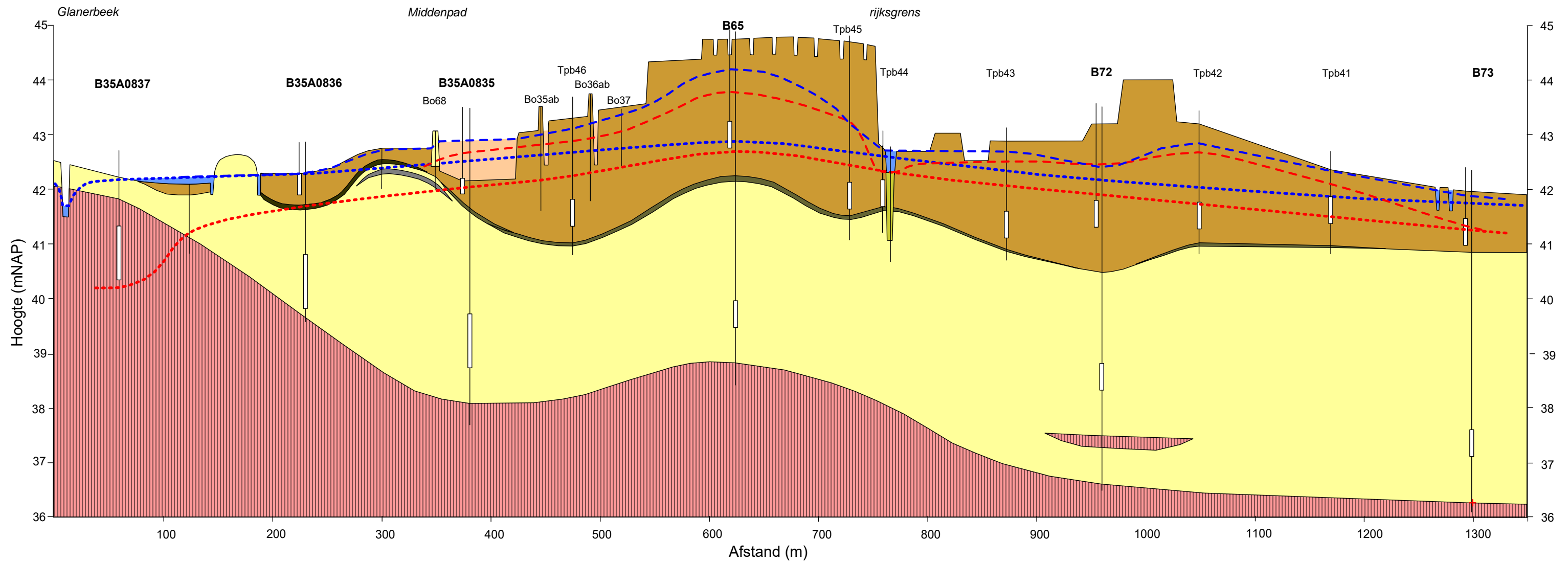
Ecohydrologisch dwarsprofiel Ho1-Ho1'



Ecohydrologisch dwarsprofiel Ho2-Ho2'

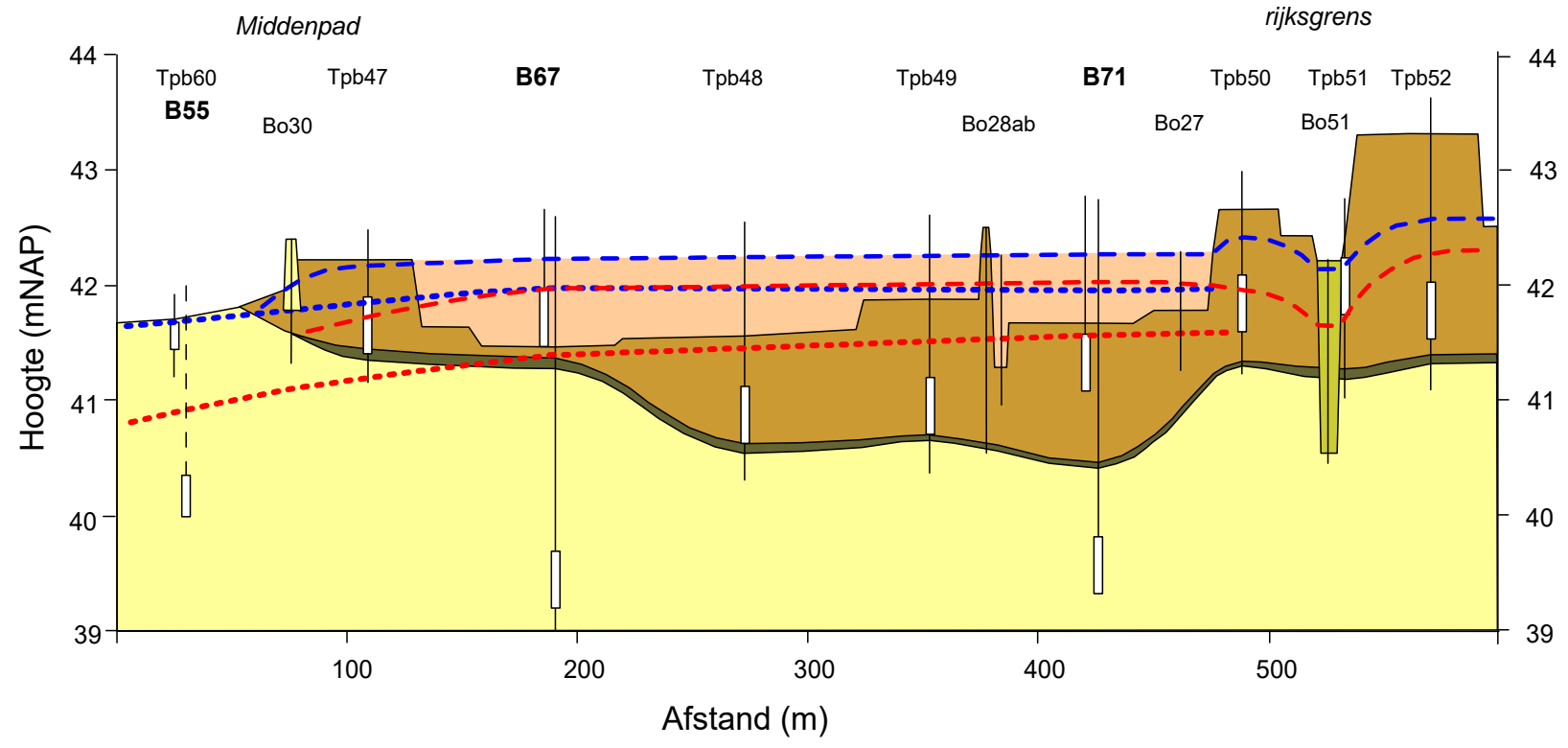


Ecohydrologisch dwarsprofiel Ho3-3'

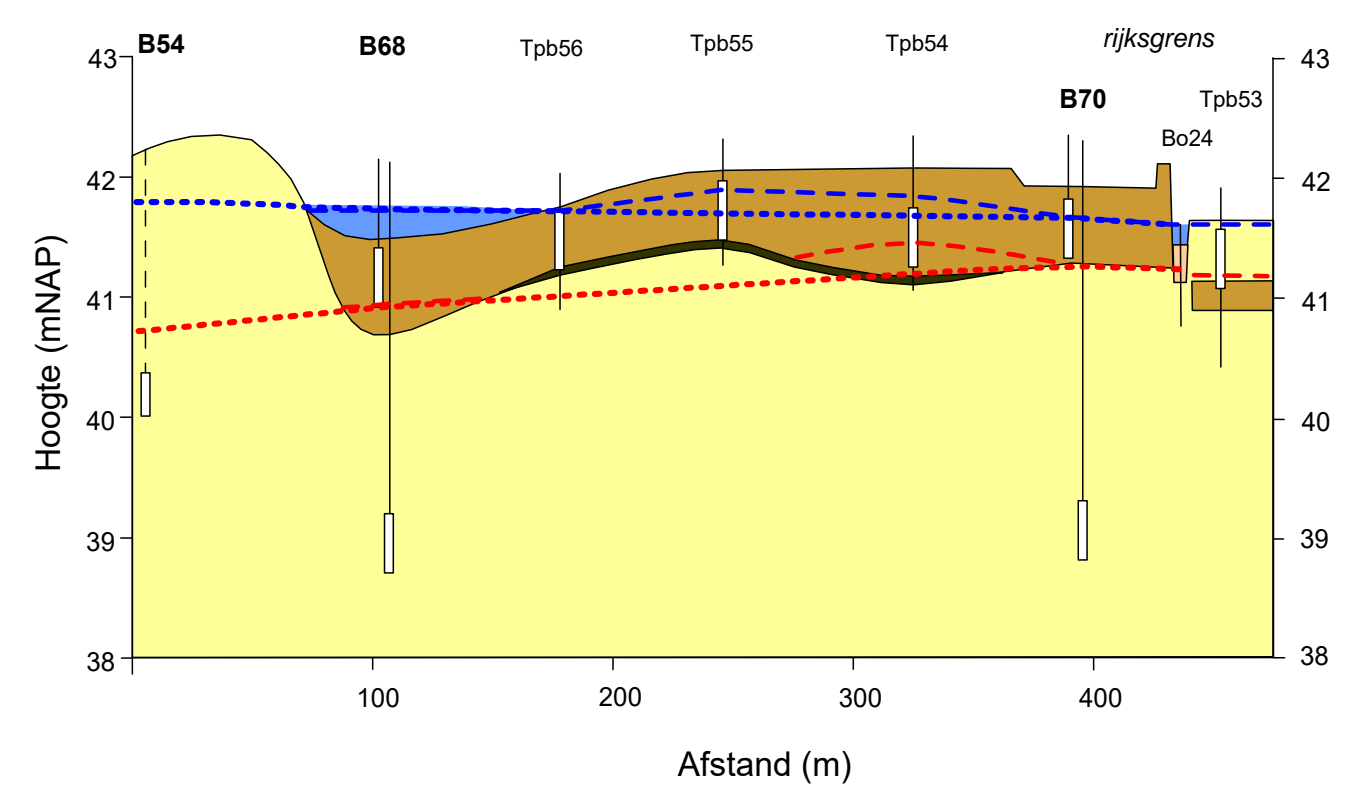


Figuur 5.4a Ecohydrologische dwarsprofielen Ho1-Ho1', Ho2-Ho2' en Ho3-Ho3'

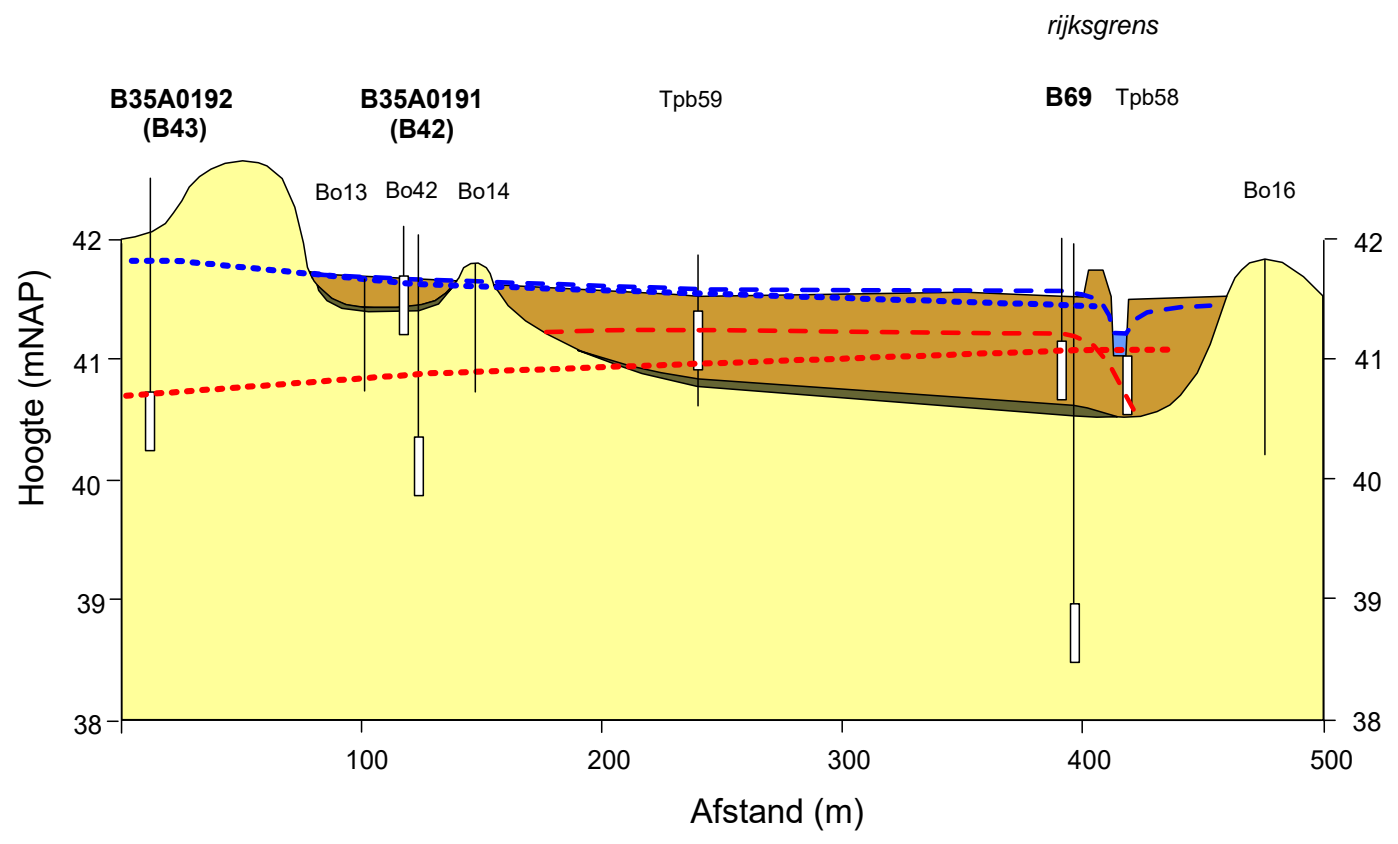
Ecohydrologisch dwarsprofiel Ho4-Ho4'



Ecohydrologisch dwarsprofiel Ho5-Ho5'



Ecohydrologisch dwarsprofiel Ho6-Ho6'



Legenda

- = open water (situatie 14-2-2017)
- = secundaire veenvorming
- = veen
- = zand
- = mix van zand en veen (verstoord bodemprofiel)
- = (kei)leem / klei
- = gyttja
- = gliede
- = verkitte B-horizont

- = grondwaterstand in veenpakket op 14-2-2017 (mNAP)
- = stijghoogte in zandondergrond op 14-2-2017 (mNAP)
- = grondwaterstand in veenpakket op 7-9-2017 (mNAP)
- = stijghoogte in zandondergrond op 7-9-2017 (mNAP)

Bo12

Tpb32

B67

= boorpunt /
tijdelijke peilbuis /
permanente peilbuis

Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Figuur 5.4b Ecohydrologische dwarsprofielen Ho4-Ho4', Ho5-Ho5' en Ho6-Ho6'

5.7 Resultaten compartimenten- en lekkageonderzoek

5.7.1 Resultaten waterstandsmetingen in de compartimenten

Het betreft de resultaten van de meting van de oppervlaktewaterstanden in de compartimenten. In de zones waar de metingen zijn verricht is de oppervlaktewaterstand gelijk aan de veen(grond)waterstand, aangezien het allemaal plekken betreft met drijftillen van veenmossen in veenbekkens of plagstroken waar het veen is gewonnen voor het opperven van de dwarswallen.

Uit de metingen van de winter- en zomerwaterwaterstanden in de compartimenten blijkt het volgende (zie figuur 5.5):

- In de meeste compartimenten is het verschil tussen de gemeten winterwaterstand (bij benadering GHG-omstandigheden) en zomerwaterstand (bij benadering GLG-omstandigheden) < 25 cm, wat dus gering is.
- Terwijl in het zuidelijke deel van het intensief gecompartmenteerde gedeelte van het hoogveenrestant doorgaans een verschil tussen winter- en zomerwaterstand van 20 à 25 cm is gemeten, is het verschil in het noordelijke / noordwestelijke deel van het intensief gecompartmenteerde gedeelte nog geringer, namelijk slechts 15 à 20 cm en in een aantal compartimenten (C22, C32, C33, C36 en C37) zelfs slechts 10 à 15 cm. De relatief gunstige omstandigheden zijn te danken aan een samenspel van factoren. Het noordelijke / noordwestelijke deel ligt vanwege zijn positie langs de hoogveenrand van oorsprong al laag en vanwege de relatief diepe vervening die hier heeft plaatsgevonden ligt de bovenzijde van de restveenlaag zeer laag. Met behulp van de compartimentering is het hier daarom goed gelukt om in de aldus gecreëerde veenbekkens secundaire veenvorming op gang te brengen. Omdat het waterpeil tot ver boven het niveau van de restveenlaag is getild zijn de bergingseigenschappen van het gebied ook zeer gunstig, waardoor hier onder invloed van het verdampingsoverschot in de zomer de veenwaterstand in relatief beperkte mate wegzakt. In combinatie hiermee profiteert het gebied ook van laterale toevoer vanuit bovenstrooms gelegen delen.
- In compartiment C36, en met name in de zone langs de zuidrand van dit compartiment, met hierin de plek met Actief hoogveen, zijn de omstandigheden extra gunstig, omdat er hier vanwege de (relatief gezien) extra lage ligging (die het gevolg is van de diepe vervening die hier heeft plaatsgevonden) geen stijghoogteverschil is met de zandondergrond: er is hier dus geen wegzijging (zie grafiek B66AB in bijlage 1).
- Een aantal, veelal relatief hoog of langs de buitenrand gelegen compartimenten hebben met een verschil tussen winter- en zomerwaterstand van 25 à 30 cm een wat sterkere waterstandsdynamiek, maar ook dit zijn nog altijd gunstige waarden.
- Ter plaatse van de zeer hoog gelegen compartimenten C17 en C18 bedraagt het verschil tussen de winter- en zomerwaterstand 30 à 35 cm.
- Het grootste verschil (43 cm) is gemeten in compartiment C2. De oorzaak hiervan volgt uit de resultaten van het lekkage-onderzoek.

5.7.2 Resultaten aanvullende boringen voor het opsporen van lekkages

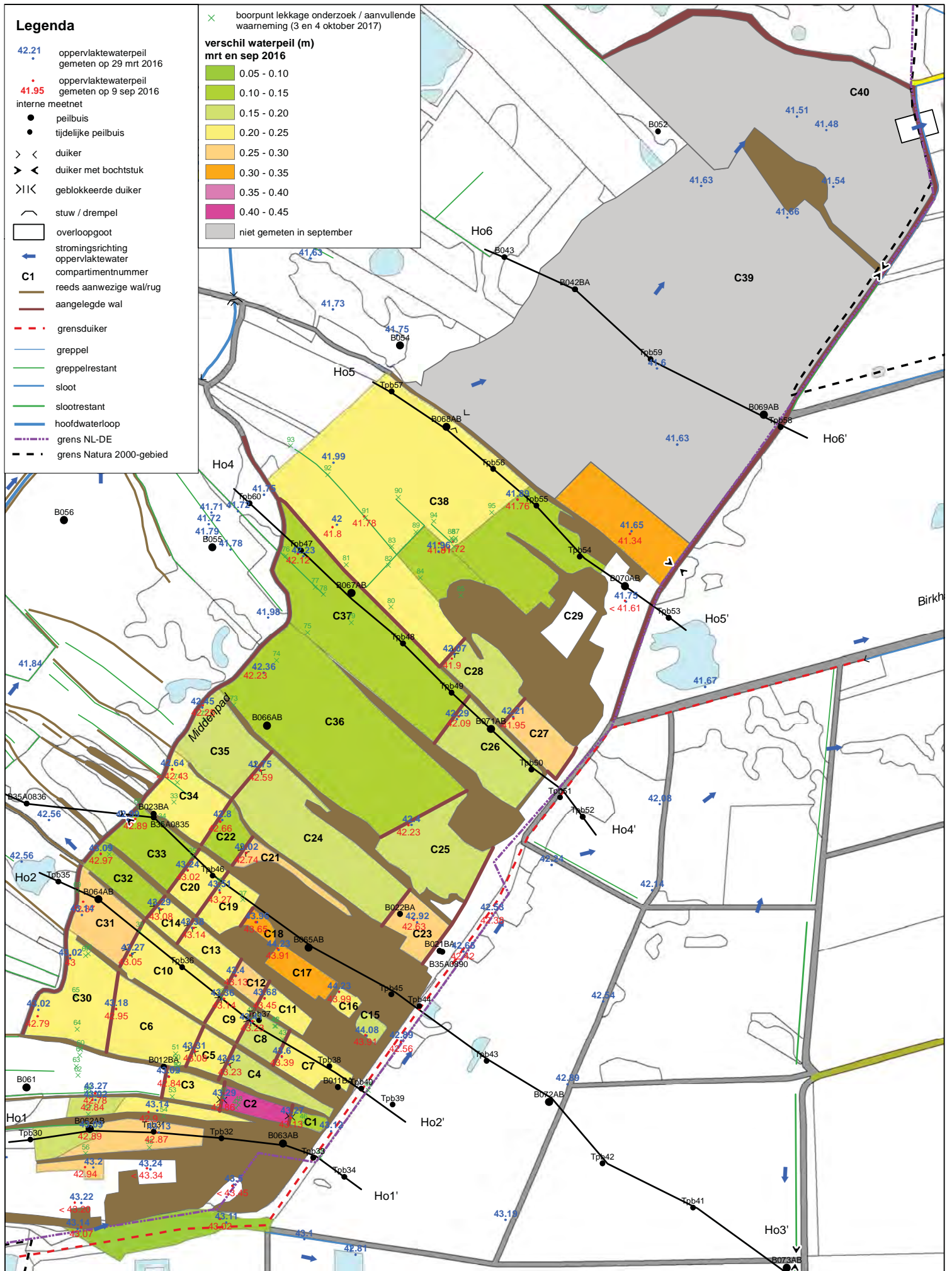
Alle waarnemingen zijn opgenomen in de tabel in bijlage 4. Op de kaart in bijlage 4 zijn ook de locaties van de boringen aangegeven. De codering van de compartimenten is in figuur 5.5 weergegeven. Op de kaarten zijn alleen de duidelijk zichtbare sloot- en greppelrestanten ingetekend. Alleen ter plaatse van deze duidelijk zichtbare sloot- en greppelrestanten is op enkele plekken vanwege doorsnijding van de stagnerende laag een versterkt wegzijgingsverlies naar de zandondergrond geconstateerd. In combinatie hiermee is ook op vele plekken geboord waar ook greppelrestanten aanwezig zouden kunnen zijn, maar deze onzichtbaar zijn door secundaire veenvorming, bijvoorbeeld in het verlengde van greppelrestanten in de lagg of direct langs veendijkjes. Deze onzichtbare greppelrestanten zijn dus niet ingetekend (want dat is vrijwel onmogelijk) en hier is ook nergens een versterkt wegzijgingsverlies geconstateerd.

Intensief gecompartmenteerde deel (C1 t/m C37) en niet gecompartmenteerde zone ten zuiden hiervan

Er zijn ondanks het doelgerichte en behoorlijk uitgebreide onderzoek binnen het intensief gecompartmenteerde deel van het hoogveen (C1 t/m C37: zie figuur 5.5) maar op drie plekken greppel- of slootrestanten aangetroffen waar de stagnerende laag aan de basis van het veenpakket (gyttja of gliede) wordt doorsneden. Op slechts één van deze drie plekken is ook duidelijk sprake van een versterkt lekverlies als gevolg hiervan. Het betreft hierbij het slootrestant met boorpunten Bo76 en Bo77 in compartiment C37. Hier ligt het restant van een voormalige sloot die vanuit de lagg het hoogveen in liep. Hier is onder een waterlaag van circa 90 cm (met wat plantenresten hierin) direct zand aangetroffen. In de omgeving van het slootrestant (peilbuis B67) is onder een laag secundair gevormd veen van 80 cm een 10 cm dikke gyttja aangetroffen. Ter plaatse van Bo79, in de omgeving van het zuidoostelijke uiteinde van het slootrestant, is onder een dikke laag secundair gevormd veen (hier zelfs 150 cm dik) een 22 cm dikke (grotendeels) kleiig ontwikkelde gyttja aangetroffen. Dus blijktbaar is in dit (machinaal verveende) deel het veen tot op de gyttja afgegraven, en snijdt het slootrestant door de gyttja heen, waardoor hier sprake is van een versterkt verlies naar de zandondergrond.

Het feit dat de hoogveenontwikkeling hier nu juist goed verloopt geeft aan dat het lekverlies via het slootrestant niet onoverkomelijk groot is (lokale verstoring) en dat andere factoren belangrijker zijn, namelijk in de lage ligging (vooral vanwege de relatief sterke vervening) in combinatie met het effect van de compartimentering. Bovendien profiteren de laag gelegen compartimenten van de laterale aanvoer via het enigszins doorlatende veenpakket vanuit de bovenstrooms gelegen compartimenten.

De tweede plek waar doorsnijding is geconstateerd betreft een greppelrestant in compartiment C34 met boorpunt Bo71: ter plaatse van het greppelrestant (Bo71a) is onder een laag van 80 cm secundair gevormd veen gelijk de zandondergrond aangetroffen. In een extra boring op circa 10 meter afstand van het greppelrestant is maar een zeer dunne stagnerende laag aangetroffen: een gliedeachtige laag van slechts 2 cm. Echter ook een dunne stagnerende laag kan een aanzienlijke hoge weerstand hebben. Dus ook hier lekt via het greppelrestant waarschijnlijk water in versterkte mate weg naar de zandondergrond. Ook ter plaatse van Bo50 (compartiment C6) is een greppelrestant aangetroffen waar onder een laag van 25 cm secundair gevormd veen gelijk de (humeuze) zandondergrond aanwezig is. Echter ook bij de twee boringen in de veenbekkens aan weerszijden van de greppel (Bo51 en Bo52) werd geen stagnerende laag aan de basis van het hier vrij dunne veenpakket (circa 30 cm secundair veen met hieronder circa 50 cm vast veen) aangetroffen. Dus nog sterker dan bij Bo71 leidt ook hier de aansnijding van de zandondergrond door het greppelrestant niet tot een duidelijk sterkere de wegzijging naar de zandondergrond ten opzichte van de directe omgeving.



Ter plaatse van een aantal van de overige boringen in de greppelrestanten in deze omgeving (Bo56, Bo59, Bo60) werd wel een laag vast, oorspronkelijk veen van minimaal enkele decimeters aangetroffen, maar geen of alleen een (zeer) slecht ontwikkelde gliede. Er is dus ook hier geen sprake van doorsnijding van de stagnerende laag door greppelrestanten, maar van een over grotere oppervlakte zeer beperkte systeemweerstand door het nagenoeg afwezig zijn / een slechte ontwikkeling van de stagnerende laag. Dit is ook de verklaring dat ter plaatse van B12BA en B62AB nauwelijks een drukverschil wordt gemeten tussen de grondwaterstand in het veenpakket en de zandondergrond. Waarschijnlijk hangt de aanwezigheid van deze zwakke zone samen met het hier diep doordringen van de ontginningsstrook in het hoogveen, waardoor hier (voordat de vernattingsmaatregelen zijn getroffen) sprake was van een relatief sterke verdroging van het hoogveen, met mineralisatie van de gliede als gevolg, waardoor de dikte van de gliede is afgenomen of zelf nagenoeg is verdwenen.

Ook langs het Middenpad zijn plekken aangetroffen zonder of met (zeer) slecht ontwikkelde gliede: Bo67 (veenbekken), Bo72 (veenbekken), Bo74 (veenbekken). Op alle overige locaties is minimaal een matig ontwikkelde gliede (al dan niet in combinatie met een verkitte B-horizont) of gyttja aangetroffen.

Bij het onderzoek in de dwarsprofielen (zie paragraaf 5.6) is ook in de plagstroken geboord en in veenputten / veenbekkens geboord. Daarbij is op alle locaties een stagnerende laag (meestal gyttja) aangetroffen en dus nergens een doorsnijding van de stagnerende laag.

Extensief gecompartmenteerde deel (C38)

In compartiment C38 zijn op aanzienlijke schaal greppel- en slootrestanten aangetroffen. Op een aantal locaties (Bo82a, Bo83, Bo89 en Bo90) werd er onder deze greppel- en slootrestanten wel een stagnerende laag aangetroffen (kleiige gyttja) en op een aantal locaties niet (Bo82b, Bo88, Bo91 en Bo92). Hieruit volgt dat de greppel- en slootrestanten hier dus soms wel en soms niet de stagnerende laag doorsnijden.

Verklaring van de sterke fluctuatie in compartiment C2

Op de zuidgrens van compartimenten C1, C2 en C3 ligt langs een veendijkje (dat in gebruik is als wandelpad) een greppelrestant. In dit greppelrestant is op alle plekken waar is geboord (Bo46, Bo47 en Bo53) onder een laag secundair gevormd veen (van 40 à 120 cm) telkens ook een dikke laag van het oorspronkelijke, vaste veen aangetroffen (van minimaal circa 150 cm). Elders in het compartiment zijn geen greppelrestanten aangetroffen en een boring die in een diepe veenput binnen het compartiment is uitgevoerd (Bo48) wijst uit dat ook hier onder een laag van 130 cm secundair gevormd veen nog altijd een 125 cm dikke laag vast veen aanwezig is, met hieronder een gyttja. Deze waarnemingen duiden erop dat er hier geen sprake is van doorsnijding van de stagnerende laag aan de basis van het veenpakket door greppelrestanten en/of veenputten. De sterke waterstandsfluctuatie die in compartiment C2 is geconstateerd (verschil van 43 cm tussen de gemeten winter- en zomergrondwaterstand in 2016) kan hierdoor dus niet worden verklaard.

Ter plaatse van de dwarswal tussen compartimenten C2 en C3 is boring Bo49 uitgevoerd. Uit deze boring volgt dat hier vooral op grotere diepte (170-300 cm -mv) het veen slechts licht veraard is. Dit licht veraarde veen is vanwege de hiermee samenhangende grove structuur goed doorlatend. Bovendien is ter plaatse van de dwarswal ook de laag van 110-170 -mv behoorlijk goed doorlatend, want slechts matig veraard. Bij de boring in compartiment C2 zelf (Bo48) is onder de secundair gevormde veenlaag ook alleen maar licht veraard veen aanwezig. Verder er hier sprake van een aanzienlijk peilverschil met het aangrenzende compartiment aan de benedenstroomse (compartiment C3), namelijk 20 cm in de wintersituatie (wat een relatief groot verschil is ten opzichte van de verschillen bij andere compartimenten). In compartiment C2 loopt in de winter (onder invloed van het

neerslagoverschot) het waterpeil wel op, maar onder invloed van de sterke laterale afvoer via het hier goed doorlatende veenpakket van aanzienlijke dikte (en het dus behoorlijk hoge doorlaatvermogen) en het aanzienlijke drukverschil verliest compartiment C2 in de loop van het zomerhalfjaar relatief veel water naar het benedenstrooms gelegen compartiment C3. Dus dit samenspel van de wel behoorlijk hoog oplopende grondwaterstand in de winter en het ver wegzakken van de grondwaterstand in de loop van het zomerhalfjaar onder invloed van het sterke laterale waterverlies via het veenpakket verklaart de hier relatief sterke fluctuatie in grondwaterstand.

5.7.3 Isohypsenkaart veenpakket

- Uit de isohypsenkaart van het veenpakket (figuur 5.6) blijkt dat de laag gelegen, diep verveende delen van het Aamsveen (ondanks de aanwezigheid van de compartimentering) een drainerende werking hebben op de hoog gelegen, niet verveende delen. Deze drainerende werking geldt niet alleen voor de laag gelegen noordwestrand maar vooral ook het diep verveende, zeer laag gelegen gedeelte aan de noordzijde (compartimenten C24, C25, C37 en C38). Anders gezegd worden deze laag gelegen compartimenten dus via het doorlatende veenpakket lateraal gevoed vanuit het niet verveende deel.
- Ook is de drainerende werking van de laag gelegen / relatief diep verveende strook met compartiment C3 aan de zuidzijde goed te zien, met in het verlengde hiervan de drainerende werking van de ontginningsstrook die hier tot in het hoogveenrestant doordringt.
- Ook de drainerende werking van de grensslenk is goed zichtbaar. In aanvulling hierop hebben de lager gelegen / dieper verveende delen van het niet gecompartmenteerde aangrenzende Hündfelder Moor een drainerende werking op het Nederlandse deel. Dit kan behalve met de lagere ligging en het ontbreken van een compartimentering ook veroorzaakt worden door een sterker wegzijgingsverlies naar de zandondergrond.
- Ter plaatse van B72 (in Duitsland, raai Ho3-Ho3') is een opvallend lage veenwaterstand gemeten. Hier is aan de basis van het veenpakket ook geen stagnerende laag aangetroffen, dus hier is de wegzijging extra sterk.
- Op de kaart is ook de drainerende werking van (het noordelijke uiteinde van) de noord-zuid slenk in het Hündfelder Moor zichtbaar.

5.7 Belangrijkste resultaten hydrochemisch onderzoek

(voor volledige B-WARE rapportage: zie bijlage 5)

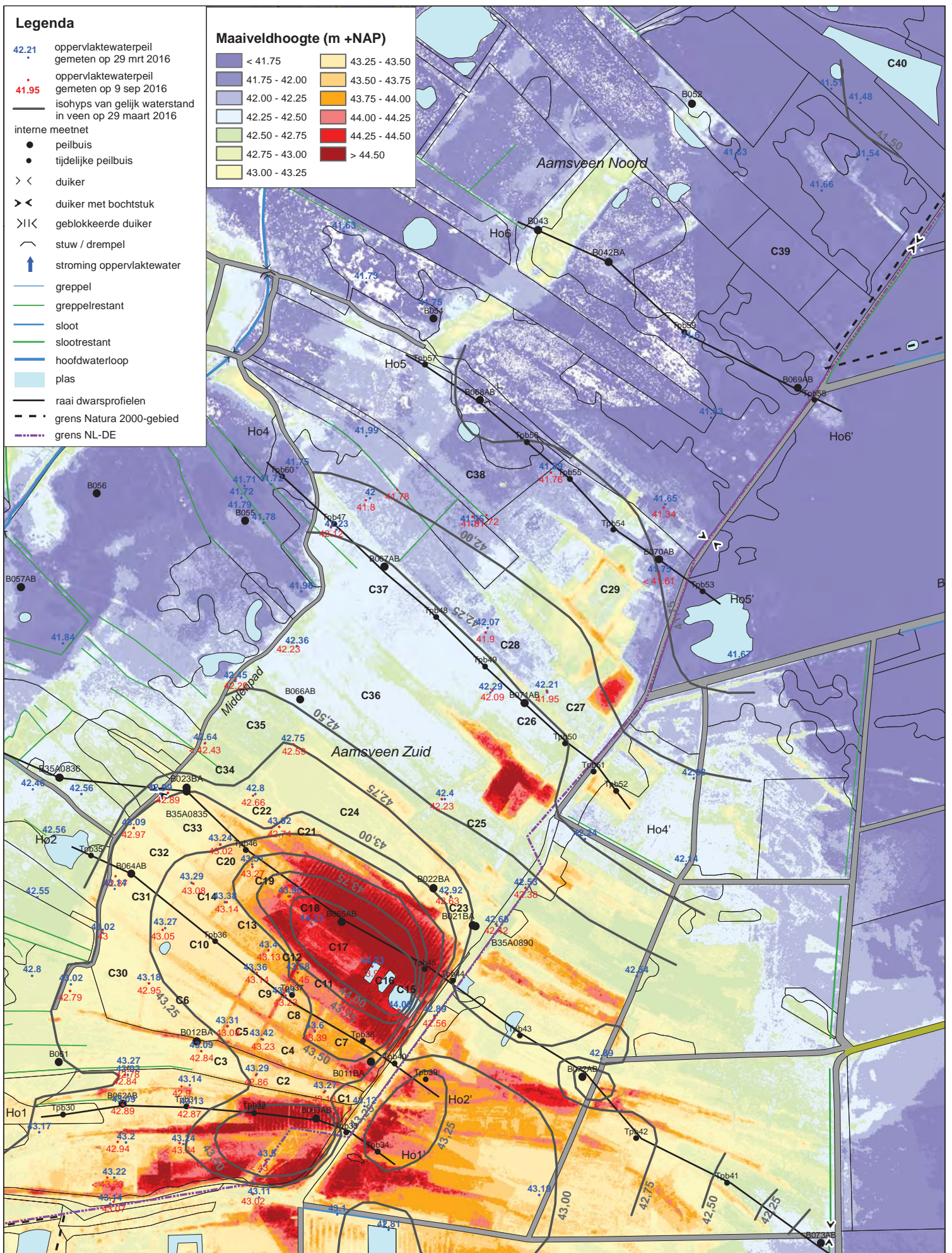
Inleiding

In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten behandeld van het hydrochemisch onderzoek dat door B-WARE in het kader van de systeemanalyse voor het hoogveen is uitgevoerd om op oriënterende wijze actuele veenwaterkwaliteit inzichtelijk te maken en te bepalen of deze geschikt is voor hoogveenherstel. De methode en de volledige resultaten van dit hydrochemisch onderzoek zijn te vinden in de rapportage van B-WARE (zie bijlage 5).

- Legenda**
- 42.21 oppervlaktewaterpeil gemeten op 29 mrt 2016
 - 41.95 oppervlaktewaterpeil gemeten op 9 sep 2016
 - isohyps van gelijk waterstand in veen op 29 maart 2016
 - interne meetnet
 - peilbuis
 - tijdelijke peilbuis
 - > < duiker
 - >> << duiker met bochtstuk
 - >|< geblokkeerde duiker
 - stuw / drempel
 - ↑ stroming oppervlaktewater
 - greppel
 - greppelrestant
 - sloot
 - slootrestant
 - hoofdwaterloop
 - plas
 - raai dwarsprofielen
 - — grens Natura 2000-gebied
 - — grens NL-DE

Maaiveldhoogte (m +NAP)

< 41.75	43.25 - 43.50
41.75 - 42.00	43.50 - 43.75
42.00 - 42.25	43.75 - 44.00
42.25 - 42.50	44.00 - 44.25
42.50 - 42.75	44.25 - 44.50
42.75 - 43.00	> 44.50
43.00 - 43.25	



Figuur 5.6 Isohysenkaart veenpakket 29 maart 2016

0 50 100
Meters

Al eerder is door B-WARE (als onderdeel van de systeemanalyse dal Glanerbeek) hydro- en bodemchemisch onderzoek uitgevoerd voor de lagg van het Aamsveen (Van Mullekom et al., 2016). De resultaten hiervan zijn geïntegreerd in de systeemanalyse van het dal van de Glanerbeek (Bell et al., 2016) en worden in deze paragraaf (om herhaling te voorkomen) niet opnieuw behandeld. De belangrijkste resultaten zijn wel geïntegreerd in de synthese (zie hoofdstuk 6).

In 2017 is door B-WARE aanvullend hydro- en bodemchemisch onderzoek uitgevoerd voor de lagg van het Aamsveen (Van Mullekom et al., 2018). Dit onderzoek is in de eerste plaats uitgevoerd voor detaillering van de inrichtingsmaatregelen die op basis van de systeemanalyse dal Glanerbeek zijn afgeleid. Deze informatie wordt gebruikt bij het opstellen van het herstelplan Aamsveen (door Bell Hullenaar) in de tweede helft van 2018. In de tweede plaats maakt het aanvullend hydro- en bodemchemisch onderzoek deel uit van de monitoring van de effecten van de te treffen maatregelen: hiermee is de uitgangssituatie vastgelegd en met het herhalen van het onderzoek enkele jaren na uitvoering van de maatregelen kunnen de effecten worden bepaald. De hydro- en bodemchemische monitoring maakt deel uit van een breder opgezet monitoringsplan. Hiervoor is een afzonderlijke rapportage opgesteld (Bell Hullenaar, juli 2018).

Resultaten hoogveen

Het poriewater in het Aamsveen is overwegend zuur ($\text{pH} < 4,5$) en rijk aan opgelost kooldioxide. Op grotere diepte (50-95 cm-mv) in het veen zijn de concentraties opgelost kooldioxide vaak hoger dan in de toplaag van het veen. In de toplaag zijn de concentraties lager door opname door de (veenmos)vegetatie en de emissie naar de atmosfeer.

Op locatie 1 (bij peilbuis B62; raai Ho1-Ho1') en 9 (bij peilbuis B68; raai Ho5-Ho5') zijn hogere concentraties fosfaat aanwezig in het poriewater in de toplaag van het veen. Op deze locaties staat in de winter water op het (veraarde) veen en kan er sprake zijn van de nalevering van nutriënten vanuit het veen.

In het diepere veen zijn, uitgezonderd locatie 9 (bij peilbuis B68; raai Ho5-Ho5') en 10 (bij peilbuis B69; raai Ho6-Ho6'), geen duidelijke aanwijzingen gevonden voor aanrijking met mineralen vanuit het grondwater. Lokaal vindt enige aanrijking plaats via het toestromen van freatisch grondwater uit de zandruigen in het gebied.

De chemische samenstelling van het poriewater in het Aamsveen komt goed overeen met die van andere Nederlandse hoogveenrestanten. De fosfaat- en ammonium-concentraties zijn relatief laag, zeker in vergelijking met metingen in de periode 1998-2000 in andere hoogveenrestanten. Als gevolg van de afgenomen stikstofdepositie zijn ook in andere hoogveenrestanten de ammoniumconcentraties afgenomen en de toename van de ontwikkeling van veenmosvegetaties in veel restanten heeft geleid tot een vastlegging van nutriënten in nieuw gevormd veenmosveen (secundair veen).

Op basis van de hydrochemie zijn er geen belemmeringen gevonden voor een verdergaand herstel van hoogveenvegetaties in het Aamsveen. De ontwikkeling van een kleine oppervlakte van het habitatype Actief hoogveen en de voorspoedige secundaire veenvorming in andere veenbekkens geeft ook duidelijk de potenties van het gebied aan. In grote delen van het Aamsveen (vooral de hoger gelegen delen) is het wel noodzakelijk dat de waterstanden in het veenpakket in de toekomst dichterbij of vlak boven maaiveld komen te liggen en de fluctuaties afnemen.

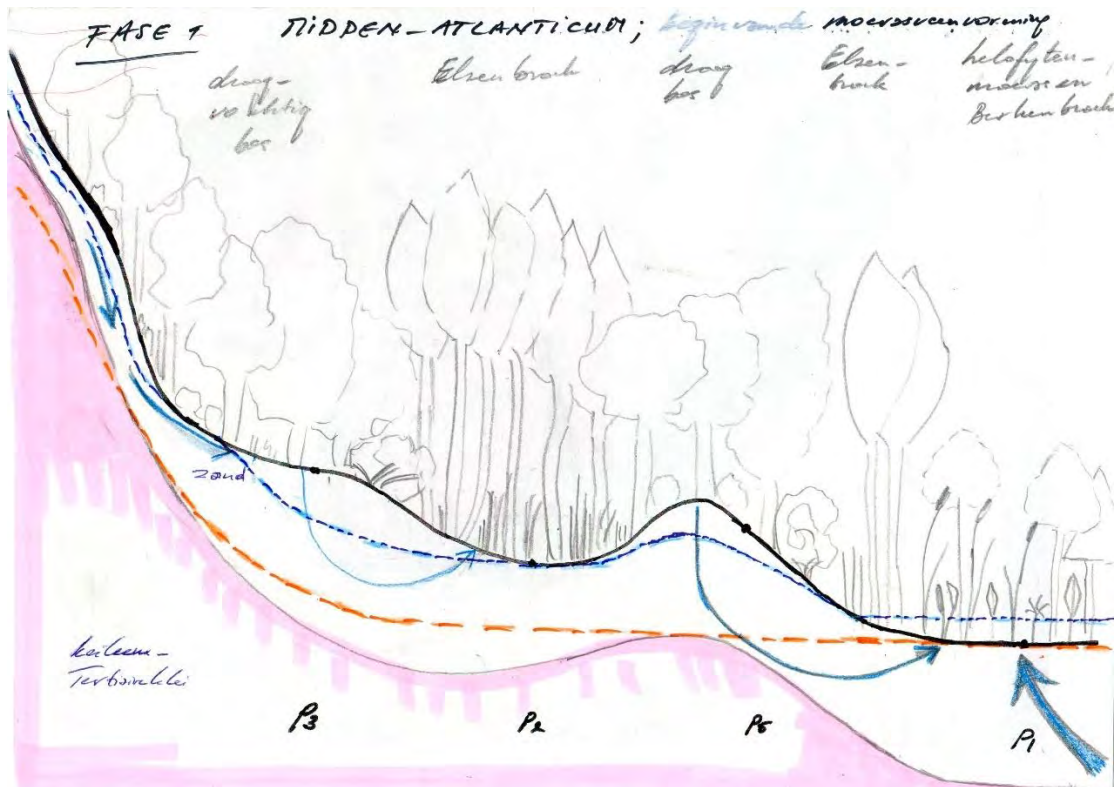
6 Synthese en conclusies

6.1 Ontstaansgeschiedenis

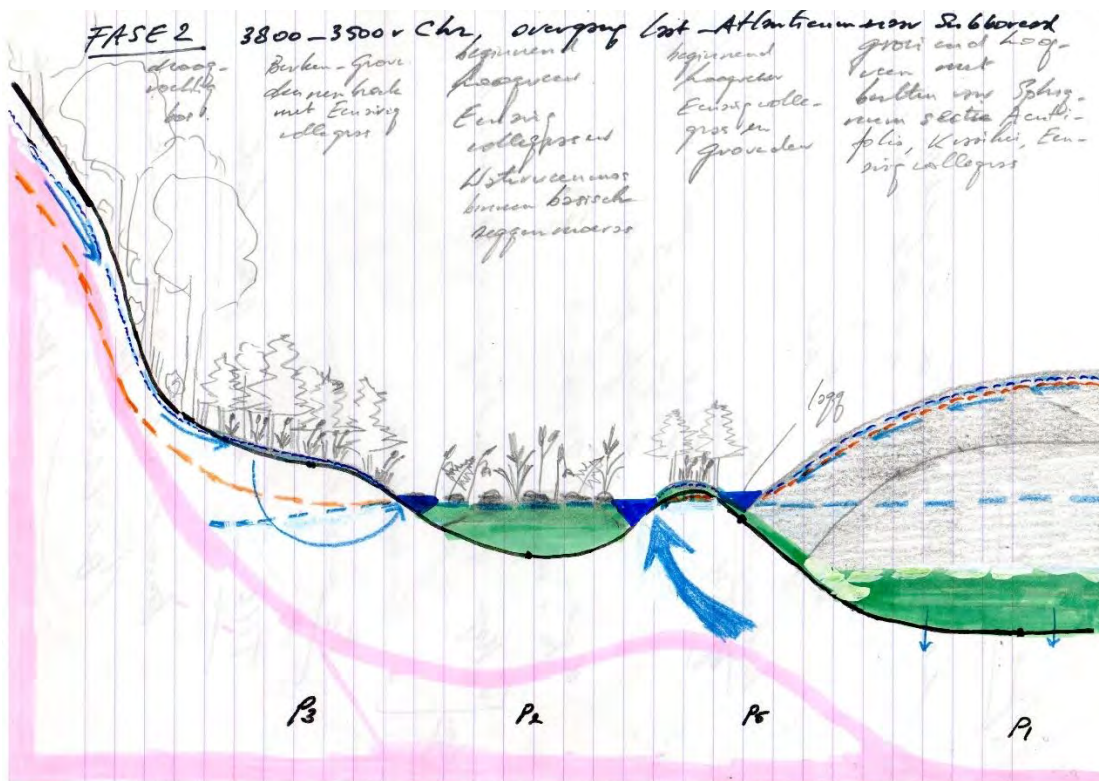
Het Aamsveen vormt de noordwestelijke rand van een oorspronkelijk circa 2000 ha groot hoogveenlandschap dat voor het grootste deel (circa 1900 ha) op Duits grondgebied lag. Het hoogveengebied ligt in het bekken van de Flörsbach, tussen de stuwwal van Enschede in het westen en een kleinere rug aan de oostzijde. Onder de ijsmassa die het bekken uitsleet en de stuwwal opperste, werd door vermenging en vermaling van sedimenten tijdens de voorlaatste ijstijd keileem gevormd vanuit al aanwezige Tertiaire kleien. Vanwege de sterke menging met Tertiaire klei heeft de keileem een hoog lutumgehalte en gaat de keileem meestal op geringe diepte ook al over in deze klei. Deze zeer dikke keileem- en kleilaag vormt de praktisch ondoorlatende hydrologische basis van het systeem. Op de keileem is in de laatste ijstijd (een veelal 1 tot circa 5 meter dikke laag) zand afgezet. Het betreft hierbij veelal matig fijn tot matig grof fluvio-periglaciaal zand en met hierop vaak een laag matig fijn dekzand. Deze zandlaag vormt een dun watervoerende pakket.

In het bekken trad in het Holoceen veenvorming op. Dankzij het uitgevoerde paleobotanisch onderzoek (Van der Linden, 2018) weten we hoe het vroegere hoogveenlandschap van lagg, rand en kern eruit heeft gezien en hoe het zich in de tijd heeft ontwikkeld. Functioneel inzicht hierin is nodig om de juiste inrichtingsmaatregelen te kunnen formuleren. Het hoogveen van het Aamsveen is niet direct op de zandondergrond ontstaan via de ontwikkeling van stagnerende bodemhorizonten door inspoeling van disperse humus en vorming van gliede (wurzelechtes Hochmoor). In het overgrote deel van het complex is aan het ontstaan van het hoogveen een fase van moerasveenvorming ("laagveen") vooraf gegaan. Het paleobotanisch onderzoek heeft vervolgens onmiskenbaar aangetoond dat het moerasveen is ontstaan als gevolg van een geleidelijk stijgende grondwaterstand (een Versumpfungsmoor, water rise mire), mede onder invloed van een natter wordend klimaat in het Holoceen en niet als gevolg van verlanding van open water (Verlandungsmoor, terrestrialization mire).

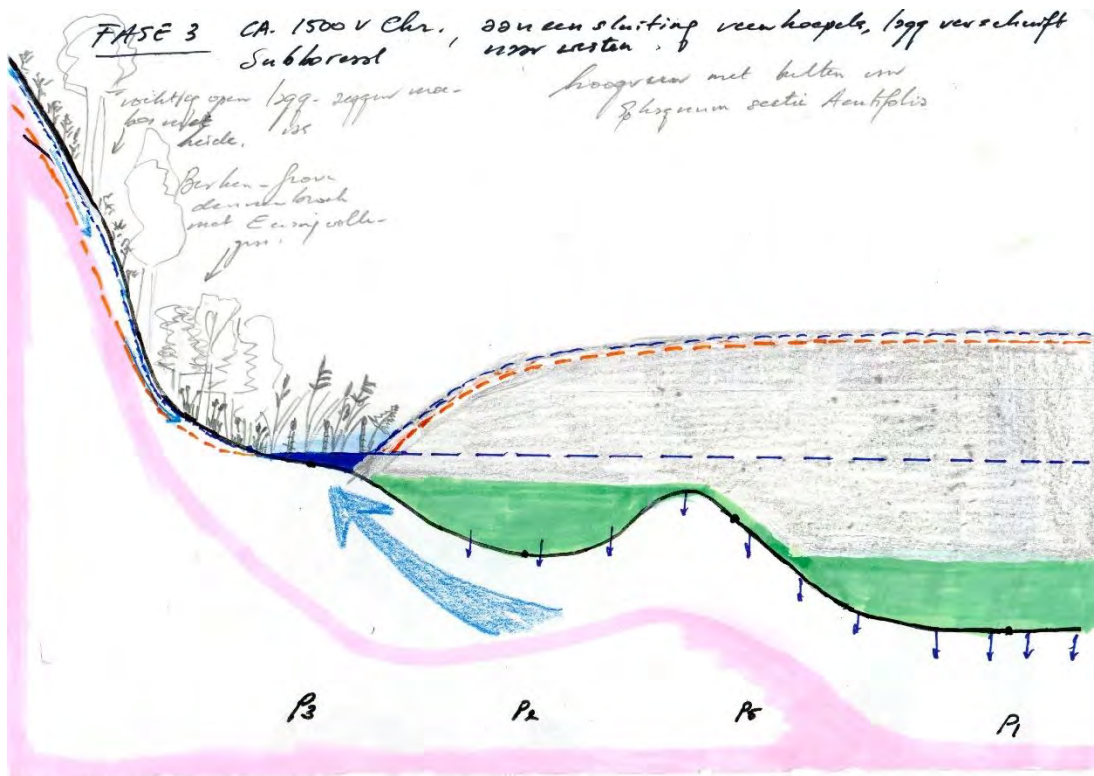
Het is de variatie in reliëf die heeft bepaald waar veenvorming als eerste is opgetreden. Uit de ouderdom van het moerasveen blijkt dat dat veen als eerste ontstond in de laagste kommen in Duitsland en pas later in de wat hoger gelegen kommen in Nederland (fase 1; figuur 6.1a). De opbouw van grondwaterdruk onder invloed van hoogveenvorming zorgt ervoor dat vervolgens in Nederland moerasveen kon ontstaan, eerst in de laagste kommen, dan in de hogere en later zelfs op dekzandruggen (fase 2; figuur 6.1b). Dat op die hoog gelegen dekzandruggen moerasveen kon ontstaan is een gevolg van het uitgroeien van het hoogveen boven zijn omgeving. Dat had twee oorzaken. De eerste is reliëfinversie: doordat het hoogveen uiteindelijk hoger kwam te liggen dan de dekzandrug trad niet langer inzijging van regenwater op in de rug, maar kwel van grondwater. Op de dekzandrug was bij voldoende hoge stijghoogte (> 41,5 m + NAP; zie verder) de weerstand tegen opwaartse stroming van het grondwater geringer dan in het omringende al gecompacteerd moerasveen en hoogveen. Het zich steeds verder uitdijende hoogveen zorgde voor een steeds verdere verhoging van de stijghoogte waardoor verder westelijk (P3, ter hoogte van het Middenpad), mede dankzij het in dikte afnemende en feitelijk heel dunne watervoerende pakket, moerasveen kon ontstaan (fase 3; figuur 6.1c). Onder invloed van verdere hoogveengroei kon steeds hoger in het landschap moerasveenvorming plaatsvinden (fase 4, figuur 6.1d).



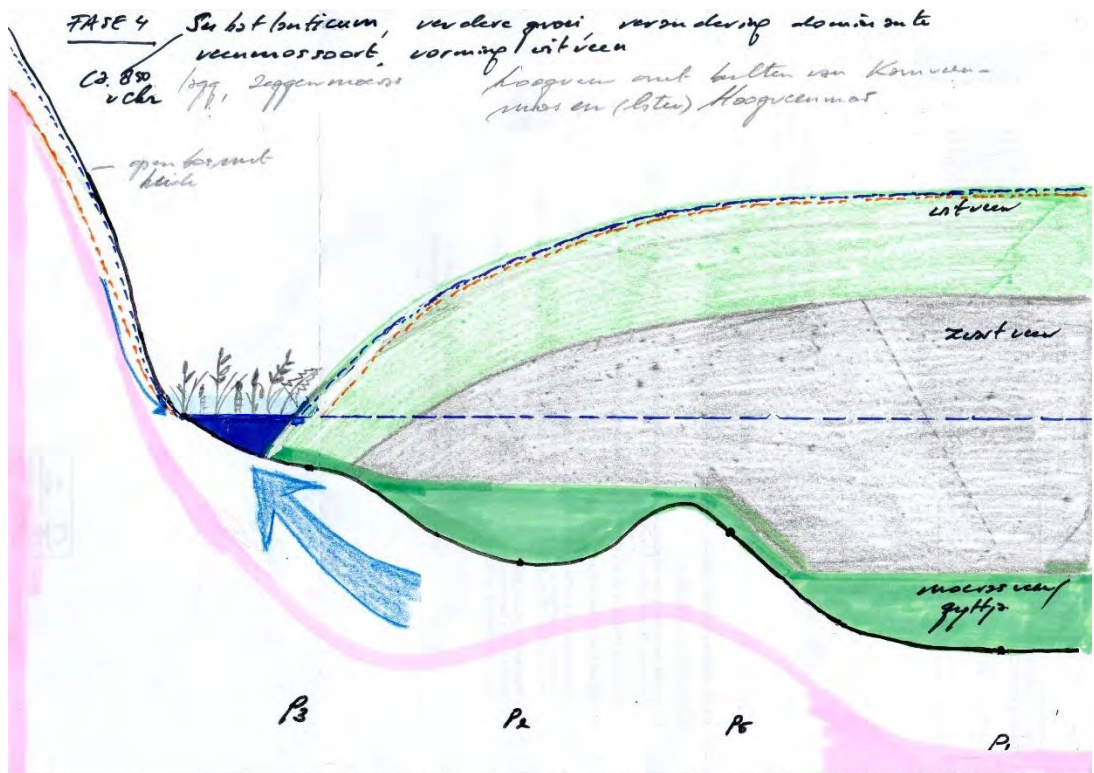
Figuur 6.1a Fase 1 van het veenvormingsproces van het Aamsveen



Figuur 6.1b Fase 2 van het veenvormingsproces van het Aamsveen



Figuur 6.1c Fase 3 van het veenvormingsproces van het Aamsveen



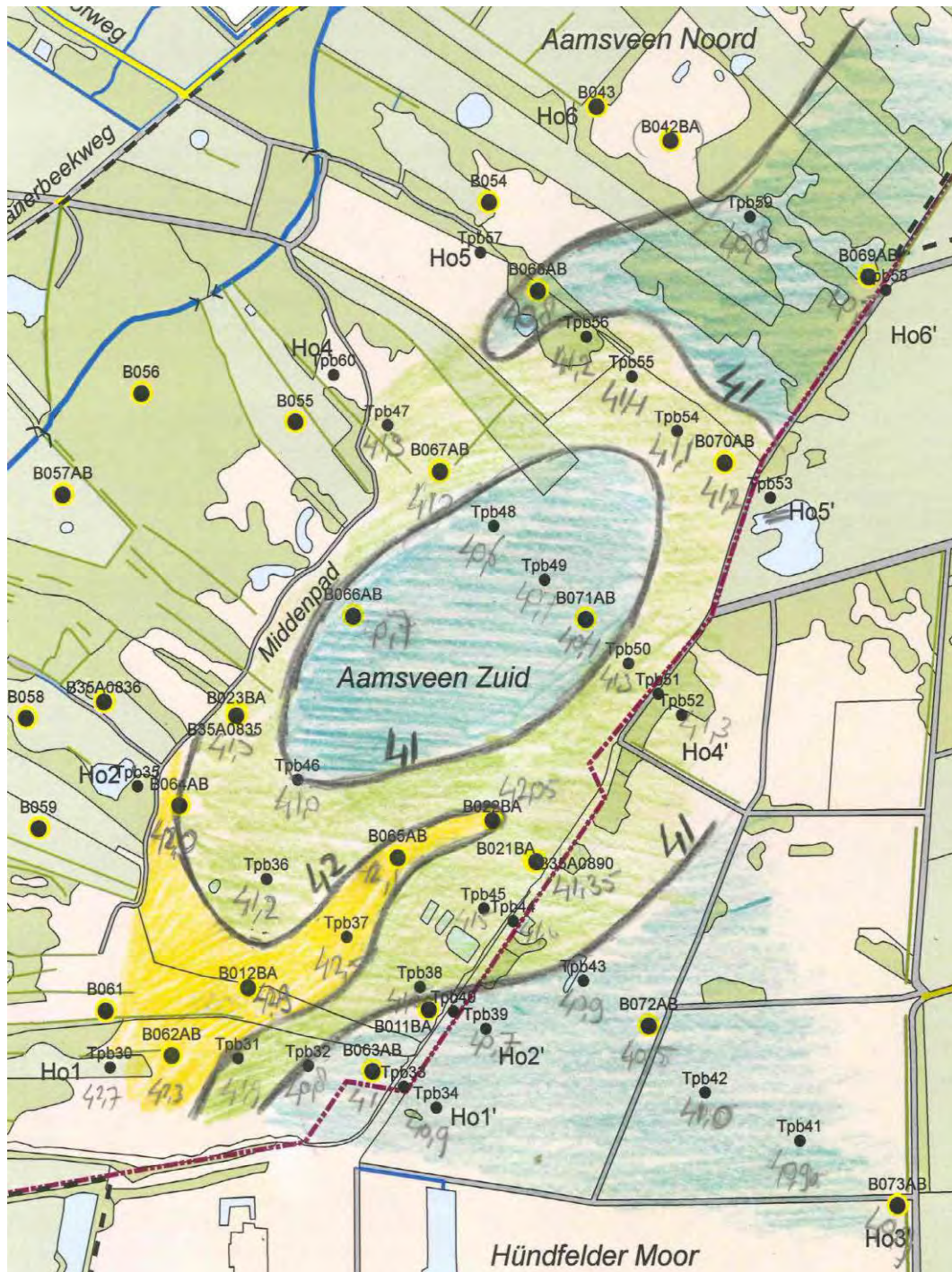
Figuur 6.1d Fase 4 van het veenvormingsproces van het Aamsveen

Het paleobotanisch onderzoek heeft verder aangetoond dat het proces van hoogveenontwikkeling dynamisch was. Allereerst in de tijd onder invloed van klimatologische schommelingen (drogere omstandigheden: op de voorgrond treden van Eenarig wollegras; nattere omstandigheden: op de voorgrond treden van Veenbloembies en Waterveenmos). Maar ook in de ruimte d.w.z. onder invloed van het groeiende hoogveen vernatte de omgeving, waardoor in de voordien hogere delen (waar inzijing optrad) vanwege de ontwikkeling van lokale hydrologische systemen onder invloed van de groeiende veenkoepels moerasveenvorming op gang kon komen (de randen van de stuwwal en de hoge dekzandruggen die van daaruit in het veen staken). Dit zorgde weer voor vernatting van de randen van het hoogveen, waarbij de lagg met zijn moerasveen verzuurde en het hoogveen weer over het moerasveen kon uitgroeien. Aldus verplaatsten de moerasveenvorming en lagg zich steeds verder westwaarts (zie fasen 1 t/m 4) en raakten de hogere delen (verder) met hoogveen overgroeid - het ontwikkelde zich nadat het lokale grondwaterniveau dezelfde hoogte had gekregen als de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond met als gevolg dat de invloed van regenwater overheersend kon worden. Dat begunstigde de groei van veenmossen met hun vermogen om regenwater vast te houden en hun omgeving te verzuren, waardoor het hoogveen zich kon uitbreiden. Pas met het bereiken van de steilrand van de Enschedese stuwwal lijkt het veen zijn westelijke begrenzing te hebben bereikt.

Het paleobotanisch onderzoek heeft onomstotelijk aangetoond dat de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond de sturende factor voor de hoogveenvorming is geweest. Voor herstel van hoogveenvorming geldt dat evenzeer. Een belangrijke vraag luidt dan ook: "Bij welke stijghoogte van het regionale grondwater begon de hoogveenvorming en trad de overgang van grondwater gevoed naar regenwater gevoed veen op". Wanneer deze stijghoogte niet meer bereikt wordt of kan worden kan überhaupt geen (hoog)veenvorming meer optreden. Deze stijghoogte moeten we dus kennen." Voor herstel van de hoogveenontwikkeling vanuit het huidige hoogveenrestant moet de stijghoogte echter veel hoger zijn dan 41,5 m NAP.

In Duitsland begon de moerasveenvorming van de veenkoepel waarvan het Nederlandse Aamsveen de rand vormde op een maaiveldhoogte van 40,4 m +NAP (fase 1; figuur 6.1a) en wat noordelijker bij 40,5 m + NAP (P4). In Nederland ontstond moerasveen pas later, in een kom in het hoger gelegen Nederlandse deel bij een maaiveldhoogte van 41,2 m + NAP (P2) en 41,3 m +NAP (P5) (fase 2; figuur 6.1b). In het noordelijk deel (ter hoogte van doorsnede 4 en noordelijker) van de oorspronkelijke lagg (ten westen van het Middenpad rond de Glanerbeek) bedroeg deze stijghoogte 41,5 m + NAP, ten zuiden hiervan circa 42,5 m +NAP - Deze stijghoogte wordt thans in de lagg 's winters op meerdere plekken (ruim) overschreden, maar in de zomer vrijwel nergens bereikt. Daarom verzuurt de lagg. Voor de vorming van moerasveen is het noodzakelijk dat het hele jaar - dus gedurende winter én zomer - deze stijghoogten ruim worden overschreden. Dan ligt de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond boven die van de hier onder invloed van grondwater gevormde veenbasis, en zal de wegzijging van water uit het bovenliggende hoogveen dusdanig beperkt zijn dat in dat opzicht goede basiscondities aanwezig zijn voor herstel van hoogveen c.q. verhoging van kwaliteit van herstellend hoogveen.

De stijghoogte bij welke de overgang van grondwater gevoed naar regenwater gevoed veen optrad, als gereconstrueerd uit het paleobotanisch onderzoek, bedraagt in Duitsland (P1) 41 m + NAP en in Nederland (P2, P5) 41,5 à 41,6 m + NAP. Dat komt vrijwel overeen met de maaiveldhoogte van de dekzandrug die in het Aamsveen steekt en Aamsveen-Zuid van Aamsveen-Noord scheidt (zie figuur 6.2, hoogteligging zandondergrond). De combinatie van de maaiveldligging van deze dekzandrug met de bovenstreams gelegen kom en de grondwaterdruk, die vanuit het centrum van het groeiende hoogveen in Duitsland werd gegenereerd, bepaalden het op gang komen van de moerasveenvorming en later de hoogveenvorming in deze kom en op de flanken van de hoge dekzandrug (P5) in Aamsveen-Zuid (fase 2; figuur 6.1b). Nog later in de tijd, net ten westen van het Middenpad ontstond (vermoedelijk door grondwater beïnvloed) veen bij een maaiveld-



Figuur 6.2 Bovenzijde minerale ondergrond (mNAP)

hoogte van 42,2 m + NAP dankzij het uitdijende en in hoogte toenemende hoogveen in Duitsland en in Nederland (fase 3; figuur 6.1c).

Voor herstel van de hoogveenvorming in het noordelijk deel (ter hoogte van doorsnede 4 en noordelijker) van de centrale kom is derhalve een minimale stijghoogte (in winter én zomer) van het grondwater van 41,5 m +NAP noodzakelijk en ten zuiden hiervan circa 42,5 m +NAP. Bij die stijghoogten kan in delen van Aamsveen-Zuid weer een functionele lagg worden gevormd, waardoor voldoende (lang) grondwater aan het maaiveld zal uittreden, een randvoorwaarde voor het doen ontstaan van de typische lagg-veengroei. In het zuiden is een nog hogere stijghoogte noodzakelijk voor herstel van ombrotrofe veenvorming. Daar moet gedacht worden aan minimale stijghoogten van 42,8 m + NAP (zie dwarsprofielen Ho1-Ho1' en Ho2-Ho2' in figuur 5.4a).

6.2 Vegetatie en het natuurlijk functioneren

De vegetatie in het Aamsveen heeft een complexe ruimtelijke zonering gekend, die in de loop van de tijd is verschoven (zie figuur 6.1a t/m 6.1d; paragraaf 4.3 en voor uitgebreide onderbouwing en beschrijving Van der Linden, 2018). Voordat in de Middeleeuwen de menselijke invloed overheersend werd en degradatie van het veen optrad, bestond het Aamsveen voor het overgrote deel uit bultvormende veenmosbegroeiingen, die vermoedelijk onder invloed van begrazing een meer heideachtig karakter hadden verkregen. Uitgestrekte slenkbegroeiingen ontbraken. Deze zullen vermoedelijk in het hoger gelegen Duitse deel (de kern van het horlogeglas) hebben gelegen, net als meerstallen.

De veenbodem van de randen en de lagg bleek te sterk te zijn aangetast door latere ontwatering en vervening voor een in de tijd volledige paleobotanische analyse van veenkernen: alleen de veenbasis en een dun, direct daarboven gelegen veenpakket was gespaard gebleven. Het is echter (mede op basis van P3) niet onwaarschijnlijk dat in de randen Gagelstruwelen, Berkenbroek en Eenarig wollegras een belangrijke rol zullen hebben gespeeld. Uit het paleobotanisch onderzoek blijkt dat de rand van het vroegere hoogveen rond het Middenpad heeft gelegen. De thans optredende verzuring rond het Middenpad is daarom een natuurlijk fenomeen. Het is een uiting van de al uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen in deze zone zelf en van de grondwaterdruk die zich heeft opgebouwd als gevolg van de eerdere hoogveenherstelmaatregelen waardoor zuur hoogveenwater over maaiveld naar de zone kan afstromen. De lagg heeft oorspronkelijk westelijker gelegen, rond de Glanerbeek. De vegetatiesamenstelling van de oorspronkelijke lagg heeft vermoedelijk grote overeenkomsten vertoond met de begroeiingen die aan de basis van locatie P2 zijn gevonden d.w.z. zeggenmoerassen van basenrijke omstandigheden met "eilandjes" van zuurdere begroeiingen met (minerotrafente) veenmossen en Eenarig wollegras. Dat wordt bevestigd door de vegetatiebeschrijvingen uit de eerste helft van de twintigste eeuw (Bell et al., 2016). De vegetatiesamenstelling van de toen al behoorlijk aangetaste lagg vertoonde nog veel verwantschap met die aan de basis van P2.

De vraag welke vegetatie is voorgekomen tussen de koepels en hun randen kunnen we op grond van het paleobotanisch onderzoek niet onderbouwd beantwoorden. Zo'n situatie kon niet worden bemonsterd. Op grond van literatuur en bezoeken aan buitenlandse hoogvenen, die nauw verwant zijn aan Nederlandse hoogvenen, mag echter worden aangenomen dat het vermoedelijk zal zijn gegaan om begroeiingen uit de matig tot zwak zure kleine-zeggenmoerassen (*Caricion lasiocarpae*) en plaatselijk de Veenbloembies-associatie (*Caricetum limosae*; aangetroffen tijdens vernattingsfasen in meerdere onderzochte profielen) en begroeiingen van de basenrijke kleine-zeggenmoerassen (*Caricion davallianae*). Dit zijn zonder uitzondering begroeiingen van hoge ecologische kwaliteit en alle Europees beschermd. Herstel van dit type begroeiingen is alleen mogelijk

in de lagg en op Duits grondgebied, waar naar verwachting zulke overgangen (soaks) hebben gelegen.

In de natuurlijke situatie was een lensvormige hoogveenkoepel aanwezig, met aan de oppervlakte een dunne acrotelm en hieronder de catotelm. De acrotelm betreft de enkele decimeters dikke toplaag van het hoogveen, bestaande uit een combinatie van levende veenmossen en niet gehumificeerd veen. De acrotelm is zeer goed doorlatend, waarbij de doorlatendheid naar beneden sterk afneemt. Dit zorgt in neerslagrijke perioden voor de afvoer van water door de acrotelm naar de rand van het hoogveen en in droge perioden tot een snelle afname van deze afvoer. Bovendien zakt de acrotelm bij dalende overschotten / in droge perioden enigszins (enkele centimeters). De actotelm heeft zodoende een belangrijke stabiliserende werking op het waterstandsverloop. In samenhang hiermee was een goed ontwikkelde hoogveenvegetatie aanwezig met op de flanken van de platte lens het hiervoor kenmerkende bulten- en slenkenpatroon.

De onderliggende catotelm is veel minder goed doorlatend dan de acrotelm. Omdat het veenpakket in het Aamsveen - Hündfelder Moor is opgebouwd uit veelal licht tot matig gehumificeerd witveen, is hier ook de catotelm enigszins doorlatend. Dus de uit witveen opgebouwde catotelm vormde een watervoerende laag. In samenhang met het geleidelijk aflopende veenoppervlak stroomde ook via de catotelm / het watervoerende witveenpakket water op geleidelijke wijze lateraal af naar de hoogveenrand en de lagg. Hoewel de gyttja aan de basis van het veenpakket wel een duidelijke weerstand biedt, is deze laag niet ondoorlatend. Daarom infiltreerde ook in de oorspronkelijke situatie een deel van het veenwater naar de zandondergrond, en stroomde dit vervolgens via de zandlaag lateraal af naar de lagg. Met het omhoog groeien van de hoogveenkoepel steeg dus ook de grondwaterstand in de zandondergrond: de groei van het veen zorgde niet alleen voor vernatting van de omgeving maar ook voor drukverhoging in de zandondergrond.

6.3 Verval

Door het afgraven van het veen is een groot deel van het veen verdwenen. In Duitsland is in een brede zone langs de buitenrand en in een brede strook tussen het Hündfelder Moor en het Amtsvenn het veen (vrijwel) volledig afgegraven en heeft vervolgens ontginning tot landbouwgrond plaatsgevonden. Vooral aan de oostzijde van het Hündfelder Moor is de zone waar het veen volledig is afgegraven zeer breed (circa een kilometer) en ook ver in de richting van de kern van de oorspronkelijke veenkoepel doorgedrongen, waardoor hier bovendien een dikke laag veen (van 2 à 3 meter) is verwijderd. Aan de noordwestzijde, dus in Nederland, is de zone waar het veen (vrijwel) volledig is verdwenen beperkt tot de lagg, en hier was in de oorspronkelijke situatie ook slechts een dun veendek aanwezig.

In het grootste deel van het resterende veengebied is het veen deels afgegraven: hier is een restveenpakket aanwezig. Omdat de mate waarin het veen is afgegraven sterk uiteenloopt, heeft dit restveenpakket een zeer onregelmatige vorm. Wat resteert is een mozaïek van:

- Hoge veenruggen en veenwallen waar het veen niet is afgegraven en het oorspronkelijke veen redelijk intact is. Wel zijn de bovenste decimeters verdwenen door (vermoedelijk) boekweitbrandcultuur en klink en oxydatie/mineralisatie als gevolg van vervening en ontwatering.
- (Vele gradaties van) vrij laag gelegen gebieden met ten dele afgegraven hoogveen.
- Laag gelegen gebieden met tot aan of tot nabij de gyttja afgegraven hoogveen.

Daarbij neemt aan de oostzijde (dus in het Duitse deel) de mate van vervening vanuit het centrale deel (waar plaatselijk niet is verveend) over het algemeen ook toe in de richting van de rand, en zijn zowel in het Nederlandse als het Duitse deel ook stroken aanwezig

waar relatief diep verveende delen ver doordringen in de minder diep / niet verveende delen. Daarbij geholpen door de aanleg van afvoergreppels voor de ontwatering van het hoogveenrestant en de lagg, trad door de drainerende werking van de diep verveende delen langs de rand en in de stroken sterke verdroging op van het restveenpakket. Door de daling van de veenwaterstand daalde de ook grondwaterstand in de zandondergrond: vanwege de minder hoge veenwaterstand trad immers minder infiltratie op.

In de ontgonnen delen in de omgeving werden voor de ontwatering van de landbouwgronden bovendien diepe slotenstelsels aangelegd en voor de afwatering van deze stelsels vond ook verdieping van de beken (Glanerbeek in het westen en Flörsbach in het oosten) plaats. Deze diepe ontwaterings- en afwateringsstelsels oefenden een drainerende werking uit op het grondwater in de lagg en het grondwater in de zandlaag onder het hoogveen, wat resulteerde in een versterkte infiltratie van veenwater naar de zandondergrond. Dus ook de diepe ontwatering en afwatering van de omgeving leidde tot verdroging van het hoogveenrestant.

Voor de afwatering van de landbouwgronden ten westen van het resterende Hündfelder Moor werd ter plaatse van de rijksgrens bovendien een diepe afvoersloot dwars door het grensoverschrijdende hoogveenrestant heen aangelegd. Bij de aanleg hiervan werd de gyttja aan de basis van het veenpakket doorsneden. Zodoende had de sloot niet alleen een sterk drainerende werking op het grondwater in het veenpakket, maar ook op het grondwater in de zandondergrond.

6.4 Eerste herstel

Door Landschap Overijssel is al vanaf de aanvang van het beheer (in 1967) getracht het water zo goed mogelijk in het hoogveenrestant te conserveren. Aanvankelijk geschiedde dit met name door het afdammen van afvoergreppels en een eerste lichte ophoging van het Middenpad. Door verwerving van landbouwgronden langs de noordwestrand en in het noordelijke deel konden in de loop der tijd (vanaf eind jaren zestig tot in de jaren negentig) steeds meer greppels en sloten worden gedempt of afgedamd, waarmee grenzend aan het hoogveenrestant een hydrologische buffer werd gecreëerd.

In 1983 is de afvoersloot voor de afwatering van het landbouwgebied ten westen van het Hündfelder Moor vervangen voor een lange duiker (ofwel overkluizing), zodat de diepe afvoersloot die dwars door het hoogveen liep gedempt kon worden. Daarbij is ook getracht om door middel van het aanbrengen van een folie (onder)in het slootprofiel het versterkt weglekken van veenwater naar de zandondergrond tegen te gaan.

Begin jaren negentig is in het grootste deel van het hoogveenrestant in het Aamsveen middels de aanleg van dwarswallen tussen de oude veenwallen / veenruggen, verdere ophoging van het Middenpad en aanleg van enkele gronddammen in het noordelijke deel een compartimentering tot stand gebracht. Bovendien is in 2000 het grenspad langs Aamsveen Noord opgehoogd. In het zuidelijke deel is (met uitzondering van de meest zuidelijke, niet gecompartmenteerde strook) een intensieve compartimentering tot stand gebracht en in het noordelijke deel een extensieve compartimentering. Na realisatie van de compartimentering vond in de laagst gelegen (en dus sterkst verveende) delen van het intensief gecompartmenteerde deel in de aldus gecreëerde veenbekkens secundaire hoogveenvorming plaats.

In het Duitse deel van het hoogveenrestant zijn op twee plekken opstuwingsconstructies (stuw en een dubbele duiker met bochtstukken) aangebracht om oppervlakkige afvoer via de diep verveende stroken (zowel de strook van noord naar zuid als de strook van west naar oost benedenstrooms hiervan) tegen te gaan. Sindsdien zijn in deze stroken grote waterplassen ontstaan. Verder zijn langs de buitenrand van het Duitse deel van het

hoogveenrestant, op enkele plekken waar in natte winterperioden oppervlakkige afvoer over het hier aanwezige pad plaatsvond, duikers met bochtstukken aangebracht. Dit heeft niet geresulteerd in een peilverhoging, aangezien er geen ophoging van de paden heeft plaatsgevonden.

Aan de Duitse zijde zijn brede zones van het ontgonnen gebied langs de zuidelijke en oostelijke buitengrenzen van de hoogveenrestanten en de gehele ontgonnen zone tussen het Amtsvonn en het Hündfelder Moor omgevormd tot natuurgebied en hier zijn de meeste sloten en greppels gedempt. Dus op deze wijze zijn ook hier hydrologische bufferzones tot stand gekomen. In het zuidelijke deel van de bufferzone ten oosten van het Hündfelder Moor wordt een laagte gevoed met het afvoerwater van het hoogveenrestant, waardoor deze laagte nu gedurende het winterhalfjaar geheel gevuld is met water en gedurende het zomerhalfjaar vertraagd droogvalt. Op deze wijze is hier een extra goed functioneerende hydrologische buffer voor het hoogveenrestant tot stand gebracht.

De omvorming van de landbouwgronden tot natuurgebied aan de noordwestzijde maakte ook de weg vrij voor herinrichting van de Glanerbeek: in 2006 zijn hierin drempels aangebracht, in het noordelijke deel is parallel aan de diepe loop ten westen van de Glanerbeekweg een ondiepe loop aan de oostzijde van de weg aangelegd en in 2011 is het Duitse bovenloopgebied weer aangekoppeld. In combinatie hiermee is direct bovenstrooms van de plek waar de beek het Natura 2000-gebied (en Nederland) binnenstroomt een retentiebekken aangelegd. Met dit bekken wordt een meer gedoseerde voeding van de Glanerbeek tot stand gebracht: afvoerpieken worden afgevlakt en in droge perioden blijft de beek langer watervoerend.

De afkoppeling van het bovenloopgebied maakte de weg vrij om het weglekken van water via de kieren in de grensduiker tegen te gaan. Dit is geprobeerd door middel van het op sommige plekken blokkeren van de duiker middels het dichtstorten van de onderhoudsschachten met beton.

De aanleg van het retentiebekken leidde in combinatie met de demping van de afvoersloot / aanpak van de lange duiker op de rijksgrens tot sterke vernatting van de westelijke rand van het Hündfelder Moor, het hierop aansluitende (west-oost georiënteerde) gedeelte van de grensslenk en hierdoor is ook het direct aangrenzende Nederlandse deel natter geworden, vooral ter plaatse van de lagg. De plotseling en sterke peilverhoging resulteerde in de laagste delen tot de vorming van waterplassen. Ook is door deze maatregelen de afvoer via de waterplassen in de dieper verveende stroken van het Hündfelder Moor in zuidelijke en vervolgens oostelijke richting sterk toegenomen.

6.5 Knelpunten in het huidig ecohydrologisch functioneren van het hoogveen

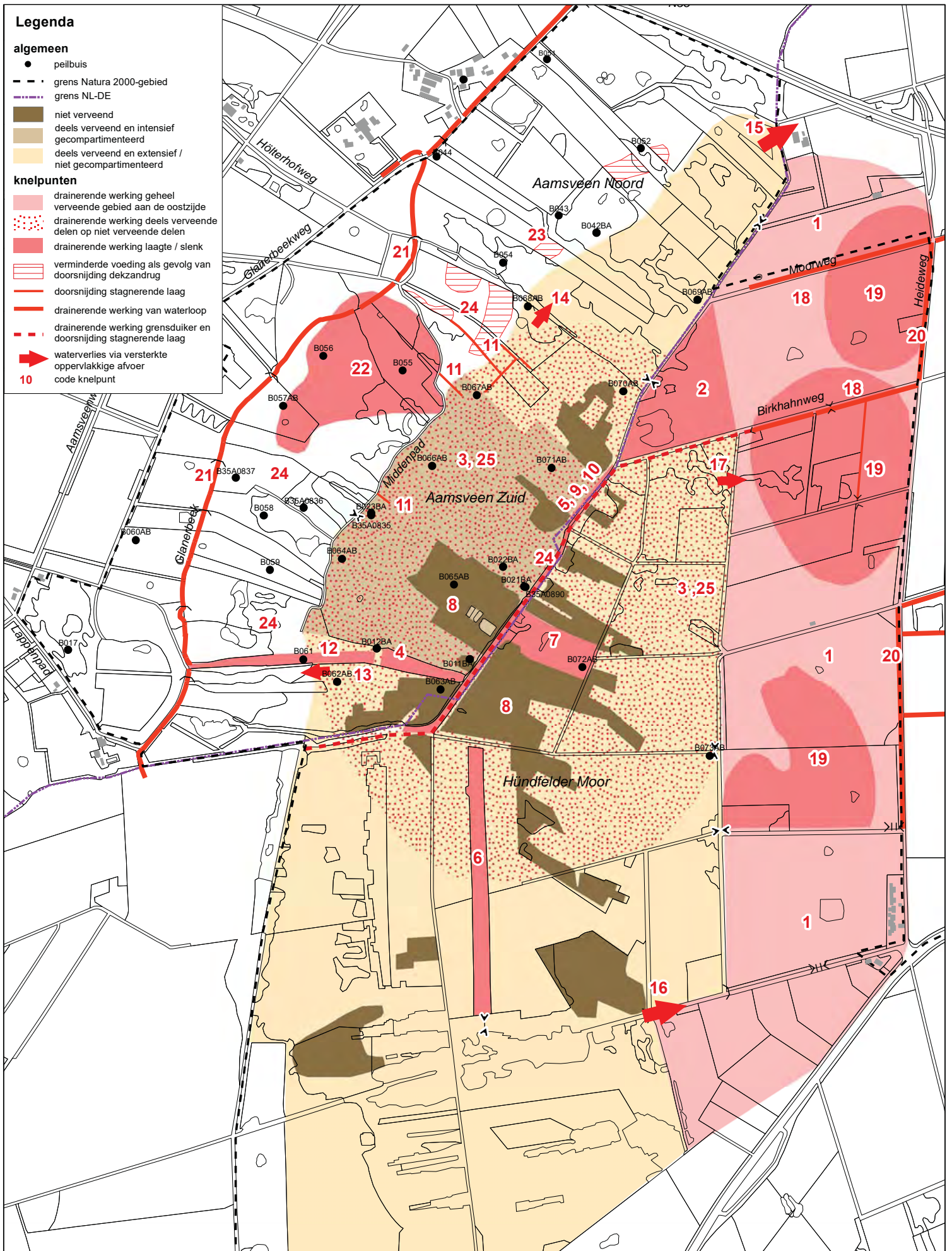
In de huidige situatie zijn met betrekking tot het ecohydrologisch functioneren de volgende knelpunten geconstateerd (zie figuur 6.1):

1. De zones waar het veen volledig is afgegraven hebben een drainerende werking op het hoogveenrestant. Vooral de grootschalige afgraving in het Duitse deel aan de oostzijde heeft een sterk negatief effect, omdat hier de afgraving tot ver in de richting van de kern van het oorspronkelijke hoogveengebied doorloopt en hier zodoende ook een dikke laag veen (van 2 à 3 meter) is verwijderd.
2. Daarbij heeft met name de laag gelegen wig die ter plaatse van de voormalige cultuurgrond ten noorden van de Birkhahnweg in het grensoverschrijdende hoogveenrestant doordringt een sterk negatief effect. De laag gelegen wig leidt niet alleen tot een versterkte laterale afvoer vanuit het veenpakket (zie figuur 5.4b, dwarsprofiel Ho5-Ho5') maar ook tot een versterkte afvoer van het grondwater in de

- zandondergrond van het hoogveen (zie figuur 5.3). De drainerende werking van de wig is daarmee over het geheel gezien één van de grootste knelpunten.
3. Bovendien hebben de relatief diep verveende delen binnen het hoogveenrestant een drainerende werking op de minder diep en niet verveende delen. Ook dit is een groot knelpunt. Dit geldt zowel voor de diep verveende delen in het westen en noorden (in Nederland) als de diepe verveende delen in het oosten en zuiden (Duitsland). De compartimentering van het Aamsveen (met dwarswallen van doorlatend witveen) heeft deze drainerende werking hooguit in lichte mate en vooral in de laagste delen geremd. De diep verveende stroken die tot in de kern doordringen en deze zelfs doorsnijden hebben de sterkste negatieve invloed. Het gaat hierbij om:
 4. De drainerende werking van de slenk van compartimenten C1 en C2: dit is een groot knelpunt.
 5. De drainerende werking van de grensslenk. Omdat deze slenk dwars door de kern van het hoogveenrestant heen snijdt is dit een zeer groot knelpunt.
 6. De drainerende werking van de noord-zuid slenk van het Hündfelder Moor. Gezien de zeer sterke oppervlakkige afvoer die via deze slenk optreedt is ook dit een zeer groot knelpunt.
 7. De slenk in het Hündfelder Moor met peilbuis B72. Omdat ook deze slenk tot in de kern van het hoogveenrestant doordringt is ook dit knelpunt zeer groot

Met de daling van de veenwatergrondwaterstand als gevolg van de afgraving van een goot deel van het oorspronkelijke hoogveen is vanwege de reductie van de infiltratie vanuit het veenpakket naar de zandondergrond óók de grondwaterstand in de zandondergrond gedaald (= onderdeel van knelpunten 1 t/m 7).

8. Door de sterke verdroging, de voormalige boekweitbrandcultuur en de aanwezigheid van diepe greppels is in de hoog gelegen, niet verveende delen het bovenste deel van het veenpakket sterk gehumificeerd. Vanwege de centrale positie van veel van de hoog gelegen delen en de grote dikte van het witveenpakket zijn juist hier de potenties voor herstel van de hoogveenontwikkeling hoog. Dus dit is een groot knelpunt.
9. Ter plaatse van het uiteinde van de lange duiker (op de rijksgrens) stroomt ook in de huidige situatie in de winter en het voorjaar nog altijd veel water weg, wat erop wijst dat de afdichting niet goed is gelukt. Er lekt via deze weg dus nog steeds water weg uit het hoogveenrestant. Omdat de duiker dwars door de kern van grensoverschrijdende hoogveenrestant heen ligt, is het negatieve effect ervan op het hoogveen extra groot. Dus ook dit is een zeer groot knelpunt.
10. Ook verliest het veenpakket waarschijnlijk nog in versterkte mate water naar de zandondergrond vanwege de doorsnijding van de gyttja ter plaatse van de grensduiker / voormalige afvoersloot, omdat niet verwacht mag worden dat met het folie een effectieve afdichting is aangebracht. Omdat ook deze doorsnijding dwars door de kern van grensoverschrijdende hoogveenrestant heen ligt, is het negatieve effect ervan op het hoogveen extra groot. Dus ook dit is een zeer groot knelpunt.
11. In sommige compartimenten treedt een versterkt waterverlies vanuit het veenpakket naar de zandondergrond plaats vanwege doorsnijding van de stagnerende laag (gyttja of gliede) aan de basis van het veenpakket door greppelrestanten. Dit is een lokaal knelpunt langs de west- en met name de noordwestrand van het hoogveen. Er is daarbij op lokaal niveau wel sprake van een sterk waterverlies en dus een groot knelpunt.
12. In het zuiden van Aamsveen-Zuid is een zone aanwezig waar vanwege het nagenoeg afwezig zijn van een stagnerende laag slechts een beperkte systeemweerstand aanwezig is. Dit is waarschijnlijk het gevolg van het diep doordringen van een ontginningsstrook in het hoogveenrestant, waardoor hier (vooral voordat de eerste vernattingsmaatregelen zijn getroffen) sprake was van een relatief sterke verdroging, met mineralisatie van de gliede als gevolg, waardoor de kwaliteit / dikte hiervan is afgenomen. Dit ook dit is op lokaal niveau een groot knelpunt.
13. Het niet gecompartmenteerde, meest zuidelijke deel van Aamsveen Zuid verliest (behalve middels laterale afvoer via het veenpakket en middels wegzijging naar de zandondergrond) in natte winterperioden ook in lichte mate water door oppervlakkige afvoer. Ook dit is een groot knelpunt.



Figuur 6.1 Waterhuishoudkundige knelpunten

0 100 200
Meters

14. Compartiment C38 verliest via oppervlakkige afvoer in winterperioden (via de duiker onder het wandelpad) behoorlijk veel water naar compartimenten C39 en C40 en waarschijnlijk treedt ook verlies op middels diffuse oppervlakkige afstroming in noordwestelijke richting. Ook dit is een groot knelpunt.
15. Het laag gelegen noordelijke deel van het Aamsveen (compartimenten C39 en C40) verliest via oppervlakkige afvoer in winterperioden veel water middels oppervlakkige afvoer naar het externe stelsel. Dit water wordt nu via een klein slootje langs de bebouwing aan de noordoostzijde (Oude Bos) ongebruikt afgevoerd naar het externe stelsel in Duitsland. Ook dit is een groot knelpunt.
16. Het zuidelijke deel van het Hündfelder Moor verliest via de noord-zuidslenk en de west-oost georiënteerde waterplas benedenstrooms hiervan zeer veel water naar het externe stelsel. Deze afvoer vindt niet alleen in de winter maar ook in het voorjaar plaats. Dit is dus een zeer groot knelpunt.
17. Ook het laag gelegen oostelijke deel van het Hündfelder Moor verliest in natte winterperioden water via oppervlakkige afvoer naar de omgeving. Deze afvoer verloopt via de duikers met bochtstuk en elders ook over de paden heen. De paden zijn dus te laag voor een goede conservering van dit water. Dit is een groot knelpunt.
18. Aan de noordoostzijde (dus in Duitsland) zijn in de directe omgeving van het grensoverschrijdende hoogveenrestant nog enkele drainerende sloten aanwezig. Het gaat hierbij met name om de sloot langs de Moorweg, de sloot langs de Birkhahnweg en de zijslot van de sloot langs de Birkhahnweg. De sloot langs de Birkhahnweg heeft de sterkst negatieve invloed: deze sloot dringt namelijk het verst door in de richting van het grensoverschrijdende hoogveengebied en leidt zodoende tot een sterke afvoer van grondwater vanuit de zandondergrond van het hoogveen. De drainerende werking van de sloot langs de Moorweg vormt vooral een knelpunt voor Aamsveen Noord.
19. Via de sloten langs de Birkhahnweg en de Moorweg worden ook de hier aanwezige laagten ontwaterd. Ook deze ontwaterde laagten hebben een drainerende werking op het hoogveen.
20. Ook het diepe slotenstelsel langs en ten oosten van de Heideweg heeft een drainerende werking op het grondwater. Mogelijk reikt de negatieve invloed hiervan door tot in (de zandondergrond van) het hoogveenrestant. Dankzij de gunstige geohydrologische gesteldheid van het gebied is dit knelpunt in relatie tot de eerder genoemde knelpunten naar verwachting klein. Vanwege de ondiepe ligging van de praktisch ondoorlatende basis is het doorlaatvermogen van het hier zeer dunne watervoerend pakket (van 3 à 5 meter) namelijk beperkt, waardoor ook de invloedafstand van de aantasting gering is.
21. De Glanerbeek heeft vooral een drainerende werking op de lagg. Dit knelpunt wordt met behulp van het grondwatermodel nader inzichtelijk gemaakt.
22. Vanwege het grotendeels verdwijnen van het dunne veendek in de lagg heeft de lagg (en met name het noordelijke deel van de centrale slenk in de lagg) wel een versterkte drainerende werking op het hoogveenrestant.
23. In Aamsveen Noord ligt een omvangrijke langgerekte dekzandrug met ten zuidwesten hiervan nog enkele kleine dekzandruggen. Deze dekzandruggen worden doorsneden door voormalige ontginningsstroken: ter plaatse van de ontginningsstroken zijn de dekzandruggen door afgraving voor aanzienlijke delen verdwenen. Door de afgravingen wordt de opbolling van de grondwaterspiegel in de dekzandrug in de huidige situatie belemmerd, waardoor de voedingsfunctie ervan is aangetast. Dit leidt in de eerste plaats tot een verminderde voeding van de zandlaag onder het hoogveen van Aamsveen Noord. Deze voeding is mede bepalend voor de mate waarin de veengrondwaterstand hier in de loop van het voorjaar en de zomer wegzakt. De langgerekte dekzandrug heeft samen met de kleine dekzandruggen ook een voedende functie voor het noordelijke schraalland (habitattype H6410 Blauwgrasland). Dus de afname van de voeding vanuit de dekzandruggen leidt ook tot een reductie van de voeding van het schraalland met baserijk grondwater. Dus ook de afgraving van de dekzandruggen ter plaatse van de voormalige ontginningsstroken vormt een groot knelpunt.

24. Bossen (in het Aamsveen vooral berkenbossen) verdampen veel meer dan veenmosbegroeiingen. Daardoor dalen de grondwaterstanden nog verder dan ze al doen als gevolg van afgraving en ontwatering, Bovendien brengen de berkenbomen veel fosfaatrijk blad in het voedselarme milieu waardoor vermessing optreedt (Limpens, 2012). Dus ook de aanwezigheid van bos(opslag) vormt een groot knelpunt. In Aamsveen Zuid wordt door Landschap Overijssel de bosopslag daarom regelmatig verwijderd. In Aamsveen Noord en op / nabij de rijksgrens gebeurt dit niet, waardoor hier inmiddels veel bos tot ontwikkeling is gekomen. Dit is ook het geval in de lagg. De sterke bosontwikkeling in de lagg vormt niet alleen een belangrijk knelpunt voor de lagg zelf (zie paragraaf 6.7: ecohydrologisch functioneren en knelpunten lagg), maar ook voor het hoogveen, omdat de lagg vanwege de extra ver wegzakkende grondwaterstanden een drainerende werking heeft op het hoogveen.
25. Ook uniforme Pijpenstrootje-begroeiingen verdampen veel meer dan veenmosbegroeiingen. Dus ook hierdoor zakken de grondwaterstanden in de zomer extra ver weg. Dus ook dit is een groot knelpunt.

6.6 Actuele ecohydrologische toestand van het hoogveen

De optelsom van al deze aantastingen en de effecten van de reeds uitgevoerde herstelmaatregelen heeft geresulteerd in de volgende ecohydrologische toestand van het Nederlandse deel van het hoogveenrestant van Aamsveen Zuid:

- Niet verveende, hoog gelegen, zeer sterk verdroogde delen in de kern van het hoogveenrestant met een vegetatie van vrijwel uitsluitend Adelaarsvaren.
- Hieraan grenst een lager gelegen zone waar het veen in beperkte mate is afgegraven en die ondanks de compartimentering nog steeds te droog is voor hoogveenvegetaties. Het gaat hierbij niet alleen om een te lage veengrondwaterstand in de zomer maar ook in de winter, dus over de gehele linie. Deze zone is hoofdzakelijk begroeid met een soortenarme Pijpenstrootje-vegetaties, in de droogste delen zonder veenmossen (11-1) en in de wat minder droge delen met veenmossen (11-2 en 11-3).
- Hierop volgt een nog lager gelegen zone, met dieper afgegraven veen, waar sinds de compartimentering in de aldus gecreëerde veenbekkens met name zwak ontwikkelde hoogveenslenk-gemeenschappen van Eenarig wollegras (10-6) tot ontwikkeling zijn gekomen. In deze zone is de veengrondwaterstand in het winterhalfjaar wel hoog genoeg, maar zakt het niveau in de zomer te ver (in de restveenlaag) weg.
- Hierop volgt de laagst gelegen en vaak ook diepst verveende zone langs de westelijke buitenrand en in het noordelijke deel van Aamsveen Zuid. Hier vindt sinds de compartimentering in de veenbekkens op aanzienlijke schaal secundaire veenvorming plaats, met op grote schaal drijftilvorming. De drijftilvorming maakt deze veenbekkens ook veel minder gevoelig voor fluctuaties in de veen(grond)waterstand: de drijftillen bewegen immers mee met de fluctuerende waterstanden. Bovendien wordt door de gunstige bergingseigenschappen van de veenbekkens de waterstandsfluctuatie beperkt ten opzichte van delen met een ondiep gelegen restveenbodem. In samenhang met deze redelijk gunstige omstandigheden zijn in deze veenbekkens op aanzienlijke schaal goed ontwikkelde hoogveenslenk-gemeenschappen (10A2-1) en soms ook bultenvormende gemeenschappen van hoogvenen (11B1-1 en 11B-1) of natte heiden (11A2-4) tot ontwikkeling gekomen. Deze ontwikkeling lijkt het best te verlopen in de wat minder diepe veenbekkens. In het diepere westelijke deel van compartiment C37 zijn de drijftillen nog erg slap, waardoor zich hier ondanks de goede hydrologische condities (nog) geen kritische (bultenvormende) veenmossen hebben gevestigd. In beide gevallen is er vanwege de voorspoedige veenmosontwikkeling een gunstig perspectief voor herstel van acrotelmcondities.

De hoopgevende ontwikkelingen in de laagst gelegen veenbekkens / compartimenten zijn mede te danken aan de gunstige hydrochemische condities, vanwege de hoge concentraties kooldioxide in het poriewater, wat op zijn beurt weer samenhangt met de aanwezigheid van het witveenpakket. Elders in het hoogveenrestant is dit kooldioxiderijke poriewater ook aanwezig, maar komt dit vanwege de te droge omstandigheden niet (goed) tot uiting in de hoogveenontwikkeling.

In Aamsveen-Noord zijn vanwege de sterkere aantasting van het hydrologische systeem in de huidige situatie geen goed ontwikkelde hoogveenvegetaties aanwezig. Onder invloed van de vernatting die met de extensieve compartimentering is gerealiseerd vindt echter in de ondergroei van het hier op grote schaal aanwezige Wilgenstruweel in sommige laag gelegen delen inmiddels wel weer enige veenmosontwikkeling plaats.

6.7 Ecohydrologisch functioneren en knelpunten lagg

De lagg van het Aamsveen wordt zowel vanuit het westen (flank van de stuwwal) als het oosten (hoogveen) via de watervoerende zandlaag gevoed met grondwater. Het is vooral druk van het veen dat zorgt voor een voldoende hoge stijghoogte in de lagg. Vanwege aanrijking vanuit de basenrijke keileem- / kleiondergrond (waarmee enige uitwisseling optreedt) is het grondwater in de zandlaag gebufferd. Dankzij de aanzienlijke dikte van de watervoerende zandlaag en de permanent voortdurende voeding vanuit het veenpakket is de voeding vanuit het oosten het sterkst. Onder invloed van de vernauwing van de dikte van de watervoerende zandlaag in de stromingsrichting van het grondwater dringt het gebufferde grondwater dat vanuit het oosten (dus de ondergrond van het hoogveen) toestroomt ondiep in de bodem van de lagg door.

Met name vanwege drie oorzaken kan het gebufferde grondwater in de huidige situatie echter niet goed tot in de wortelzone van de vegetatie in de lagg doordringen, waardoor verzuring van de lagg is opgetreden:

- Onnatuurlijke stagnatie in de oppervlakkige afvoer van neerslagwater via natuurlijke slenken, door de aanwezigheid van wallen die de oppervlakkige afvoer belemmeren. Hierdoor is het areaal aan zure neerslaglenzen in de slenken en hun randen sterk vergroot. Deze blokkades zijn gaan doorwerken nadat sloten in de lagg zijn afgedamd of gedempt, waarmee de kunstmatige afvoerwegen voor neerslagwater zijn verdwenen. De verminderde ontwatering door de sloten heeft echter wel gezorgd voor een beperking van de drainage van het basenrijke grondwater.
- Versterkte drainage en afvoer van het gebufferd grondwater door de Glanerbeek. Hierdoor wordt de gehele toevoer van gebufferd grondwater vanaf de flank van de stuwwal afgevangen en de beek heeft ook een drainerende werking op het gebufferde grondwater dat de lagg in het overgangsgebied van het hoogveen naar de beek moet voeden.
- Onvoldoende druk vanuit het hoogveen doordat dat over grote oppervlakten is verdwenen, ingeklonken en afgetakeld.

Andere belangrijke knelpunten die een goede ontwikkeling van de lagg belemmeren zijn:

- De hoge fosfaatrijkdom van de toplaag van de bodem ter plaatse van de voormalige landbouwgebieden in de lagg. Ten oosten van de Glanerbeek betreft het hierbij vaak een zanddek dat door de mens op de moerige bodem is aangebracht om de draagkracht van de bodem te verbeteren.
- Struweel- en bosontwikkeling. Dit probleem speelt vooral in het overgangsgebied tussen het hoogveen en de Glanerbeek. Kansrijke zones voor herstel van heischraal grasland zijn overgroeid geraakt met bos en struweel. Bos en struweel zorgen bovendien voor extra invang van verzurende depositie vanuit de lucht, en

voor een verder wegzakkende grondwaterstand in de zomer vanwege het hoge verdampingsverlies ten opzichte van heide of schraalland.

6.8 Uitgangspunten voor een herstelstrategie

In Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Aamsveen (Provincie Overijssel, 2015) is vastgelegd wat de doelstellingen zijn voor het Natura 2000-gebied Aamsveen (zie tabel 6.1). Voor het hoogveen gaat het om het habitattype Herstellend hoogveen (H7120) waarvan de kwaliteit moet verbeteren. Het areaal moet ten minste gelijk blijven, maar mag verminderen ten gunste van herstel van Actief hoogveen (op landschapsschaal; H7110_A), dat inmiddels over een heel kleine oppervlakte tot ontwikkeling is gekomen. In de lagg liggen doelstellingen voor vochtige heiden (H4010_A), heischrale graslanden (H6230), blauwgraslanden (H6410) en alluviale bossen (H91E0C). De laatste drie typen zijn afhankelijk van basenrijke omstandigheden die hier alleen door kwel van baserijk grondwater kunnen ontstaan en gehandhaafd blijven. Dat kan alleen via herstel van de waterhuishouding. Daarom is de centrale opgave in het Aamsveen herstel van de waterhuishouding.

Overzicht van Natura 2000-instandhoudingsdoelstellingen (Gebiedsanalyse versie 27/10/2016 tabel 3.1 + 3.5 + 7.1)		Doel		Huidige areaal (ha)	Huidige kwaliteit	Trend areaal	Trend kwaliteit	Verwachte ontwikkeling einde 1e PAS-periode	Verwachte ontwikkeling 2030 t.o.v. einde 1e PAS periode
		Oppervlakte	Kwaliteit						
Habitattypen									
H3130	Zwakgebufferde vennen	=	=	0,11	G	=	?	=	=
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	=	=	0,26	Mg	?	+	=	=
H4030	Droge heiden	=	=	0,25	M	=	=	=	=
H6230	*Heischrale graslanden	=	=	0,21	Mg	=	-	=	=
H6410	Blauwgraslanden	=	=	0,42	M	-	-	=	=
H7110A	Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)	>	>	0,09	G	+	+	+	+
H7120	Herstellende hoogvenen	= (<)	>	44,5	Mg	=	=/+	=	+
H7150	Pioniervegetaties met snavelbiezen	=	=	0,33	?	?	?	=	=
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	=	=	0,85	?	?	?	=	=
H91E0C	*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	>	>	2,01	Mg	?	?	=	+
Habitatsorten									
H1166	Kamsalamander	=	=						
Legenda									
<u>Doel</u>									
= Behoudsdoelstelling;									
> Uitbreiding- of verbeterdoelstelling;									
=<) Aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering;									
* Prioritair habitattypen.									
<u>Huidig areaal en kwaliteit</u>									
G Goede kwaliteit									
M Matige kwaliteit									
Gm Overwegend goede kwaliteit, lokaal matig ontwikkeld									
Mg Overwegend matige kwaliteit, lokaal goed ontwikkeld									
? Informatie ontbreekt									
<u>Trend</u>									
+ Positieve trend									
- Negatieve trend									
= Stabiele trend									
? Trend onbekend									

Tabel 6.1 Overzicht van Natura2000-instandhoudingsdoelen

Een hoogveen kent een groot aantal zelfregulatiemechanismen om zichzelf in een goede toestand te houden (Joosten & Couwenber, in prep.) Deze mechanismen zijn in de Nederlandse hoogveenrestanten, verdwenen door de ingrijpende ontwatering, veenoxidatie en afgraving. Bij hoogveenregeneratie moet het hoogveensysteem zich in regulatorisch opzicht “vanuit het niets” opnieuw opbouwen. Daarom moeten juist in de nieuwe beginperiode ideale randvoorwaarden geschapen worden om te komen tot een hoge en stabiele waterstand met als doel het veen zijn “kindertijd” ongeschonden door te laten komen en het de tijd te gunnen nieuwe zelfregulatie-mechanismen op te bouwen die op termijn het nieuw ontstane levend hoogveen weer minder kwetsbaar maken voor wisselingen van weer en klimaat. Het belangrijkste hydrologische regulatiemechanisme – de belangrijkste “transformator” van wissel- naar gelijkstroom – van een levend hoogveen is de “acrotelm”, zonder welk op de lange termijn geen behoud en herstel van hoogveen mogelijk is (Jansen et al., 2012; Van Duinen et al. 2017). Om de acrotelm-ontwikkeling de juiste basis te geven en daarmee hoogveenregeneratie mogelijk te maken, moet de waterstand in het veen op een hoog niveau gestabiliseerd worden. Naast het verminderen van de wegzijging is het vergroten van de bergingscapaciteit in de hoogveenreservaten daarbij cruciaal. Het vergroten van de bergingscapaciteit is in een gedegenereerd hoogveen eigenlijk alleen mogelijk door de waterstanden op te stuwen tot een niveau boven het maaiveld. Daarbij moet echter bedacht worden, dat het verhogen van de waterstand in een reservaat ter verhoging van de bergingscapaciteit leidt tot een vergroting van de wegzijging, en niet tot de noodzakelijke verkleining, zodat er - zonder verdere maatregelen - een conflict optreedt tussen de beide vereisten. Tegelijk met het verhogen van de waterstand dient dus de wegzijging uit het veengebied verminderd te worden. Dit kan enkel gebeuren door (Joosten & Couwenberg, in prep.):

- het opsporen en dichten (of isoleren) van de antropogene lekken naar de ondergrond in het veengebied (vergroting van de weerstand);
- het verhogen van de stijghoogte onder het veen door de waterstand in de (wijde) omgeving van het veen te verhogen (verkleining van de drukverschillen).

Zonder kennis van de samenstelling van het (onderste) veen en de slecht doorlatende basis en hun ouderdom had de aard noch de volgordelijkheid van de (moeras- en hoogveen)veenvorming in tijd en ruimte kunnen worden bepaald. Deze kennis bepaalt bij de geldende Natura 2000-doelstelling de uitgangspunten van de herstelstrategie van het hoogveen:

1. Herstel van hoogveenvorming en een samenhangend hoogveenlandschap kan alleen door herstel van een voldoende hoge grondwaterstijghoogte;
2. Dankzij het hydrologisch onderzoek, wat werd bevestigd door het paleobotanisch onderzoek, weten we dat een voldoende hoge grondwaterdruk (stijghoogte) gegeven de specifieke geohydrologische omstandigheden vooral wordt bepaald door de combinatie van voldoende dik hoogveenpakket aan de bovenstroomse (= Duitse) zijde en een voldoende hoge stijghoogte in de lagg (gebied van de Glanerbeek);
3. De herstelstrategie voor het Aamsveen moet in principe dan ook gericht zijn op:
 - a. het verhogen van de hoogveenwaterstanden in het hoogveendeel door conservering van regenwater dat in kleine stapjes en heel langzaam tot oppervlakkige afvoer kan komen;
 - b. Het verhogen van de standen en de stijghoogten van het freatische grondwater in de lagg door herstel van de voeding vanuit het hoogveen (via a), het verwijderen van de interne drainagemiddelen, het terugbrengen van een natuurlijke oppervlakkige afvoer en door de drainerende werking van de Glanerbeek te stoppen;
 - c. Door de maatregelen onder b en c zal het potentiaalverschil tussen hoogveen en lagg verminderen en daardoor de mate van wegzijging vanuit het hoogveen over aanzienlijke oppervlakten verminderen en de lagg weer gaan functioneren als kwelgebied.
4. De ontwikkeling van een herstellend hoogveenlandschap met een centrum, flanken, rand én lagg is dynamisch in ruimte en tijd. De lagg is steeds verder in westelijke richting verschoven. De verschuiving van de lagg in oostelijke richting,

naar de vroegere hoogveenrand van het hoogveen, is een gevolg van het afgraven van het hoogveen geweest. Dat die lagg onder invloed van hoogveenherstelmaatregelen aan het verzuren is, is daarom een natuurlijk proces, dat bij het herstel benut kan worden.

5. De dynamische ontwikkeling van het hoogveensysteem sluit moeizaam aan op het conserverende Natura 2000-beleid, waarbij habitattypen in de ruimte en tijd worden vastgelegd. De ontwikkeling van een herstellend hoogveenlandschap vraagt om een benadering gericht op procesmatige herstel van de sturende landschapsecologische processen, waarbij wordt geaccepteerd dat bepaalde te beschermen soorten en levensgemeenschappen zullen afnemen of zelfs verdwijnen dan wel fasegewijs elders in het reservaat een plek kunnen vinden.
6. Wezenlijke kwaliteitsverbetering van het hoogveen in het Nederlandse Aamsveen is onmogelijk zonder herstelmaatregelen op Duits grondgebied. Indien alleen maatregelen op Nederlands grondgebied (kunnen) worden genomen zal de kwaliteit van het Herstellende hoogveen over grote oppervlakten verder achteruitgaan door voortgaande veenafbraak, in het bijzonder in de rand en in de delen met nu nog de dikste (wit)veenpakketten. Het zijn juist de resterende witveenpakketten rond de Duits-Nederlandse grens die een uiterst gunstige uitgangspositie bieden voor hoogveenherstel. Uitbreiding van Actief hoogveen ten gunste van Herstellend hoogveen zal nauwelijks plaatsvinden en van herstel van een samenhangend hoogveen-landschap, naast het Korenburgerveen en het Haaksbergerveen is het Aamsveen het enige veen in Nederland dat hiervoor mogelijkheden biedt, zal al helemaal geen sprake zijn.

De potentie voor hoogveenvorming zijn het grootst in Aamsveen Zuid en meer specifiek daar waar jong veenmosveen ligt (Aamsveen Zuid, de hoog gelegen, niet afgegraven delen), de delen waar de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond het hoogst is en in die delen van de compartimenten waar veenmoskraggen zijn ontstaan. In Aamsveen Noord zijn de potenties op de korte termijn minder groot. Pas als in Aamsveen Zuid de waterstanden en stijghoogten in de zandondergrond aanzienlijk gestegen zijn, ontstaat voldoende grondwaterstijghoogte voor nieuwe veenontwikkeling in Aamsveen Noord.

De ontwikkelingen na het nemen van de eerste hydrologische herstelmaatregelen (aanleg van compartimenten) in het begin van de jaren 1990 laten zien dat een aanzienlijke kwaliteitsverbetering van het habitatype Herstellend hoogveen mogelijk is. Er is zelfs op een kleine oppervlakte Actief hoogveen ontstaan. Inmiddels heeft het zeldzame, voor herstel van acrotelmcondities noodzakelijke Hoogveenveenmos zich spontaan op twee plekken gevestigd. Uit dit onderzoek komt naar voren dat er veel mogelijkheden zijn om de toestand van het Herstellend hoogveen aanzienlijk te verbeteren. Met het volgen en het stapsgewijs uitwerken en realiseren van de bovenbeschreven herstelstrategie kan op de langere termijn zelfs een levend hoogveenlandschap worden hersteld. Daarvoor lijkt voldoende water aanwezig. Die aanname is niet alleen gebaseerd op de gesignaleerde ontwikkelingen in andere Nederlandse hoogveenrestanten, maar ook op de gunstige geohydrologische omstandigheden van het Aamsveen-Hündfelder Moor (dun watervoerend pakket, ligging in een bekken met geringe laterale en verticale afvoer, waterstanden in het hoogveen - en in heel veel mindere mate die in de omgeving - bepalen stijghoogte in de zandondergrond en daarmee de herstel mogelijkheden van de lagg). Herstel van een functionele lagg met daarin thuishorende habitattypen (heischrale graslanden, alluviale bossen, overgangs- en trilvenen, blauwgraslanden en alkalische laagvenen) vraagt naast hoogveenherstel over voldoende schaal om het stoppen van de drainerende werking van de Glanerbeek. Aangezien de drainagebasis in de lagg en de stijghoogte van het grondwater in het zandpakket onder het veen een wisselwerking hebben, dienen beide te worden verhoogd om voor voldoende grondwaterinvloed (langdurig en op een hoog niveau) in de lagg te zorgen. Daarvoor bestaan goede mogelijkheden.

6.9 Herstelmogelijkheden hoogveen

Aangezien de aantasting van het hydrologische systeem voor een belangrijk deel samenhangt met de afgraving van het veen, is (althans op een realistische termijn) een volledig systeemherstel uiteraard niet mogelijk. Wel kan met een totaalpakket aan maatregelen het hydrologische systeem zodanig hersteld worden dat in het grensoverschrijdende hoogveenrestant naar verwachting op ruime schaal verbetering / herstel van de hoogveenontwikkeling wordt gerealiseerd. In de onderstaande opsomming wordt in hoofdlijnen beschreven met welke maatregelen dit mogelijk is. Bij de uitwerking van het herstelplan (Bell Hullenaar 2018, in preparatie) worden deze maatregelen nader uitgewerkt.

In Nederland betreft het hierbij de volgende maatregelen:

- Het sterk vertragen van de laterale afvoer via het veenpakket middels het aanbrengen van slecht doorlatende dammen. Het te gebruiken materiaal voor de dammen (sterk gehumificeerd veen of leem, al dan niet aangevuld met zand) zal in het kader van de planuitwerking worden bepaald. Om een goede constructie te maken wordt bij het aanbrengen van de dammen eerst tot nabij de gyttja een sleuf gegraven in het licht tot matig gehumificeerde (en dus waterdoorlatende) witveenpakket, en wordt in deze sleuf het slecht doorlatende materiaal aangebracht, zodat niet alleen het gedeelte dat boven het maaiveld uitsteekt, maar ook het ondergrondse deel van de dam slecht doorlatend wordt. Deze maatregel kan in algemene zin worden toegepast om de laterale afvoer vanuit de niet verveende delen in het centrum naar de licht verveende en vervolgens sterk verveende delen hieromheen te vertragen (= aanpak knelpunt 3), waarbij dus vanaf de kern tot aan de rand een getrapt systeem tot stand wordt gebracht. Bovendien kan de maatregel op lokale schaal worden toegepast voor aanpak van de drainerende werking van de slenk van compartimenten C1 en C2 (= aanpak knelpunt 4).
- Op deze wijze kan ook een compartimentering plaatsvinden van het (nu nog niet gecompartmenteerde) zuidelijke deel van Aamsveen-Zuid (= aanpak knelpunten 3 en 13). Complicerende factor in dit gebied is de aanwezigheid van een zone met slecht ontwikkelde stagnerende laag, vanwege het ver binnen het hoogveen doordringen van de ontginningsstrook ten noorden van B62 en Tpb31 (= knelpunt 12), waardoor de mogelijkheid bestaat dat hier met de compartimentering weinig verbetering in de hydrologische condities kan worden gerealiseerd.
- Het afgraven van de door oxidatie sterk gehumificeerde bovengrond van de hoog gelegen delen van het hoogveenrestant (= aanpak knelpunt 8). Het vrijkomende veen kan wellicht gebruikt worden voor aanleg van de slecht doorlatende dammen elders. Door het afgraven van de bovengrond daalt het maaiveld en komt licht tot matig gehumificeerd witveen aan de oppervlakte te liggen. In combinatie met de aanleg van de dammen ontstaat op deze wijze ook in de hoog gelegen delen naar verwachting een goed perspectief voor hoogveenontwikkeling. Bovendien worden met het afgraven van de bovengrond en de aanleg van dammen in de lager gelegen delen de onderlinge hoogteverschillen tussen de niet- en wel verveende delen geringer gemaakt, waardoor de natuurlijke lensvorm van het hoogveen beter benaderd wordt, wat een beter perspectief biedt voor herstel van een meer aaneengesloten acrotelm.
- Het afdichten van het slootrestanten in compartimenten C34, C37 en C38 van het Aamsveen waarlangs lekkage naar de zandondergrond plaatsvindt (= aanpak knelpunt 11).
- Verbetering van de inrichting van compartiment C38, door middel van verhoging van de bestaande dam (met hierop het wandelpad) aan de noordoostzijde en aanleg van een dam aan de noordwestzijde, zodat het afvoerniveau van het compartiment verhoogd kan worden (= aanpak knelpunt 14).

- Verhoging van het waterpeil in de laagte in het noordelijke deel van de centrale slenk van de lagg aan de noordwestzijde, door het verhogen van de afvoerdrempel ter plaats van het gat in de wal langs de Glanerbeek waarlangs de afvoer van de laagte plaatsvindt (= aanpak knelpunt 22). Deze maatregel dient wel in combinatie met aanpak van de drainerende werking van de Glanerbeek plaats te vinden, want anders zal de peilverhoging in de laagte ten koste gaan van de grondwatervoeding ervan.
- Aanpak van de drainerende werking van de Glanerbeek (= aanpak knelpunt 21). Deze maatregel is vooral van belang voor herstel van de lagg.
- Herstel van de dekzandruggen van Aamsveen Noord, zodat de dekzandruggen hun voedende functie voor het noordelijke schraalland en de zandondergrond van het hoogveen van Aamsveen Noord weer goed kunnen vervullen (= aanpak knelpunt 23). Het herstel dient te geschieden door middel van het aanbrengen van schraal, fijn zand in de zone waar de dekzandruggen nu zijn doorsneden door de voormalige ontginnings-stroken. Zo ontstaat hier een geschikte uitgangssituatie voor de ontwikkeling van een schrale droge heide vegetatie, met een gering verdampingsverlies en dus een sterke grondwateraanvulling, waardoor de voedende werking van de dekzandrug goed wordt hersteld.
- Belangrijke maatregel is het verwijderen van bos en bosopslag (= aanpak knelpunt 24), omdat hiermee de verdamping wordt gereduceerd, waarmee de grondwateraanvulling dus wordt verbeterd. Ook leidt dit tot een verminderde invang van stikstofdepositie en tot een reductie van de inbreng van fosfaatrijk blad van berkenbomen in het voedselarme hoogveenmilieu. Hoogste prioriteit hebben het continueren van de verwijdering van de opslag in Aamsveen Zuid, het kappen van het berkenbos in de strook op de rijksgrens en het kappen van grote delen van het berkenbos in de lagg. Met kappen van het bos in de lagg is namelijk niet alleen van belang voor de lagg zelf, maar ook om de verdrogende werking ervan op het hoogveen tegen te gaan.
- Ook het terugdringen van de dominantie van Pijpenstrootje is een belangrijke maatregel (= aanpak knelpunt 25). Voor het terugdringen van Pijpenstrootje zijn niet alleen hydrologische herstelmaatregelen noodzakelijk. Ook onder nattere omstandigheden weet eenmaal gevestigde Pijpenstrootje zich goed te handhaven. Daardoor krijgen de lichtbehoefte veenmossen te weinig mogelijkheid zich te vestigen en/of uit te breiden. Door via begrazing de gesloten Pijpenstrootje-begroeiingen opener te maken kan deze verstarde, ongunstige toestand worden doorbroken. Het is daarom wenselijk en zinvol een pilot met begrazing uit te voeren, ervaring op te doen en bij positieve resultaten begrazing planmatig in te zetten ten behoeve van kwaliteitsverbetering van het habitatype Herstellend hoogveen. Hiertoe is door A.J.M. Jansen van de Unie van Bosgroepen ook een begrazingadvies opgesteld.

Ten behoeve van herstel van het Aamsveen dienen ook systeemherstelmaatregelen getroffen te worden op de rijksgrens en in Duitsland. Met deze maatregelen zal tevens herstel van de hoogveenontwikkeling in het aangrenzende deel van het Hündfelder Moor gerealiseerd worden. Het betreft de volgende maatregelen:

- Het op effectieve wijze afdichten van de grensduiker (= aanpak knelpunt 9).
- Het afdichten van de lekkage vanwege de doorsnijding van de voormalige afvoersloot dwars door het hoogveen op de rijksgrens (= aanpak knelpunt 10).
- Het tegengaan van de drainerende werking van de grensslenk door middel van compartimentering met behulp van slecht doorlatende dammen (= aanpak knelpunt 5) en het inbrengen van Adelaarsvaren- en Pijpenstrootjepollen die vrijkomen bij het afgraven van de sterk gehumificeerde bovengrond van de niet verveende delen, om zo de secundaire veenvorming in de slenk te stimuleren.
- Het tegengaan van de drainerende werking van de noord-zuid slenk van het Hündfelder Moor, door middel van compartimentering en peilverhoging (= aanpak knelpunt 6) en het inbrengen van Adelaarsvaren- en Pijpenstrootje-pollen, om zo secundaire veenvorming in de slenk te stimuleren.

- Compartimentering van het Duitse hoogveenrestant, eveneens middels met aanleggen van slecht doorlatende dammen (= aanpak knelpunt 17 in combinatie met aanpak van knelpunt 3). Met deze maatregel wordt niet alleen de drainerende werking van het Duitse deel van het hoogveenrestant op het Aamsveen tegengegaan, maar kan ook herstel van de hoogveenontwikkeling in het Duitse deel zelf worden gerealiseerd.
- Doorvoer van de wateroverschotten van het zuidwestelijke deel van het Hündfelder Moor naar het oostelijke deel hiervan, voor het extra vernatten van de hier te creëren compartimenten, aangezien de mogelijkheid bestaat dat de compartimenten in het sterk verdroogde oostelijke deel in onvoldoende mate uitsluitend met het deelgebiedseigen neerslagoverschot op peil kunnen worden gehouden (= aanpak van knelpunten 3 en 16).
- Verbetering van de inrichting en uitbreiding van de hydrologische bufferzone aan de oostzijde. Met de huidige begrenzing van het Naturschutzgebiet kan de verbetering van de inrichting al voor een belangrijk deels worden gerealiseerd: de wig ten noorden van de Birkhahnweg kan al worden afgedamd (= aanpak knelpunt 2), de drainerende sloot langs de Birkhahnweg kan al over aanzienlijke afstand worden gedempt (= aanpak van een groot deel van knelpunt 18) en de grootste delen van de hier aanwezige laagten kunnen weer watervoerend worden gemaakt (= aanpak van een belangrijk deel van knelpunt 19). Voor een optimale werking van de buffer zijn twee uitbreidingen nodig: ook een perceel ten noorden van de Moorweg en een perceel ten zuiden van de Birkhahnweg dienen hiervoor in de bufferzone geïntegreerd te worden. Het belangrijkste hierbij is de uitbreiding met het perceel ten zuiden van de Birkhahnweg, omdat dit perceel een deel van de laagte beslaat waar realisatie van een belangrijk ondersteunend compartiment is beoogd. Bij de uitwerking van het herstelplan is nader gespecificeerd om welke percelen het gaat.
- Het beter gebruik maken van het afvoerwater van Aamsveen Noord, door dit naar de te herstellen laagte aan weerszijden van de Birkhahnweg te leiden en dus af te koppelen van de krappe sloot bij de bebouwing van Oude Bos (= aanpak knelpunten 15 en 19). Net als in de huidige situatie blijft Aamsveen Noord dan afwateren op het Duitse externe waterlopenstelsel, maar dan op meer gedoseerde wijze vanwege de tussenschakeling van de omvangrijke watervoerende laagte.

6.10 Herstelmogelijkheden lagg

Uit de eerder uitgevoerde systeemanalyse (Bell et al., 20016) volgt dat er in het projectgebied goede kansen zijn voor behoud van de zwak gebufferde zone tussen het hoogveen en de Glanerbeek en ten westen hiervan, met name ten behoeve van het behoud van de stikstofgevoelige, grondwaterafhankelijke en basenminnende habitattypen H6230 Heischrale graslanden, H6410 Blauwgraslanden en H91E0C Vochtige alluviale bossen in de eerste beheerplanperiode en de kwaliteitsverbetering en uitbreiding van het habitatype H91E0C Vochtige alluviale bossen in de 2^e en 3^e beheerplanperiode.

Van de habitattypen H6320 Heischrale graslanden en H6410 Blauwgraslanden zijn in de huidige situatie slechts nog twee minieme relictten (van 0,21 ha en 0,42 ha) aanwezig. De huidige conditie van het habitatype H6410 Blauwgrasland is daarbij ook slecht. Deze omstandigheden maken beide habitattypen zeer kwetsbaar. Als soorten verdwijnen kunnen ze niet terugkeren vanuit andere delen. Bovendien kunnen soorten nu ook niet pendelen langs de gradiënt als onder invloed van het systeemherstel en/of klimaatsverandering geleidelijke veranderingen gaan optreden in de ligging van de grondwatergevoede zones. Voor een duurzaam behoud is daarom zowel areaaluitbreiding als verschuiving naar andere delen van de lagg van deze habitattypen nodig. Uit de systeemanalyse van de lagg (Bell et al., 2016) volgt dat er hiervoor in het gebied ook zeer

goede mogelijkheden aanwezig zijn, niet alleen aan de oost-, maar ook aan de westkant van de Glanerbeek. Deze mogelijkheden kunnen worden benut indien de gesignaleerde knelpunten worden aangepakt middels het treffen van (in hoofdlijnen) de volgende maatregelen:

- Verbetering van de afvoer van stagnerend neerslagwater via de natuurlijke slenkvormige laagten.
- Aanpak van de drainerende werking van de Glanerbeek en de zijwaterlopen.
- Effectieve verschraling van de kansrijke delen met een fosfaatrijke bodem, middels het afplaggen van de fosfaatrijke toplaag. Deze verschraling is niet alleen van belang voor benutting van de potenties van de betreffende gebieden zelf, maar ook om negatieve beïnvloeding van de waterkwaliteit van het habitatype H91EOC Vochtige alluviale bossen te voorkomen. Op dit onderwerp zal bij de uitwerking van het herstelplan Aamsveen (Bell Hullenaar, 2018, in prep.) dieper worden ingegaan.
- Verwijdering van bos en struweel over grote oppervlakten om verdamping terug te dringen en waterstanden te verhogen en voor herstel van de lagg als open landschap (wat het over grote oppervlakten is geweest) en van heischrale graslanden en andere daar thuishorende basenminnende plantengemeenschappen. Op de vrijgestelde delen zal vervolgens een hooilandbeheer worden gevoerd.

6.11 Nader onderzoek

Momenteel wordt door SWECO middels een variantenstudie met behulp van een oppervlaktewater- en grondwatermodel onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden voor aanpak van de drainerende werking van de Glanerbeek en de zijwaterlopen. Op basis van de resultaten hiervan wordt in het herstelplan uitgewerkt op welke wijze de drainerende werking van de beek zal worden aangepakt.

Het netwerk van diepe peilbuizen met filters in de zandondergrond is te grof om het effect van de aanpak van de drainerende werking van de duiker op de rijksgrens goed te kunnen vaststellen. Omdat het hierbij om een belangrijke maatregel gaat, waarvan een sterk effect wordt verwacht, zullen in het kader van de PAS-procesmonitoring twee peilbuizen worden bijgeplaatst. In combinatie hiermee wordt in het kader van het omgevingsmeetnet een peilbuis bijgeplaatst in het Duitse deel, namelijk in de laag gelegen wig langs de Birkhahnweg. In het rapport 'Monitoringsplannen Aamsveen' (Bell Hullenaar, 2018) en bij de uitwerking van het herstelplan Aamsveen (Bell Hullenaar, 2018, in prep.) zijn de locaties aangegeven.

Daarnaast moeten in de verdere planvoorbereiding nog bepaalde aanvullende veldinventarisaties worden uitgevoerd om tot een goede uitvoering van de maatregelen te komen. Bij de uitwerking van het herstelplan zal hierop worden ingegaan.

Referenties

Bell, J.S. en J.W. van 't Hullenaar, 2014. Controle en correctie hydrologische meetnet Aamsveen (notitie met bijlagen). In opdracht van Provincie Overijssel.

Bell, J.S. en J.W. van 't Hullenaar, 2018. Monitoringsplannen Aamsveen: Monitoringsplan PAS-procesindicatoren & Monitoringsplan omgevingsmeetnet. In opdracht van Landschap Overijssel.

Bell, J.S., J.W. van 't Hullenaar & A.J.M. Jansen, 2016. Ecohydrologische systeemanalyse dal van de Glanerbeek. Verkenning van de mogelijkheden voor herstel en uitbreiding van heischrale graslanden in het Natura 2000-gebied Aamsveen. Rapport. Bell Hullenaar Ecohydrologisch Adviesbureau, Zwolle.

Dongen, R.J.J. van, 2005. Hydrologisch onderzoek Glanerbeek – Aamsveen. Metingen en eerste gedachtenvorming over potentiële herstel mogelijkheden oorspronkelijk stroomgebied Glanerbeek. Waterschap Regge en Dinkel, Almelo.

Horsthuis, M.A.P & L. van Tweel, 2009. Verslag bijeenkomst DT Nat Zandlandschap aan Aamsveen.

Jansen, A.J.M., R. Ketelaar, J. Limpens, M.G.C. Schouten & L. van Tweel-Groot, 2013. Kartering van de habitattypen Actief en Herstellend hoogveen in Nederland. Rapport 2013/OBN182-NZ. Programmadirectie Natura 2000, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.

Jansen, A.J.M., G.A. van Duinen, H.B.M. Tomassen & N.A.C. Smits, 2012. Herstelstrategie H7110A: Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap). In: D. Bal & N.A.C. Smits (eds.): Deel II Herstelstrategieën voor stikstofgevoelige habitats. http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_ii.aspx

Joosten, J.H.J. & J. Couwenberg, in prep. Hoogvenen als zelfregulerende en zelforganiserende systemen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.), Hoogvenen in Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist.Landschap Overijssel, 2001. Beheerplan Aamsveen 2001-2010.

Limpens, J. (2012) Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage OBN Hoogveenonderzoek 2009-2010. Verlenging onderzoek naar effecten van berkenopslag en dichtheid op hoogveenvegetaties behorende tot het natte zandlandschap. Rapport nr. 2012/OBN158-NZ, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.

Mullekom, M. van, F. Smolders & J. Roelofs, 2016. Bodem- en hydrochemisch onderzoek randzone Aamsveen. Onderzoekscentrum B-WARE, in opdracht van de Provincie Overijssel.

Mullekom, M. van, H. Tomassen, E. Bohnen-Verbaarschot & F. Smolders, 2018. Bodem- en hydrochemisch onderzoek Glanerbeekdal. Onderzoekscentrum B-WARE, in opdracht van Landschap Overijssel.

Linden, M. van der, 2018. Palaeoecologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het Aamsveen in ruimte en tijd. BIAX-consult in opdracht van de Unie van Bosgroepen en Landschap Overijssel.

Otto, K.H., 1992. Gutachten über die morphologische Ausprägung des mineralischen Untergrundes des Hündfelder Moores.

Provincie Overijssel, 2015. Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatiese Aanpak Stikstof (PAS) Aamsveen.

Schouten, M.G.C. (ed.), 2002. Conservation and restoration of raised bogs. Geological, hydrological and ecological studies. Dublin. Department of the Environment and Local Government Ireland/Staatsbosbeheer.

Sevink, J. & A.J.M. Jansen, 2017. Bodemonderzoek Aamsveen, 29 oktober 2017. Notitie (in opdracht van Landschap Overijssel).

Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, G.J. van Duinen, S. van der Schaaf, J.G.M. Roelofs, F. Berendse, H. Esselink & G. van Wirdum, 2003. Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage 1998-2001. Rapport EC-LNV nr.6482003/139. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Ede/Wageningen.

Van der Veen, K., 2012. Vegetatiekartering Aamsveen 2012. A&W-rapport 1854. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.

Van Duinen, G.A., J. von Asmuth, A. van Loon, S. van der Schaaf en H. Tomassen, 2017. Duurzaam herstel van hoogveenlandschappen. Kennis, praktijkervaring en kennisleemten bij de inrichting van hoogveenkernen, randzones en bufferzones. Rapport nr. 2017/OBN212-NZ. VBNE, Driebergen.

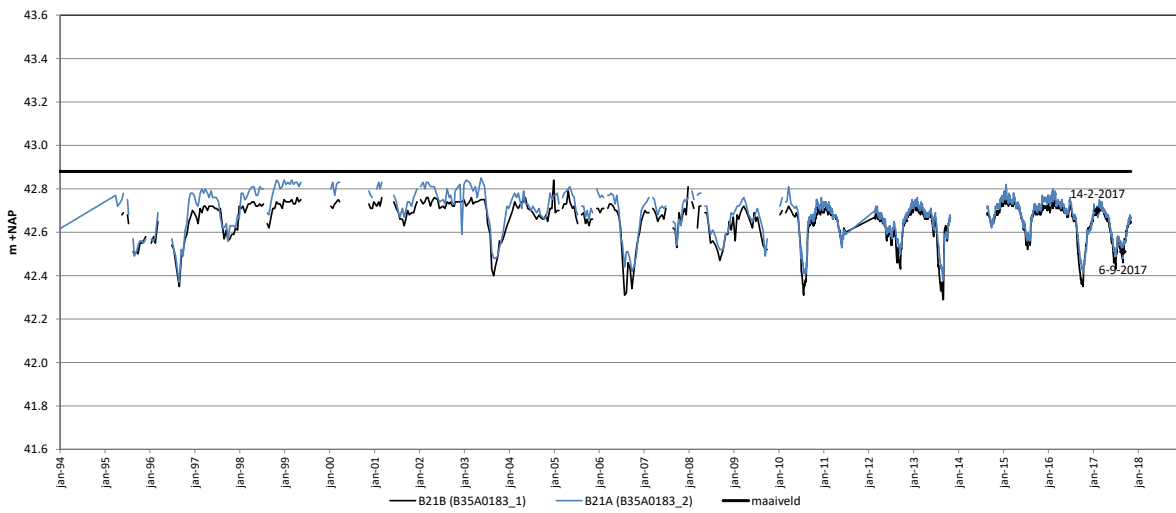
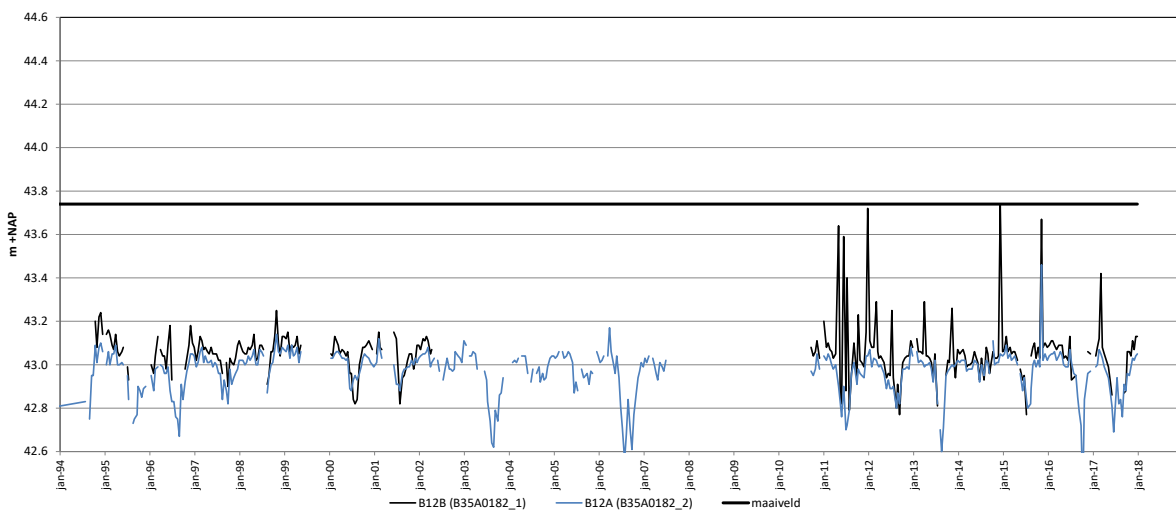
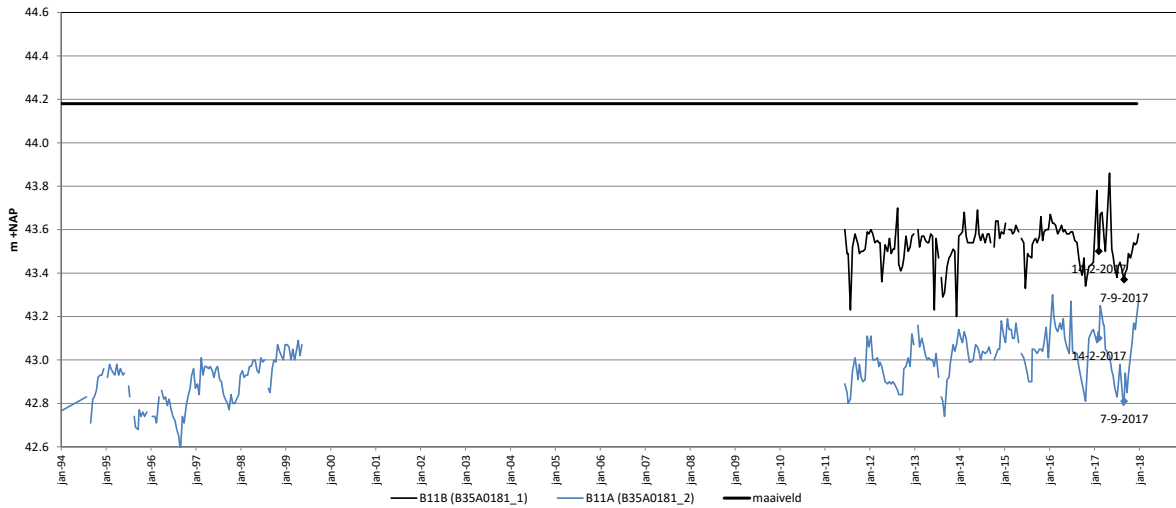
Weiland, C.F., 1820. Topographisch-militairischer Atlas von dem Königreiche der Niederlande. Weimar.

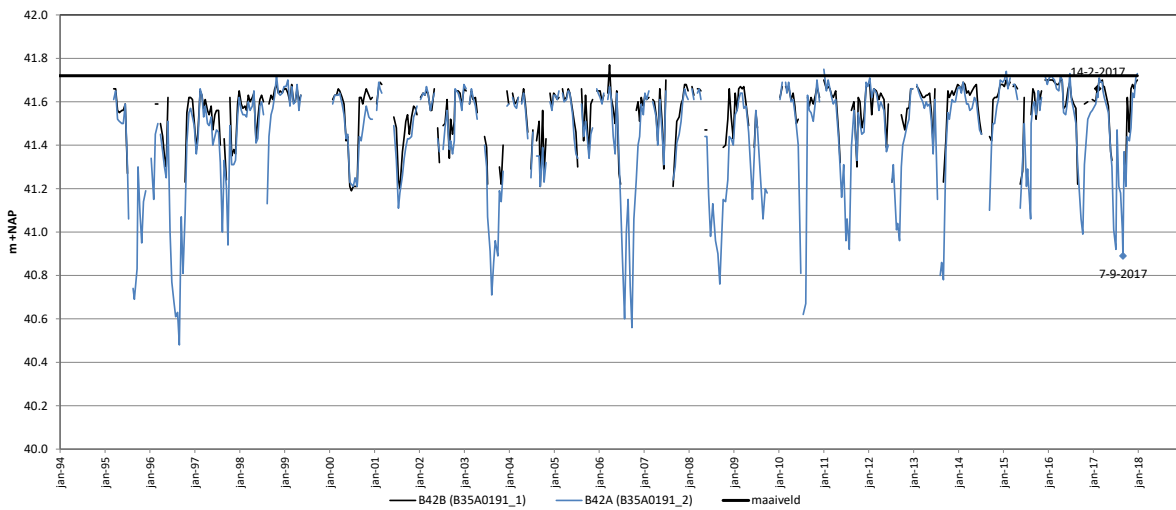
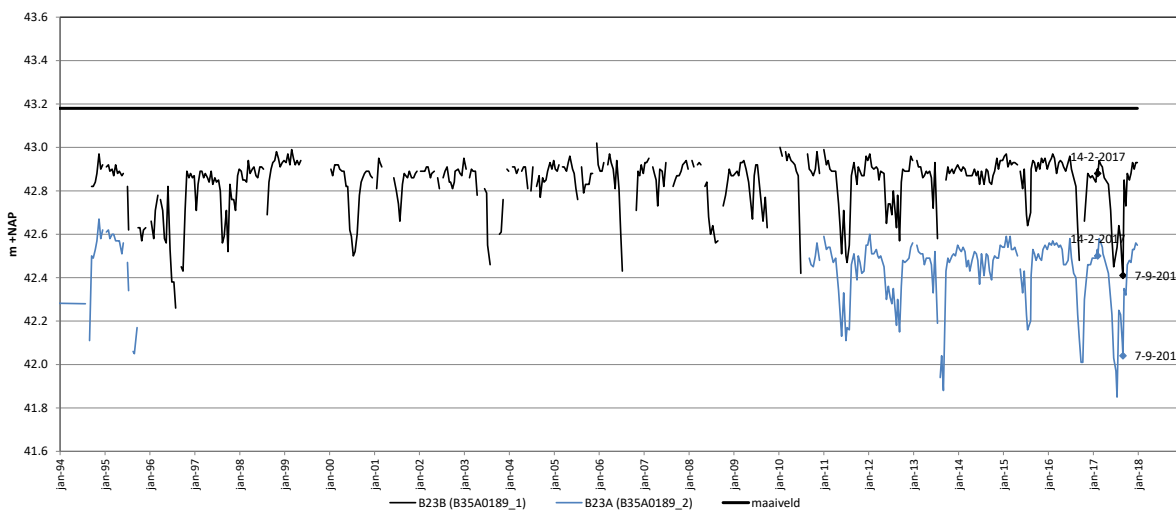
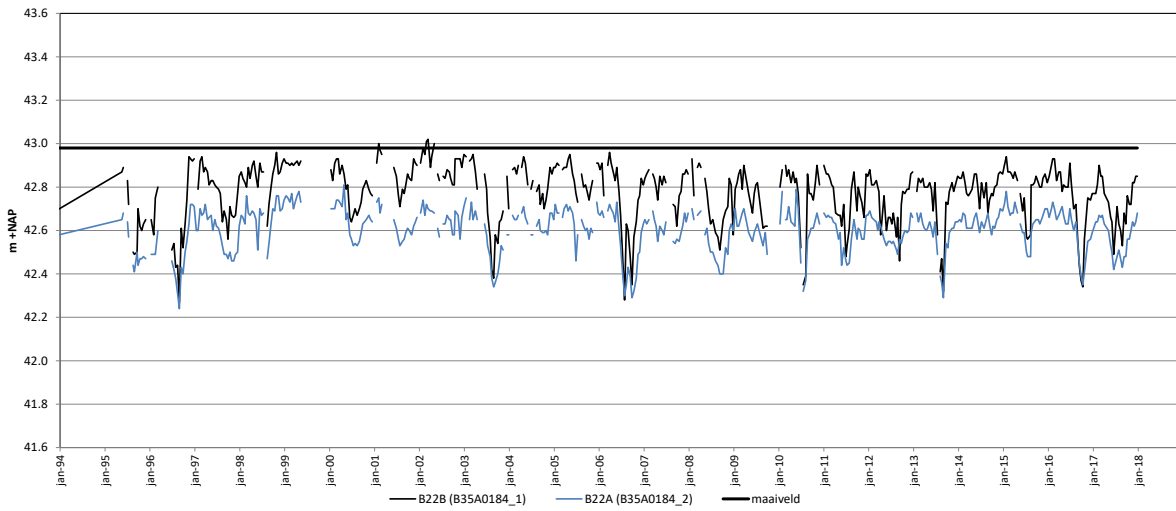
Ziel, H.W. van, 1991. Onderzoek vernatting Aamsveen. Buro Hemmen in opdracht van Overijssel Landschap

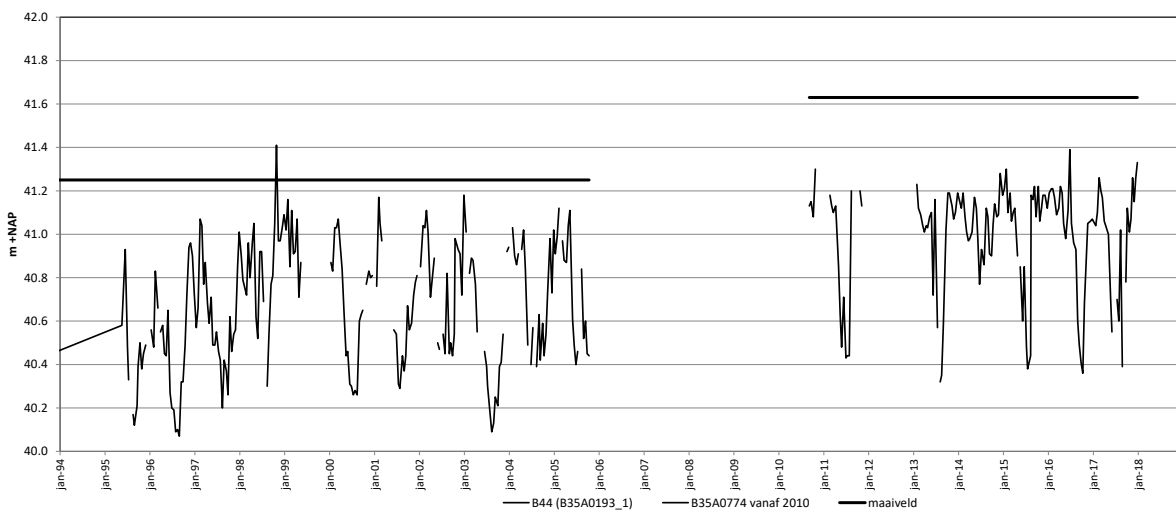
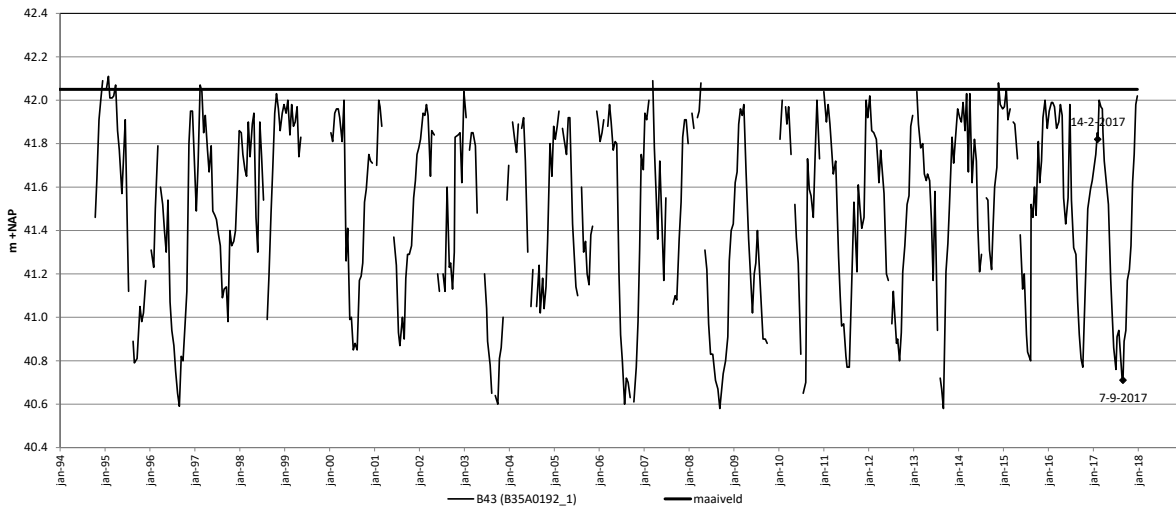
Bijlagen

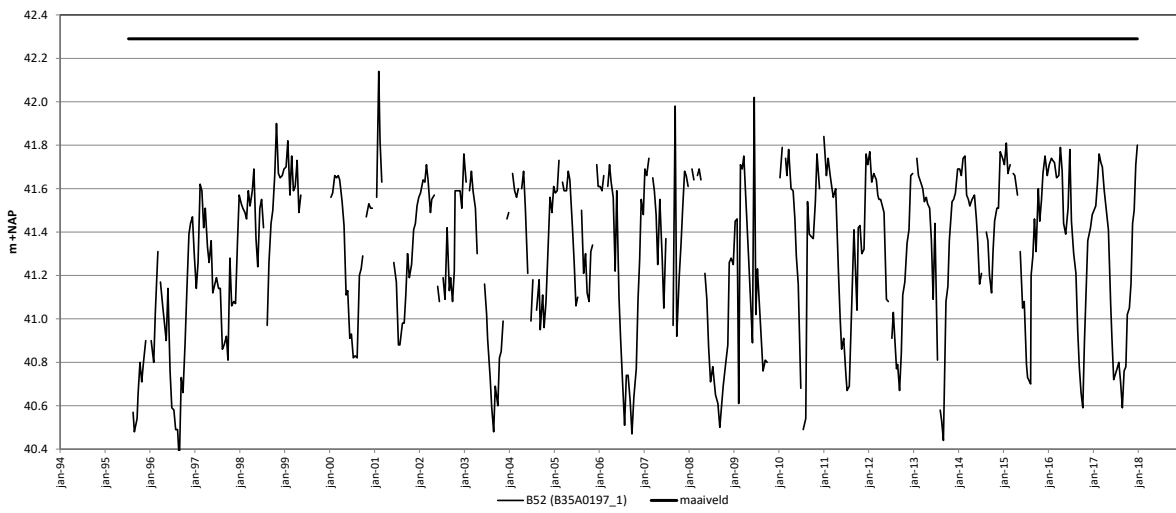
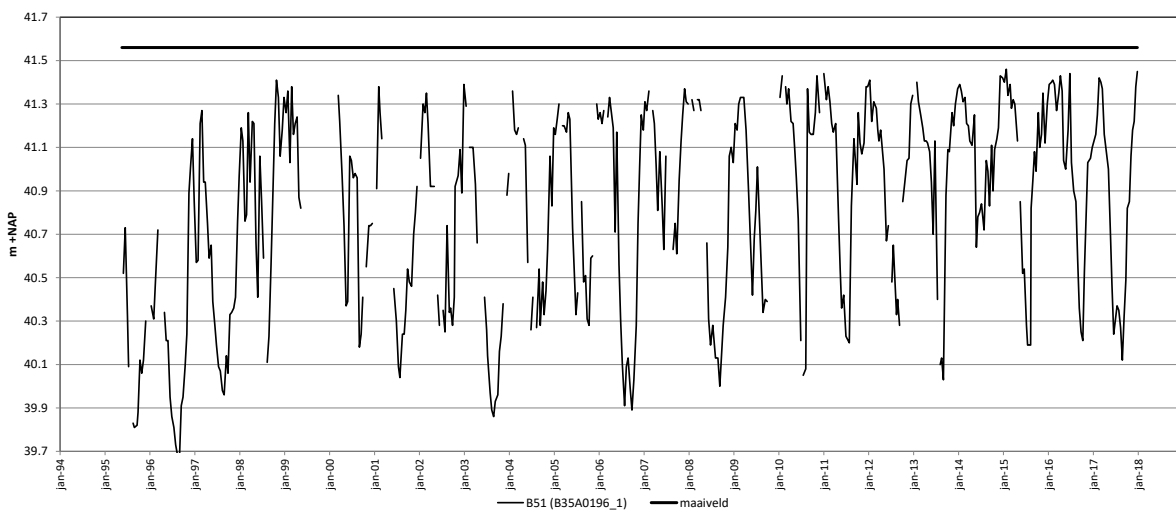
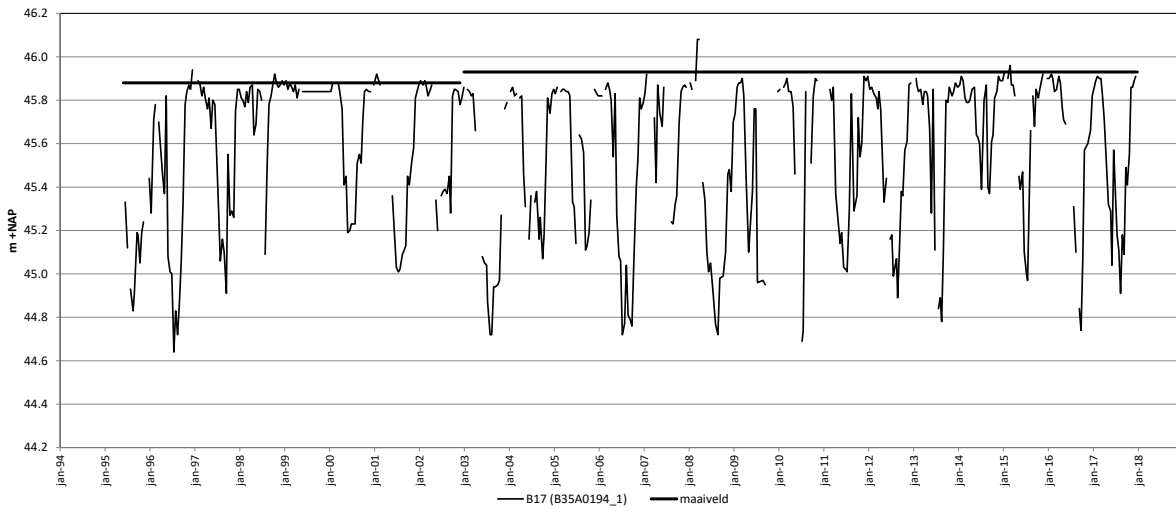
- 1 Grafieken grondwaterstandsverloop
- 2 Bijlagen bodemonderzoek
- 3 BIAX CONSULT rapport paleoecologisch onderzoek
- 4 Waarnemingen inventarisatie oppervlaktewatersysteem
- 5 B-WARE rapport hydrochemisch onderzoek Aamsveen

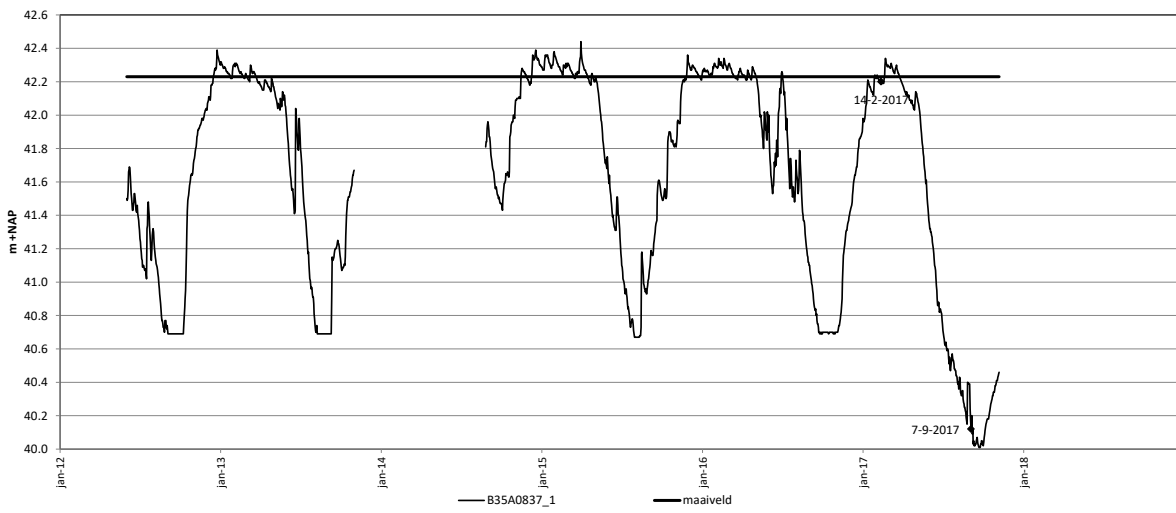
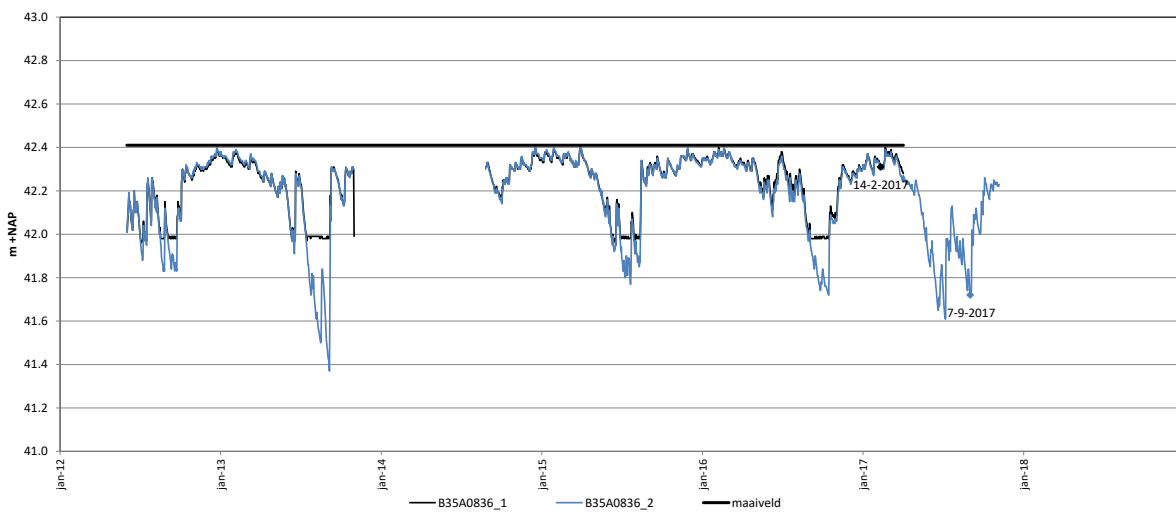
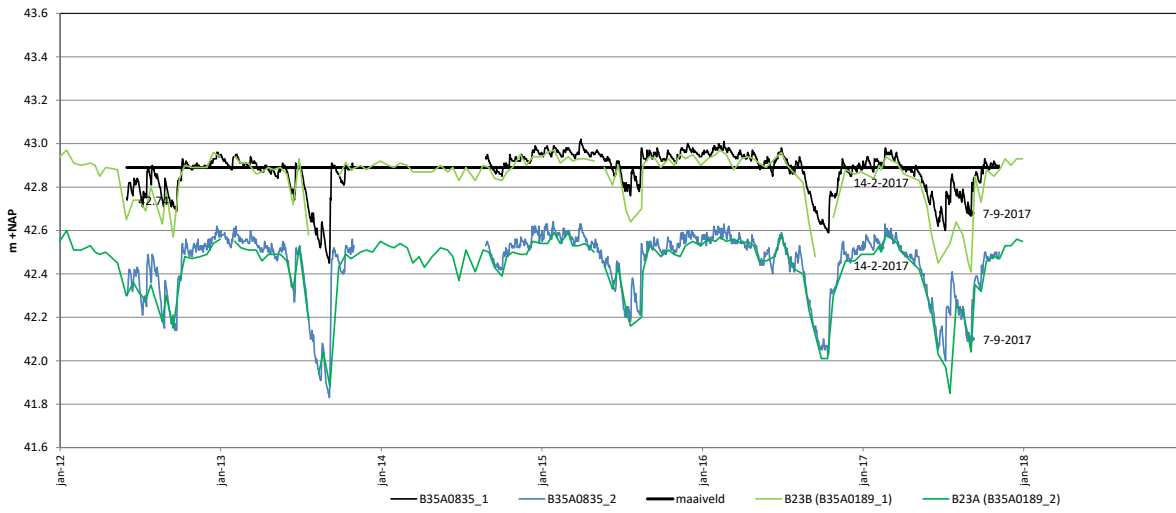
Bijlage 1 Grafieken grondwaterstandsverloop Aamsveen

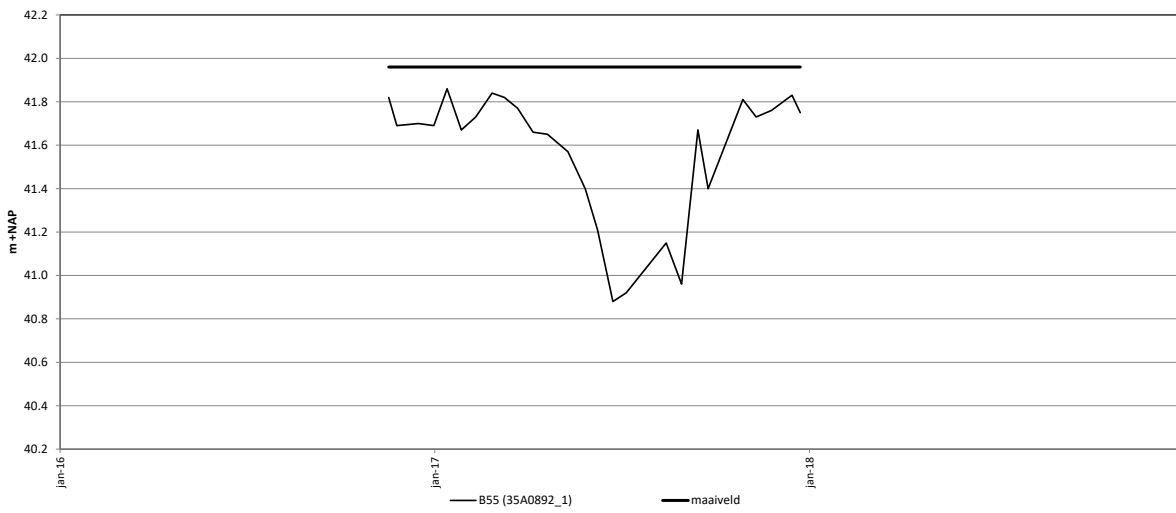
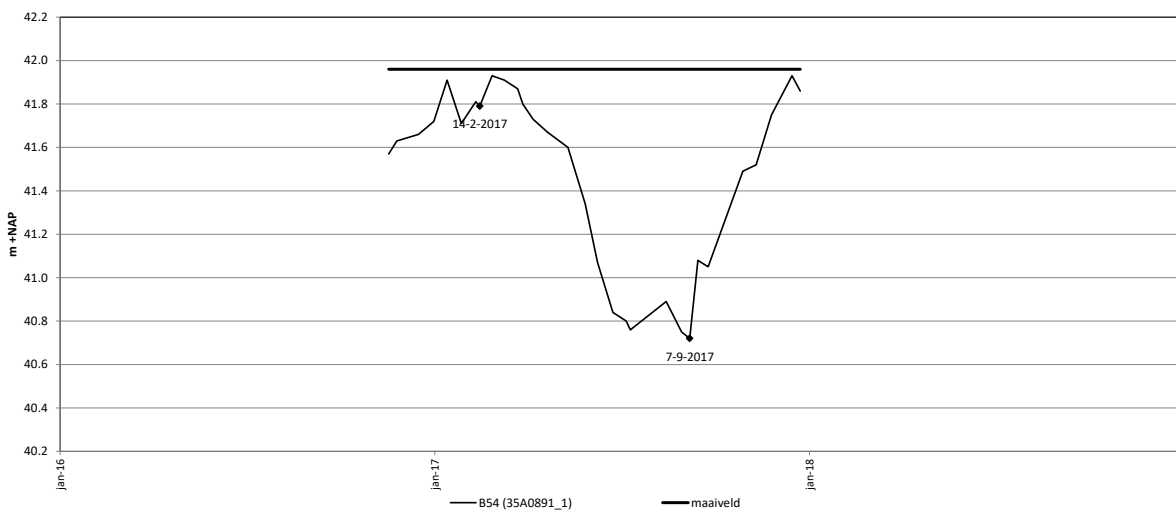
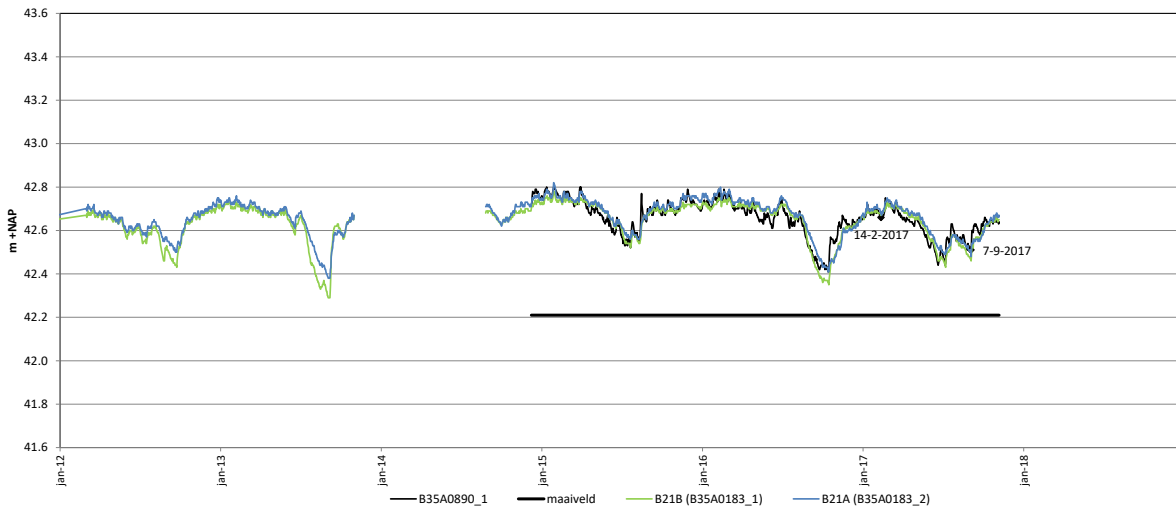


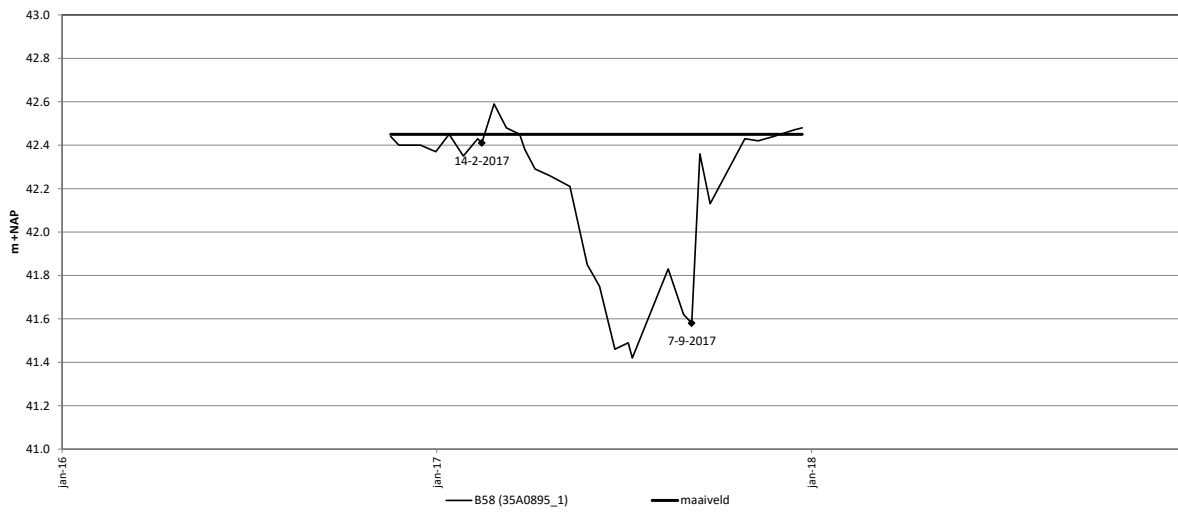
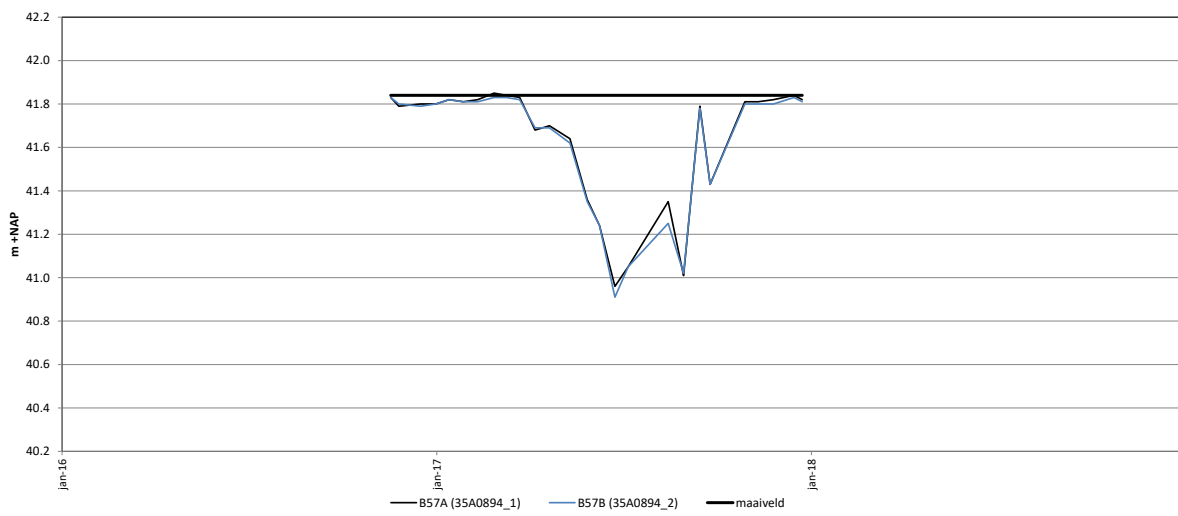
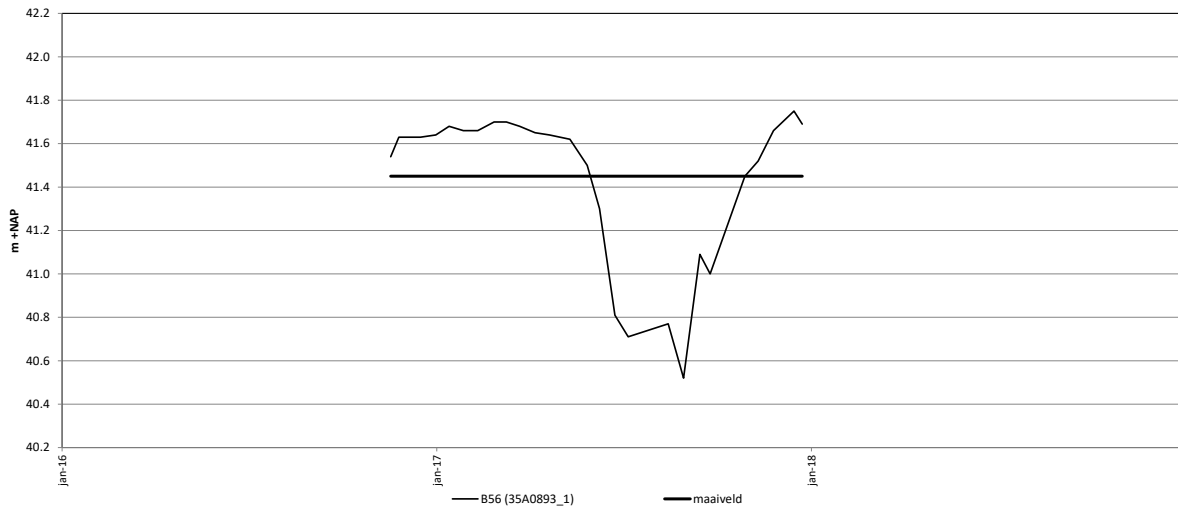


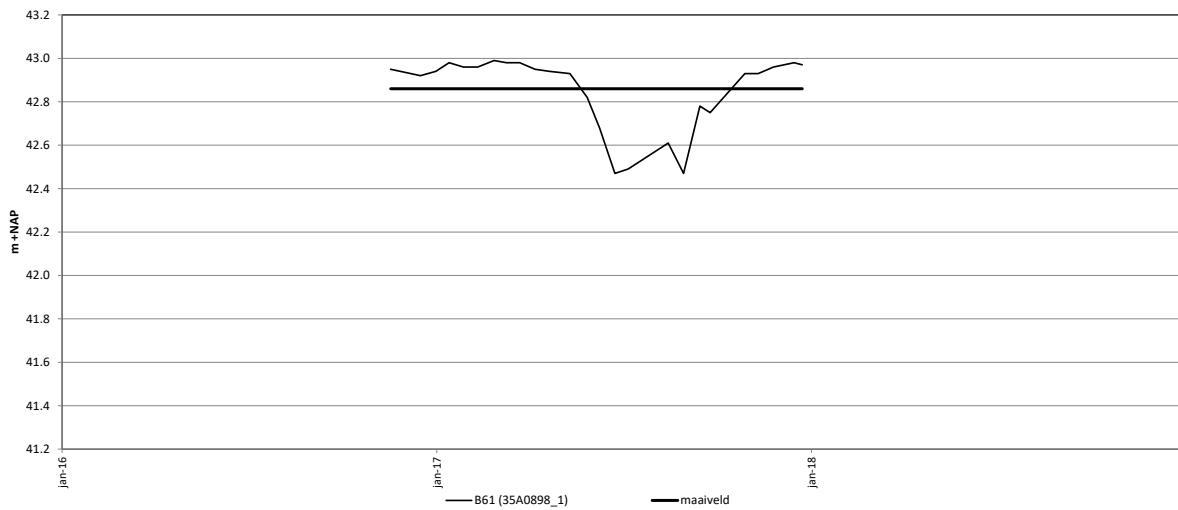
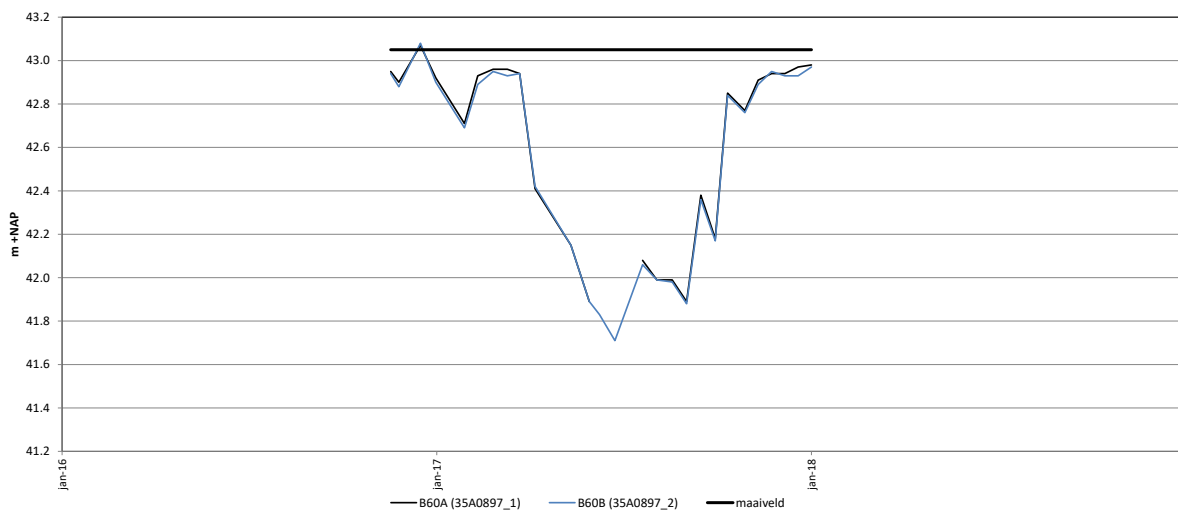
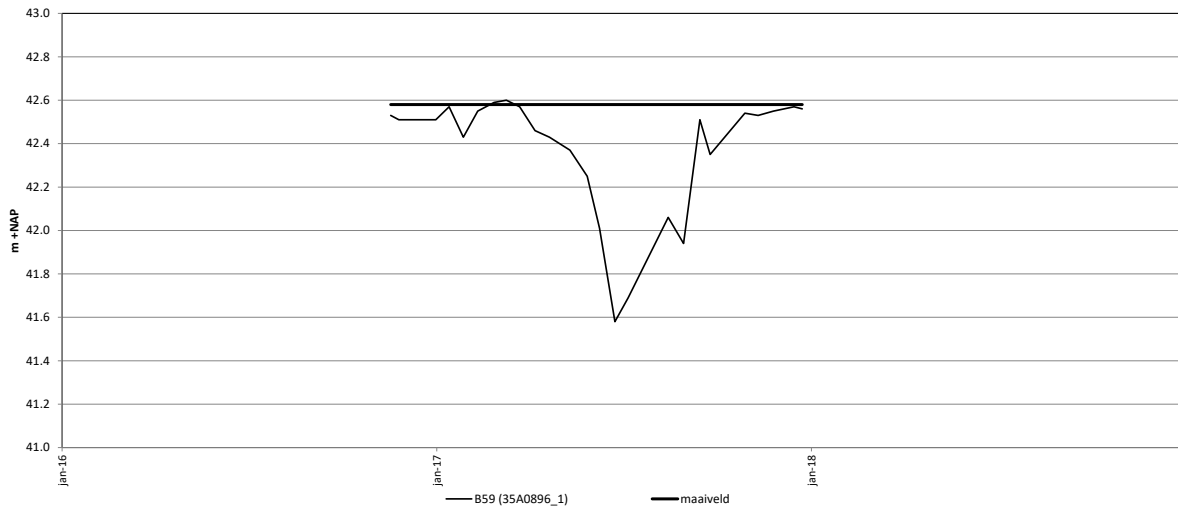


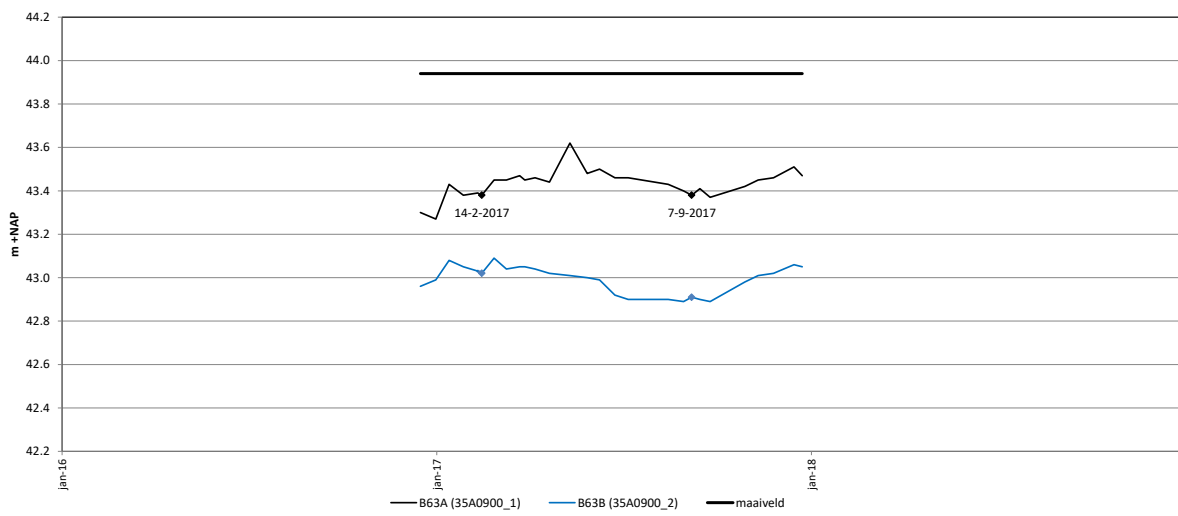
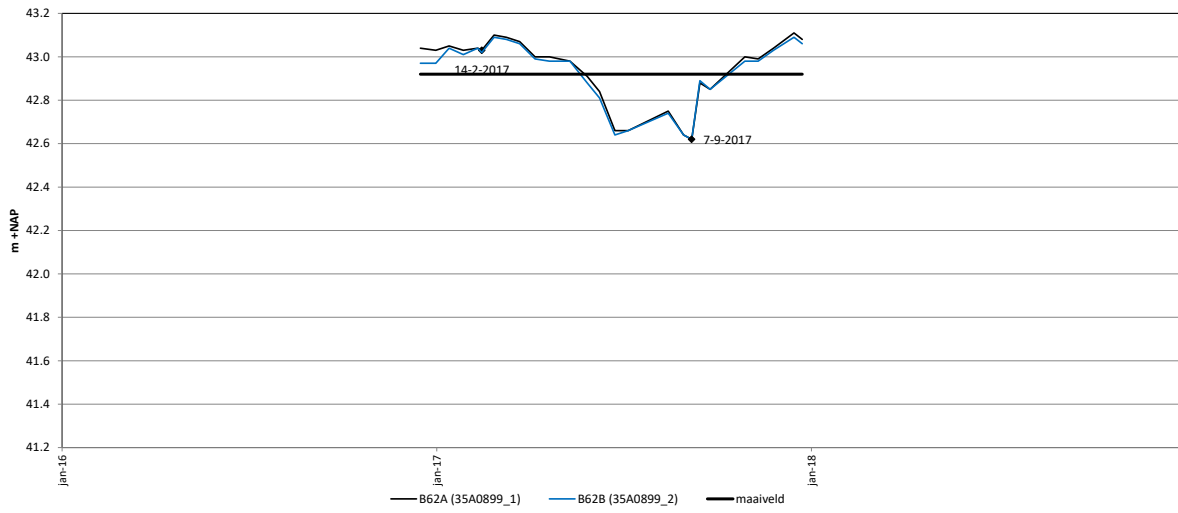


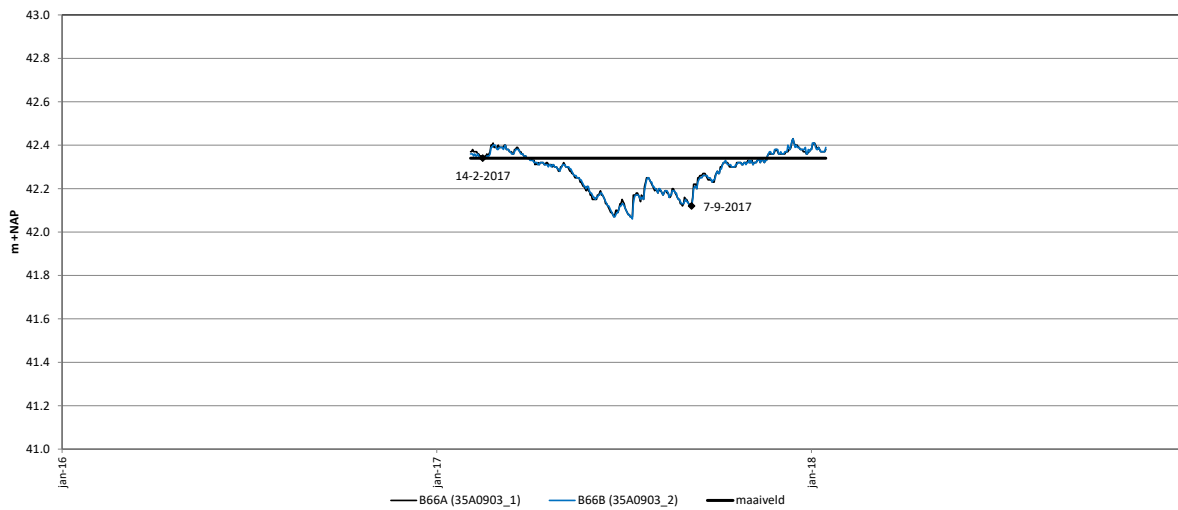
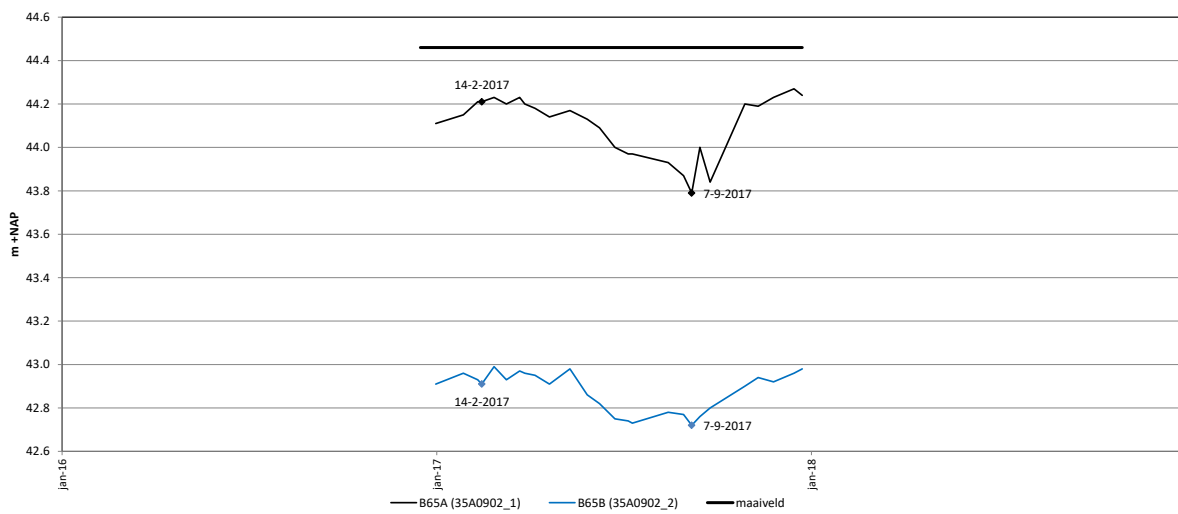
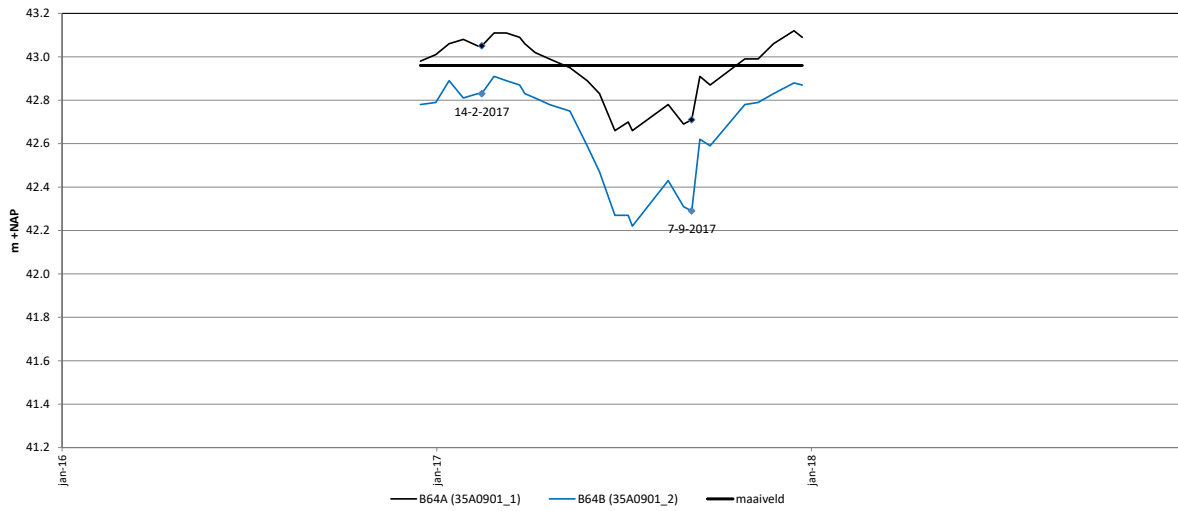


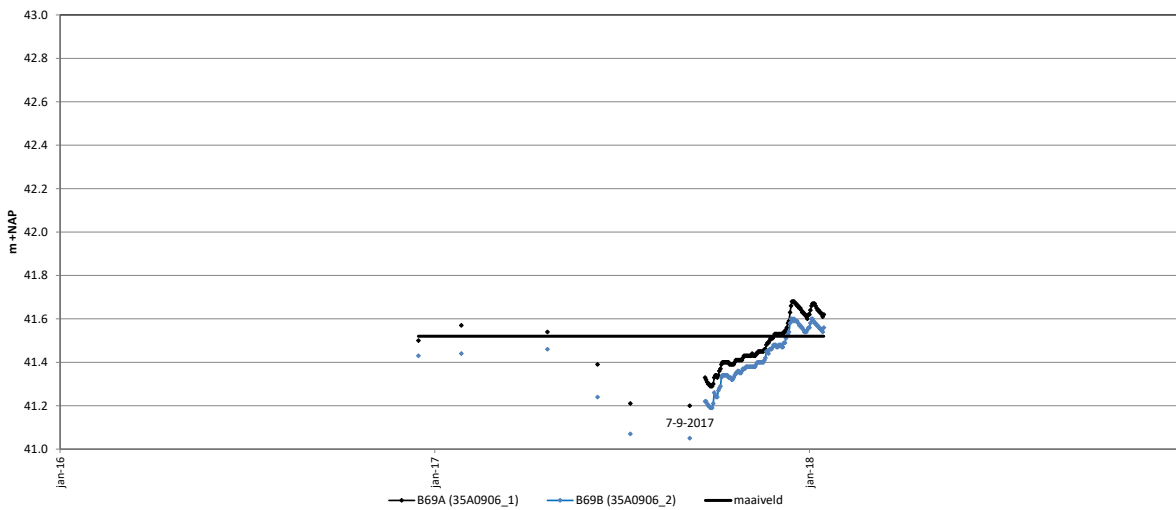
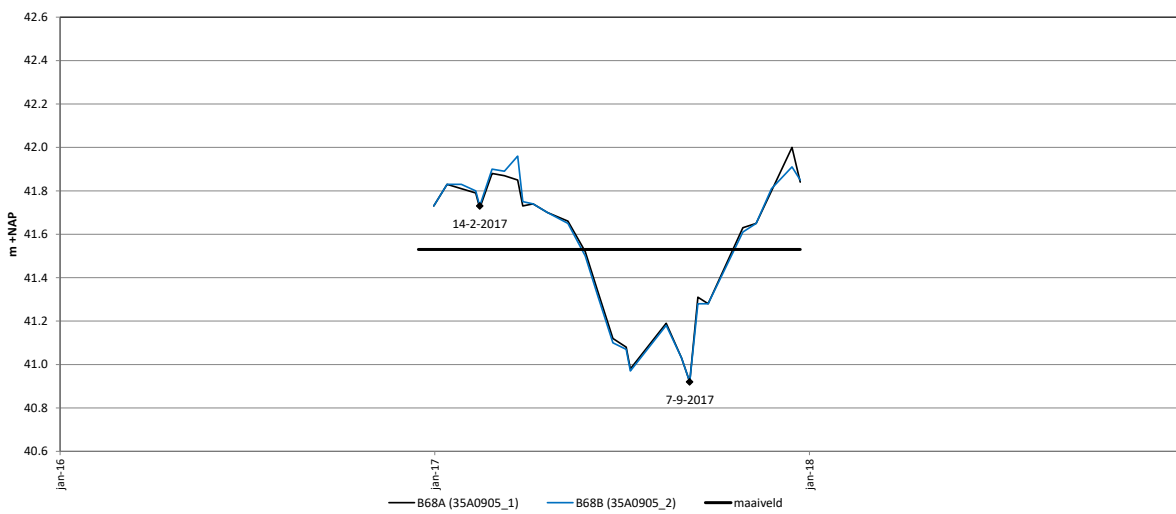
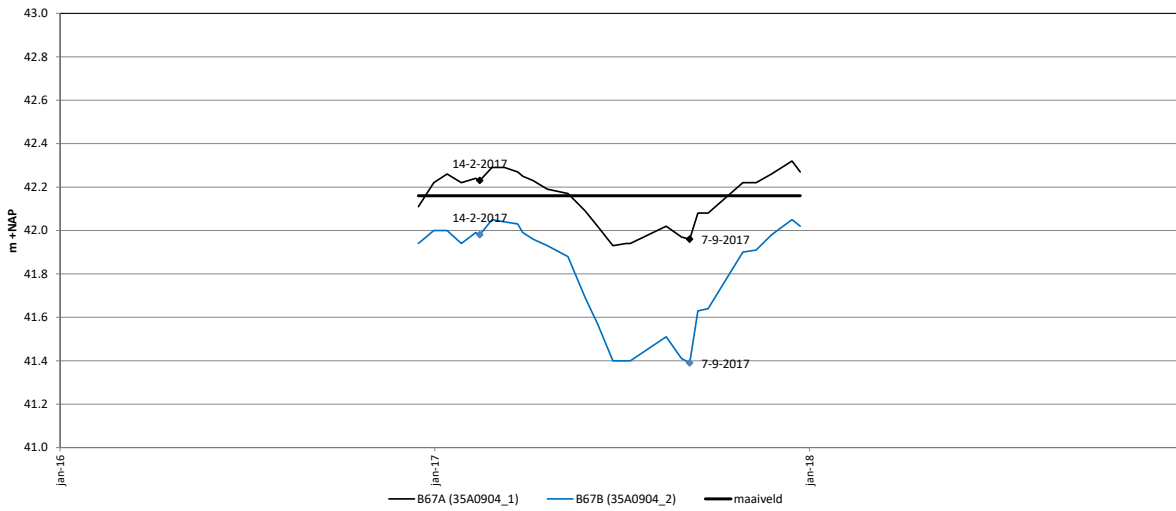


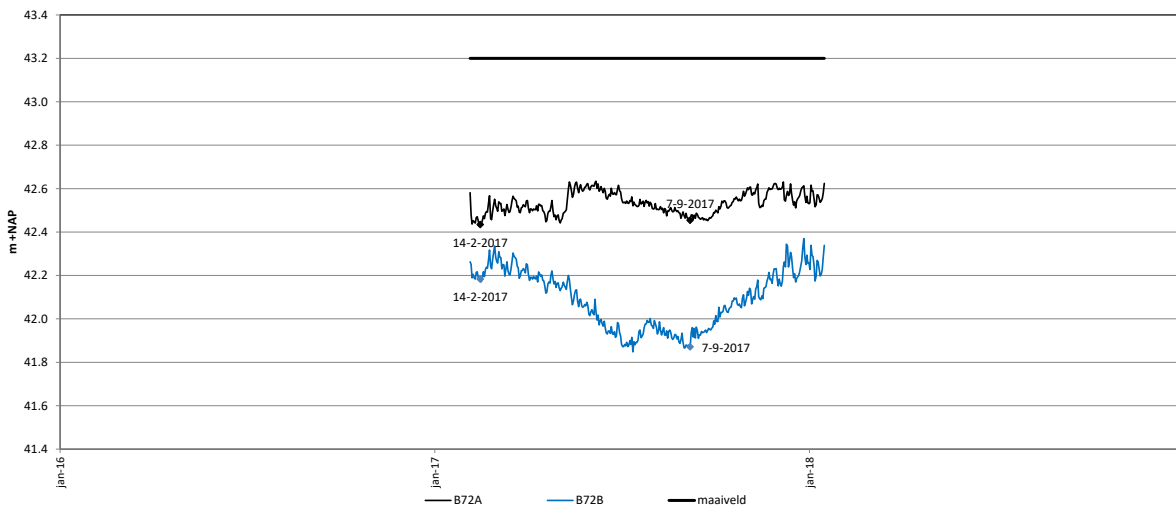
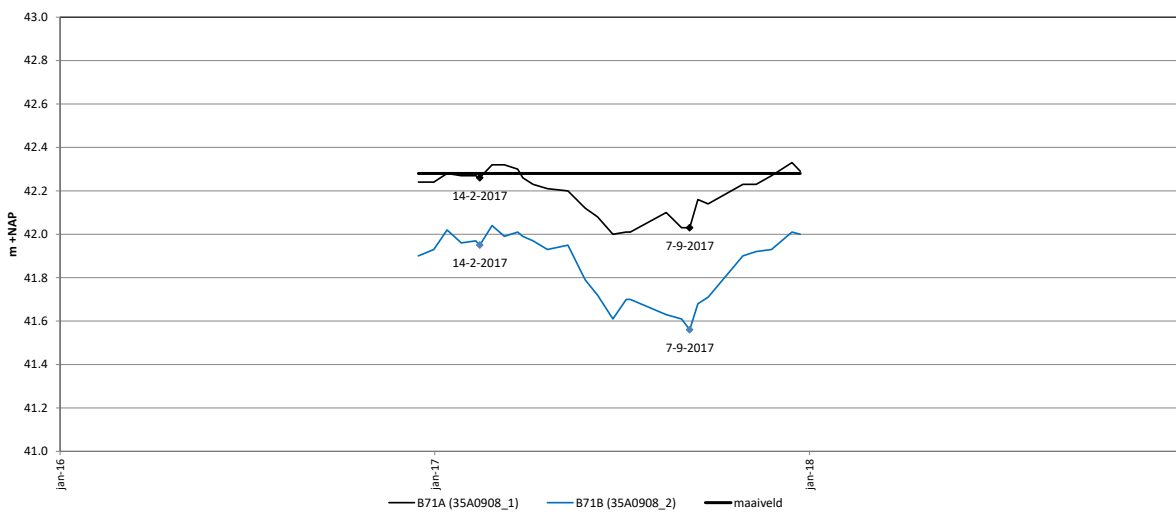
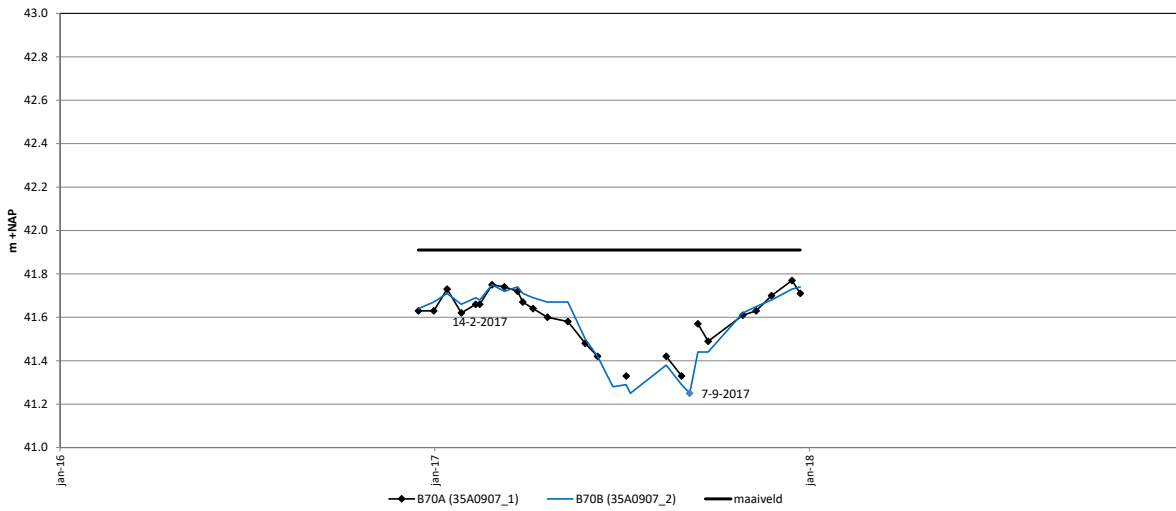


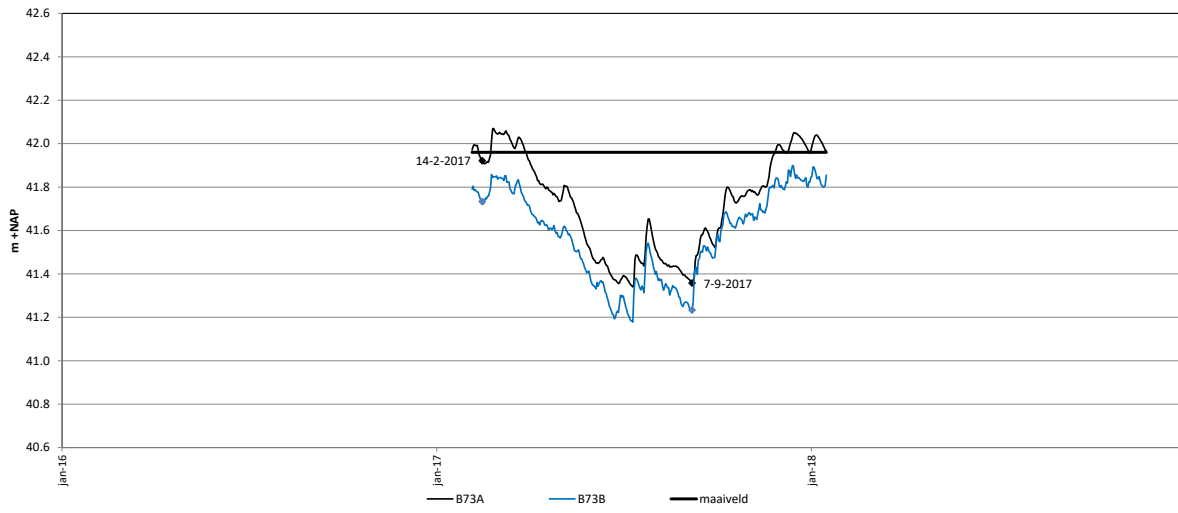












Bijlage 2b: Tekst uit Soil Taxonomy

Characteristics Diagnostic for Organic Soils

Following is a description of the characteristics that are used only with organic soils.

Kinds of Organic Soil Materials

Three different kinds of organic soil materials are distinguished in this taxonomy, based on the degree of decomposition of the plant materials from which the organic materials are derived. The three kinds are (1) fibric, (2) hemic, and (3) sapric. Because of the importance of fiber content in the definitions of these materials, fibers are defined before the kinds of organic soil materials.

Fibers

Fibers are pieces of plant tissue in organic soil materials (excluding live roots) that:

1. Are large enough to be retained on a 100-mesh sieve (openings 0.15 mm across) when the materials are screened; and
2. Show evidence of the cellular structure of the plants from which they are derived; and
3. Either are 2 cm or less in their smallest dimension or are decomposed enough to be crushed and shredded with the fingers.

Pieces of wood that are larger than 2 cm in cross section and are so undecomposed that they cannot be crushed and shredded with the fingers, such as large branches, logs, and stumps, are not considered fibers but are considered coarse fragments (comparable to gravel, stones, and boulders in mineral soils).

Fibric Soil Materials

Fibric soil materials are organic soil materials that either:

1. Contain three-fourths or more (by volume) fibers after rubbing, excluding coarse fragments; or
2. Contain two-fifths or more (by volume) fibers after rubbing, excluding coarse fragments, and yield color values and chromas of 7/1, 7/2, 8/1, 8/2, or 8/3 (fig. 2) on white chromatographic or filter paper that is inserted into a paste made of the soil materials in a saturated sodium-pyrophosphate solution.

Hemic Soil Materials

Hemic soil materials (Gr. hemi, half; implying intermediate decomposition) are intermediate in their degree of decomposition between the less decomposed fibric and more decomposed sapric materials. Their morphological features give intermediate values for fiber content, bulk density, and water content. Hemic soil materials are partly altered both physically and biochemically.

Sapric Soil Materials

Sapric soil materials (Gr. sapos, rotten) are the most highly decomposed of the three kinds of organic soil materials. They have the smallest amount of plant fiber, the highest bulk density, and the lowest water content on a dry-weight basis at saturation. Sapric soil materials are commonly very dark gray to black. They are relatively stable; i.e., they change very little physically and chemically with time in comparison to other organic soil materials.

Sapric materials have the following characteristics:

1. The fiber content, after rubbing, is less than one-sixth (by volume), excluding coarse fragments; and
2. The color of the sodium-pyrophosphate extract on white chromatographic or filter paper is below or to the right of a line drawn to exclude blocks 5/1, 6/2, and 7/3 (Munsell designations, fig. 2). If few or no fibers can be detected and the color of the pyrophosphate extract is to the left of or above this line, the possibility that the material is limnic must be considered.

Humilluvic Material

Humilluvic material, i.e., illuvial humus, accumulates in the lower parts of some organic soils that are acid and have been drained and cultivated. The humilluvic material has a C14 age that is not older than the overlying organic materials. It has very high solubility in sodium pyrophosphate and rewets very slowly after drying. Most commonly, it accumulates near a contact with a sandy mineral horizon.

To be recognized as a differentia in classification, the humilluvic material must constitute one-half or more (by volume) of a layer 2 cm or more thick.

Limnic Materials

The presence or absence of limnic deposits is taken into account in the higher categories of Histosols but not Histels. The nature of such deposits is considered in the lower categories of Histosols. Limnic materials include both organic and inorganic materials that were either (1) deposited in water by precipitation or through the action of aquatic organisms, such as algae or diatoms, or (2) derived from underwater and floating aquatic plants and subsequently modified by aquatic animals. They include coprogenous earth (sedimentary peat), diatomaceous earth, and marl.

Coprogenous Earth

A layer of coprogenous earth (sedimentary peat) is a limnic layer that:

1. Contains many fecal pellets with diameters between a few hundredths and a few tenths of a millimeter; and
2. Has a color value, moist, of 4 or less; and
3. Either forms a slightly viscous water suspension and is nonplastic or slightly plastic but not sticky, or shrinks upon drying, forming clods that are difficult to rewet and often tend to crack along horizontal planes; and
4. Either yields a saturated sodium-pyrophosphate extract on white chromatographic or filter paper that has a color value of 7 or more and chroma of 2 or less (fig. 2) or has a cationexchange capacity of less than 240 cmol(+) per kg organic matter (measured by loss on ignition), or both.

Diatomaceous Earth

A layer of diatomaceous earth is a limnic layer that:

1. If not previously dried, has a matrix color value of 3, 4, or 5, which changes irreversibly on drying as a result of the irreversible shrinkage of organic-matter coatings on diatoms (identifiable by microscopic, 440 X, examination of dry samples); and
2. Either yields a saturated sodium-pyrophosphate extract on white chromatographic or filter paper that has a color value of 8 or more and chroma of 2 or less or has a cation-exchange capacity of less than 240 cmol(+) per kg organic matter (by loss on ignition), or both.

Marl

A layer of marl is a limnic layer that:

1. Has a color value, moist, of 5 or more; and
2. Reacts with dilute HCl to evolve CO₂.

The color of marl usually does not change irreversibly on drying because a layer of marl contains too little organic matter, even before it has been shrunk by drying, to coat the carbonate particles.

Bijlage 3

Rapport BIAX-consult: Paleoecologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het Aamsveen in ruimte en tijd



biologische archeologie &
landschapsreconstructie

Paleoecologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het Aamsveen in ruimte en tijd



BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

1041

DATUM

JUNI 2018

AUTEUR

M. VAN DER LINDEN

Colofon

Titel:

BIAX*iaal* 1041

Palaeoecologisch onderzoek naar de ontwikkeling van het Aamsveen in ruimte en tijd

Auteur:

M. van der Linden

Actor: Senior KNA specialist archeobotanie

Opdrachtgever:

Unie van Bosgroepen & Landschap Overijssel

Gemeente: Enschede

Plaats: Aamsveen

Centrumcoördinaten: 262.061 / 467.223

ISSN: 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 2018

Correspondentieadres:

BIAX *Consult*

Symon Spiersweg 7 D2

1506 RZ Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

e-mail: biax@biax.nl

www.biax.nl

1. Inleiding

In het kader van het opstellen van een advies voor natuurherstelwerkzaamheden om tot een samenhangend hoogveenlandschap van het Aamsveen te komen is multidisciplinair hydro-ecologisch onderzoek uitgevoerd in het Aamsveen. Het gaat om hydrologisch onderzoek, bodemonderzoek en paleoecologisch onderzoek.

Het paleoecologisch onderzoek is uitgevoerd om inzicht te hebben in processen die (hoog)veenvorming bepalen of hebben bepaald. Daarbij zijn vragen te beantwoorden die betrekking hebben op het vroegere ontstaan van het (hoog)veen, lokale vegetatieveranderingen en van het omliggende landschap.¹ Het voorliggende rapport beschrijft de resultaten van het paleoecologisch onderzoek.

1.1 ONDERZOEKSVRAGEN

Om tot een beargumenteerd advies voor natuurherstel te komen zijn een drietal onderzoeksvragen voor het paleoecologisch onderzoek geformuleerd:

1. Bij welke stijghoogte van het regionale water begon de veenvorming en wanneer trad vervolgens de overgang van grondwater gevoed naar regenwater gevoed veen op?
2. Hoe heeft het vroegere hoogveenlandschap van *lagg*, rand en kern eruit gezien en hoe heeft zich dat in de tijd ontwikkeld?²
3. Welke begroeiingen kwamen voor in de gradiënt van hoogveenkern naar de randen en welke tussen de koepels en hun randen?

1.2 BESCHRIJVING ONDERZOEKSGEBIED AAMSVEEN

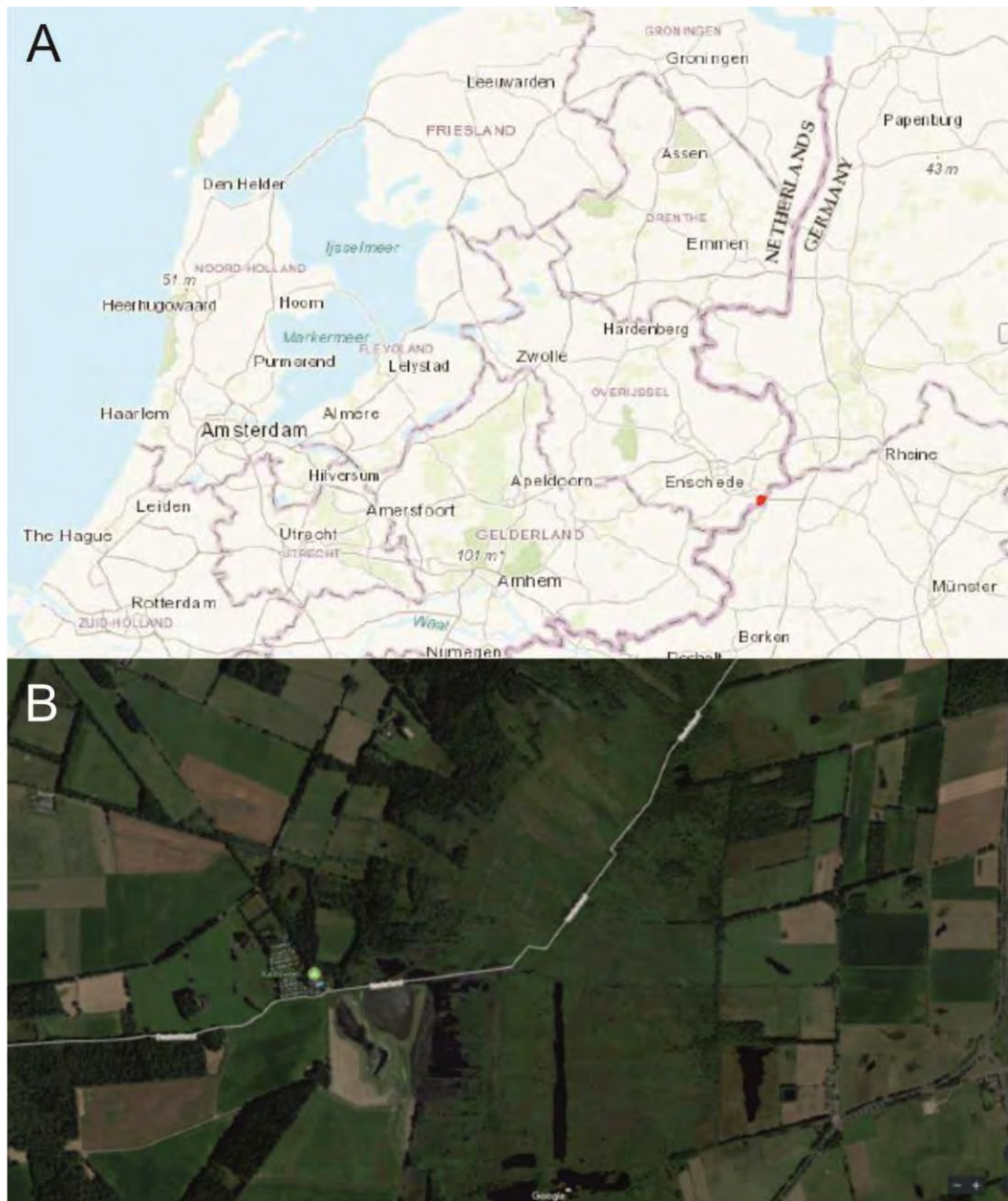
Het Aamsveen is een hoogveengebied gelegen op de Nederlandse-Duitse grens ten oosten van de stuwwal van Enschede (zie *figuur 1*). In het huidige Aamsveen is een veenpakket van tussen de 2 en 4 meter dik aanwezig. De dikte van het veenpakket loopt af richting de flank van de stuwwal. In de ondergrond bevindt zich keileem die dagzoomt in het gebied waar het Aamsveen is ontstaan. Vermoed wordt dat vanwege de keileem in de bodem grondwater en regenwater kon stagneren waarna in de laagte een vlechtend beekstelsel en moerasgebied ontstond dat zich tot een hoogveen ontwikkelde.³

¹ Zie ook de notitie paleobotanisch onderzoek van Sevink en Jansen, 31 november 2017

² In de *lagg*, dat is de zone langs de randen van hoogvenen, daar waar het grenst aan minerale bodems, heersen meer topogene omstandigheden vanwege de invloed van grondwater.

³ Deze informatie is afkomstig uit het Natura2000 beheerplan. Verkrijgbaar via <http://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=NL2003001>. Het voorliggende rapport zal hier dieper op ingaan.

Tot in de jaren zestig van de vorige eeuw is er machinaal en met de hand turf gewonnen in het Aamsveen. Vanwege deze graafwerkzaamheden zijn er in een gedeelte van het gebied lager gelegen (uitgegraven) delen en hogere wallen aanwezig. Sinds 1967 wordt het gebied beheerd door Landschap Overijssel. Vanaf 1983 heeft het samen met drie aangrenzende Duitse gebieden het Amtsvenn, het Hündfelder Moor en het kleinere Graeser Venn de status van beschermd natuurgebied.⁴ In de afgegraven delen is (hernieuwde) groei soorten als veenmossen en van Pijpestrootje vastgesteld. Op het droge veenoppervlak staat tevens Pijpestrootje en veel Adelaarsvaren.



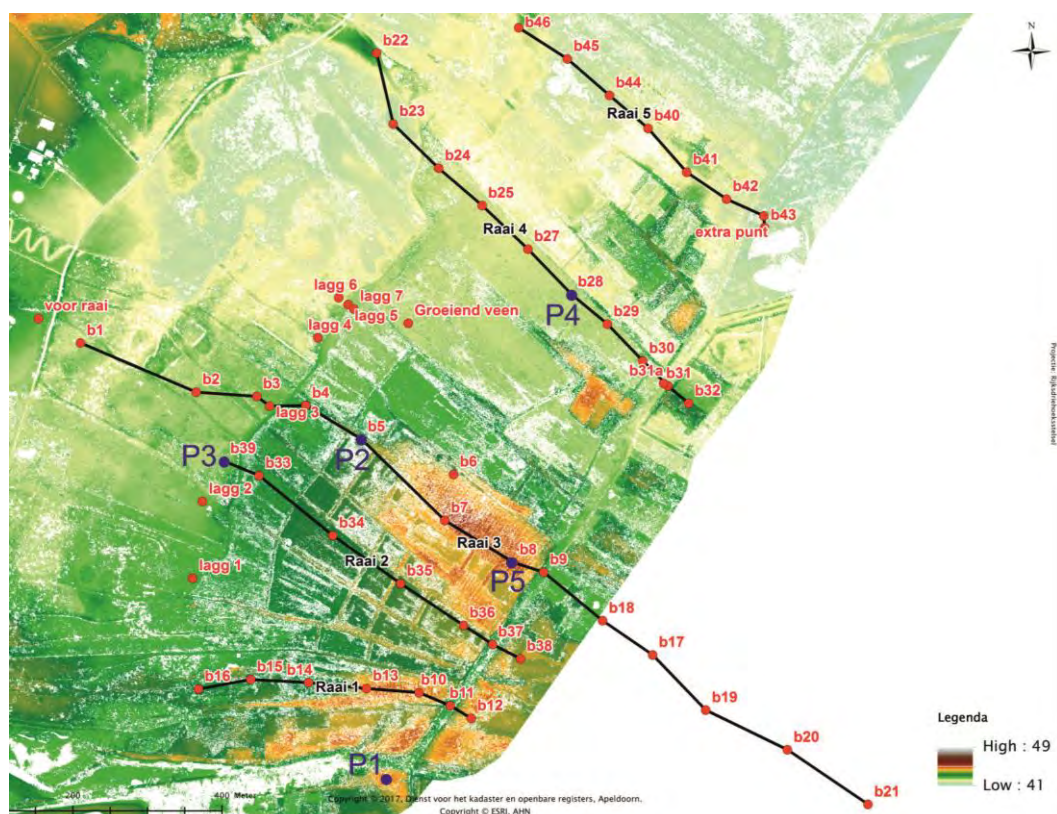
Figuur 1 Ligging Aamsveen op de topografische kaart (A, © ESRI verkrijgbaar via website Natura2000) en een luchtfoto van het natuurgebied (B, © Google maps)

⁴ <http://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=NL2003001>

1.3 BOORLOCATIES PALEOECOLOGISCH ONDERZOEK

Naar aanleiding van het verkennende bodemonderzoek in het Aamsveen zijn vijf locaties voor paleoecologisch onderzoek geselecteerd om een gedetailleerder inzicht te krijgen in de botanische samenstelling van het veen.⁵ De keuze van de locaties had betrekking op de ligging binnen het veen en de diepte van het veenpakket (zie *tabel 1* en *figuur 2*). Op de locatie met het dikste veenpakket (P1) is zowel pollen- als macrorestenonderzoek uitgevoerd om zowel de regionale als lokale vegetatie te kunnen reconstrueren. Locatie P1 bevindt zich in het zuidelijke deel van het Aamsveen, net over de Duitse grens, vermoedelijk dichtbij het centrale deel van de oorspronkelijke veenkoepel. Op deze locatie is het dikste veenpakket waargenomen. Locatie P2 en P3 bevinden zich aan de westelijke rand, waarbij P2 een hoge wal is en P3 de voormalige *lagg*-zone representeert. P4 is gelegen in de afgegraven laagte aan de noordkant van het Aamsveen. P5 is gesitueerd aan de oostelijke zijde op een hoge wal.

Op alle vijf de boorlocaties is macrorestenonderzoek uitgevoerd om de lokale successie te onderzoeken. Om de veenvorming in de tijd te kunnen plaatsen zijn tien lagen gedateerd met behulp van ¹⁴C-analyses.



Figuur 2 Ligging boorpunten van het paleoecologisch onderzoek (P1 t/m P5) in het Aamsveen op de hoogtekartaat met boorpunten van het bodemonderzoek (aangepast naar Sevink en Jansen 2017)

⁵ Sevink en Jansen 2017.

Tabel 1 Aamsveen, administratieve gegevens van de locaties van het paleoecologisch onderzoek. P = aantal monsters pollenonderzoek; M = aantal monsters macrorestenonderzoek.

Nr.	beschrijving	RD-coördinaten		maai veld m NAP	dikte veen in cm	P	M
		Oost	Noord				
P1	Zuidelijke ligging, in laagte, dikste veenpakket, nabij centrale deel	261.984,26	466.975,40	44,24	385	33	36
P2	Westelijke ligging, op flank richting stuwwal, rand	261.851,99	467.394,38	43,76	258	.	17
P3	Westelijke ligging, lagg	261.667,59	467.356,75	42,49	30 (35)	.	8
P4	Noordoostelijk ligging, in laagte, GLG	262.138,63	467.587,06	42,15	50 (170)	.	16
P5	Oostelijke ligging, op flank zandwielving	262.061,64	467.222,92	44,69	339	.	41

2. Materiaal en methode

2.1 MONSTERNAME

Op de geselecteerde locaties voor paleoecologisch onderzoek is met een Russische boor met een diameter van 7,5 cm en 50 cm lengte het veenpakket tot op de zandige ondergrond opgeboord. De hoogte van het maaiveld en de RD-coördinaten zijn ingemeten met een DGPS.⁶ De boringen zijn verpakt in gemarkeerde plastic gootjes, en naar het laboratorium van BIAX *Consult* getransporteerd. In het laboratorium zijn de boorkernen verder beschreven. Bij de boorbeschrijving is op het oog beschreven wat de grondsoort of het dominante veentype is. Deze gegevens zijn gebruikt voor het maken van de lithologische kolom in de pollen- en macrorestendiagrammen. Voor meer gedetailleerde vegetatiegegevens wordt verwezen naar de resultaten van het macrorestenonderzoek.

Tabel 2 Aamsveen, boorbeschrijving P1.

diepte (m NAP)	diepte (cm -mv)	beschrijving
44,24-43,78	0-46	doorworteld veenmosveen
43,78-41,77	46-247	veenmosveen
41,77-41,74	247-250	eenarig wollegras
41,74-41,52	250-272	veenmosveen
41,52-41,41	272-283	eenarig wollegras
41,41-41,02	283-322	veenmosveen
41,02-40,99	322-325	hout
40,99-40,625	325-361,5	veen
40,625-40,58	361,5-366	lichtgrijs zand
40,58-40,55	366-369	humeus zand/gyttja
40,55-40,39	369-385	gyttja

⁶ DGPS combinatie van R10 (5452489398) en TSC3, RS3UC83405.

Tabel 3 Aamsveen, boorbeschrijving P2.

diepte (m NAP)	diepte (cm -mv)	beschrijving
43,76-42,94	0-84	doorworteld veenmosveen
42,94-42,84	84-92	eenarig wollegras
42,84-42,59	92-117	veenmosveen
42,59-42,57	117-119	eenarig wollegras
42,57-42,48	119-128	veenmosveen
42,48-42,46	128-130	veenmosveen
42,46-42,13	130-163	veenmosveen
42,13-42,12	163-164	eenarig wollegras
42,12-41,99	164-177	veenmosveen
41,99-41,96	177-180	eenarig wollegras
41,96-41,59	180-217	veenmosveen
41,59-41,57	217-219	eenarig wollegras
41,57-41,43	219-233	veen
41,43-41,40	233-236	hout
41,40-41,33	236-243	veen en hout
41,33-41,21	243-255	veen
41,21-41,20	255-256	overgang veen/zandig veen
41,20-41,18	256-258	zandig veen

Tabel 4 Aamsveen, boorbeschrijving P3.

diepte (m NAP)	diepte (cm -mv)	beschrijving
42,44-42,29	5-20	doorworteld veen
42,29-42,23	20-26	veen
42,23-42,18	26-31	zandig veen
42,18-42,14	31-35	zand

Tabel 5 Aamsveen, boorbeschrijving P4.

diepte (m NAP)	diepte (cm -mv)	beschrijving
40,95-40,78	120-137	doorworteld, veen
40,78-40,71	137-144	veen, licht zandig
40,71-40,62	144-153	veen
40,62-40,56	153-159	veen met hout
40,56-40,54	159-161	veen met zandlaagje
40,54-40,46	161-169	veen/gyttja
40,46-40,45	169-170	humeus zand

Tabel 6 Aamsveen, boorbeschrijving P5.

diepte (m NAP)	diepte (cm -mv)	beschrijving
44,69-43,69	0-100	doorworteld veenmosveen
43,69-43,45	100-124	veenmosveen
43,45-43,40	124-129	eenarig wollegras
43,40-43,26	129-143	veenmosveen
43,26-43,24	143-145	eenarig wollegras
43,24-43,00	145-169	veenmosveen
43,00-42,94	169-175	eenarig wollegras
42,94-42,56	175-213	veenmosveen
42,56-42,52	213-217	eenarig wollegras
42,52-42,46	217-223	veenmosveen

42,46-42,42	223-227	eenarig wollegras
42,42-41,93	227-276	veenmosveen
41,93-41,90	276-279	eenarig wollegras
41,90-41,47	279-322	veenmosveen
41,47-41,46	322-323	hout
41,46-41,34	323-335	veen
41,34-41,31	335-338	zandig veen
41,31-41,30	338-339	humeus zand

2.2 MONSTERBEHANDELING VOOR MACRORESTENONDERZOEK

In het laboratorium van BIAX *Consult* zijn uit de boorkernen plakjes van 1 cm dik uit het opgeboorde materiaal gesneden. Om eventuele contaminatie te voorkomen is het buitenste laagje van de plakjes verwijderd. Het overgebleven materiaal, het submonster voor macrorestenonderzoek, had een volume van *c.* 20 ml. De submonsters zijn met water gezeefd op een set normzeven met maaswijdtes van 0,08, 0,25 en 0,5 mm. De gezeefde residu's zijn vervolgens geanalyseerd. Voor de analyse zijn alle aanwezige macroresten gedetermineerd volgens standaardwerken en met behulp van de referentiecollectie van BIAX *Consult*.⁷ Bij het onderzoek is een opvallend-lichtmicroscop gebruikt, met vergrotingen tot 10x6. De analyses zijn uitgevoerd door L. Kubiak-Martens (BIAX *Consult*). Een aantal veenmossoorten is gedetermineerd door Prof. Dr. M. Galka (Adam Mickiewicz University, Institute of Geocology and Geoinformation). Indien hout is aangetroffen in het macrorestenmonster, is dit door K. Hänninen (BIAX *Consult*) gedetermineerd.

In totaal zijn 118 monsters van vijf locaties uit het Aamsveen op macroresten onderzocht (zie *tabel 1* voor de aantallen per onderzochte locatie). Zie de resultatentabellen per onderzochte boorlocatie in de *bijlagen 1 t/m 5* voor de precieze niveaus. De resultaten van het macrorestenonderzoek zijn tevens gevisualiseerd in diagrammen met behulp van het softwareprogramma TILIA.

2.3 MONSTERBEHANDELING VOOR POLLENONDERZOEK

Van locatie P1 zijn uit 33 plakjes voor macrorestenonderzoek submonsters voor pollenonderzoek genomen (zie *tabel 7*). De submonsters zijn uit het midden van het plakje genomen en hadden een volume tussen de 1 en 3 ml. De submonsters zijn vervolgens opgewerkt tot een pollenpreparaat volgens de standaardmethode van Erdtman.⁸ De bereiding is uitgevoerd onder leiding van M. Hagen van het Laboratorium voor Sedimentanalyse van de Vrije Universiteit in Amsterdam. Aan elk monster is een bekende hoeveelheid sporen van Grote wolfsklauw (*Lycopodium clavatum*) toegevoegd.⁹ Dit maakt het mogelijk om de concentratie pollen en sporen in het preparaat te bepalen.

In eerste instantie zijn de 33 pollenmonsters geïnventariseerd om de conservering en soortenrijkdom vast te stellen. Vervolgens zijn aan de hand van

⁷ Berggren 1969, 1981; Anderberg 1994; Cappers *et al.* 2006; Körber-Grohne 1964, 1991.

⁸ Erdtman 1960; Fægri *et al.* 1989; met modificaties van Konert 2002.

⁹ Stockmarr 1971. Aan elk monster zijn 3, 5 of 6 tabletten met elk 9.666 sporen toegevoegd.

de inventarisatieresultaten in combinatie met de informatie uit het macrorestenonderzoek aan P1 20 niveaus voor analyse geselecteerd (zie *tabel 7*).

Tabel 7 Aamsveen, administratieve gegevens pollenmonsters uit P1. Verklaring afkortingen: mv = maaiveld, a = analyse, i = inventarisatie.

labcode	tabletten	volume (ml)	beschrijving	diepte (cm - mv)	m NAP	a/i
BX8001	6	2	veenmosveen	47-48	43,765	a
BX8002	6	2	veenmosveen	80-81	43,435	i
BX7946	3	2	veenmosveen	117-118	43,065	a
BX8003	6	1	veenmosveen	124-125	42,995	i
BX7947	3	2	veenmosveen	135-136	42,885	i
BX8004	6	1	veenmosveen	149-150	42,745	a
BX8005	6	1	veenmosveen	154-155	42,695	i
BX8006	6	1	veenmosveen	160-161	42,635	i
BX7948	3	2	veenmosveen	165-166	42,585	a
BX8007	6	2	veenmosveen	175-176	42,485	i
BX8008	6	2	veenmosveen	185-186	42,385	a
BX7949	3	2	veenmosveen	195-196	42,285	a
BX7950	3	2	veenmosveen	235-236	41,885	i
BX7951	3	2	veenmosveen	262-263	41,615	a
BX7952	3	2	veenmosveen	285-286	41,385	i
BX8009	6	1	veenmosveen	292-293	41,315	a
BX8010	6	1	veenmosveen	299-300	41,245	a
BX7953	3	1	veenmosveen	310-311	41,135	i
BX8011	6	1	veenmosveen	317-318	41,065	a
BX8012	6	1	veenmosveen	321-322	41,025	a
BX8013	6	1	veenmosveen	325-326	40,985	a
BX8014	6	1	veen	327-328	40,965	i
BX7939	3	1	veen	330-331	40,935	a
BX8015	6	1	veen	335-336	40,885	i
BX8016	6	1	veen	340-341	40,835	a
BX7940	3	1	veen	345-346	40,785	i
BX8017	6	1	veen	350-351	40,735	i
BX8018	6	1	veen	355-356	40,685	a
BX7941	3	1	basis veen	360-361	40,635	a
BX7942	3	3	lichtgrijs zand	362-363	40,615	a
BX7943	3	1	humeus zand	369-370	40,545	a
BX7944	3	1	gyttja	374-375	40,495	a
BX7945	3	1	gyttja	383-384	40,455	a

Zowel de inventarisatie als de analyse is uitgevoerd door M. van der Linden (BIAX *Consult*). Voor de analyse is gebruik gemaakt van een doorvallend-lichtmicroscop (Olympus BX41, met vergrotingen tot 1000 maal, eventueel met fasecontrast). De aanwezige pollentypen zijn gedetermineerd aan de hand van de pollencollectie van BIAX *Consult* en met behulp van de determinatieliteratuur.¹⁰ De nomenclatuur van de pollen- en sporentypen volgt deze literatuur. Naamgeving van planten volgt de drieëntwintigste druk van de Heukels' Flora van Nederland.¹¹ Naast pollen en sporen zijn ook NPP's (Non-Pollen

¹⁰ Beug 2004; Moore *et al.* 1991; Punt *et al.* 1976-2009.

¹¹ Van der Meijden 2005.

Palynomorfen) gedetermineerd aan de hand van determinatieliteratuur.¹² Deze NPP's (zoals mestschimmels en groenwieren) kunnen aanvullende informatie over de milieuomstandigheden en de vroegere aanwezigheid van dieren op de onderzoekslocatie geven.

De tellingen zijn verricht op basis van een pollensom van minimaal (247-) 300 stuifmeelkorrels van bomen.¹³ De percentages van het veenprofiel P1 zijn vervolgens berekend aan de hand van een boompollensom omdat het uitgangspunt is dat er een boomloos hoogveen is en dat de regionale vegetatie uit bos bestaat. Dit betekent dat al het boompollen samen op 100 procent is gesteld en dat de percentages van de overige soorten hierop zijn uitgedrukt. Op deze wijze kunnen de veranderingen in bossamenstelling goed in beeld gebracht worden. Om de veranderingen in openheid van het landschap weer te geven, zijn de percentages van alle ecologische groepen tevens berekend op basis van een totaalpollensom (alle pollen en sporen).

Om de stratigrafische volgorde tussen de monsters te behouden zijn zowel de resultaten van de polleninventarisaties als de pollenanalyses opgenomen in de tabel in *bijlage 6*. De resultaten van de pollenanalyses zijn tevens gevisualiseerd in pollendiagrammen die met behulp van het softwareprogramma TILIA zijn vervaardigd.¹⁴ In *bijlage 7* is een tabel met de Nederlandse en wetenschappelijke namen opgenomen van alle soorten die zijn aangetroffen.

2.4 MATERIAALSELECTIE ¹⁴C-ONDERZOEK

Van tien niveaus uit de vijf boorlocaties is geschikt materiaal geselecteerd voor ¹⁴C-onderzoek ten behoeve van een absolute datering van de ouderdom van het betreffende niveau. Hiervoor zijn uit de aanwezige macroresten bovengrondse plantendelen van terrestrische soorten geselecteerd voor AMS-analyse (zie *tabel 8*). De resten zijn gedroogd en naar het ¹⁴C-laboratorium van de Universiteit van Uppsala verzonden. Daar zijn de monsters onder leiding van Prof. Dr. G. Possnert gedateerd.

¹² Van Geel 1976 (T.1-T.112); Van Geel *et al.* 1981 (T.368); 1983 (T.169, 171); 2003 (T.113); van der Linden 2006 & 2007 (T.264). Miola 2012 geeft een overzicht van de literatuur waarin NPP's beschreven worden.

¹³ Hierbij is gestreefd om een totaalpollensom van tenminste 600 pollen en sporen te behalen. Echter, sommige niveaus waren erg arm aan pollen, hierbij is een maximum van twee pollenslides per monster aangehouden voor de telling.

¹⁴ Software TILIA versie 2.0.14.

Tabel 8 Aamsveen, administratieve gegevens van de materiaalselectie voor ¹⁴C-onderzoek.

nr.	diepte (cm - mv)	m NAP	gedateerde plantenresten	gewicht (mg)
P1	149-150	42,745	Lavendelheide (bladeren), Witte Snavelbies (zaad)	10
P1	361-361,5	40,6275	Den, houtskoolfragment	12
P2	224-225	41,515	Veenbloembies (bladeren), Kleine Veenbes (bladeren)	8
P2	232-233	41,435	Grove den (naalden), Zachte berk (vruchten, katjesschubben en knopschubben)	8
P2	257-258	41,185	Eenaarig wollegras	2
P3	29-30	42,195	Zachte berk (vruchten, katjesschubben en knopschubben)	3
P3	29-30	42,195	Eenaarig Wollegras (extra nagezonden)	3
P4	151-152	40,635	Grove den (kegelschubben, verkoold)	10
P5	124-125	43,45	Eenaarig wollegras	6
P5	140-141	43,285	Eenaarig wollegras	4
P5	334-335	41,345	diverse macroresten van terrestrische planten (verkoold en onverkoold)	10

2.5 VEENVORMING: GROEI EN AFBRAAK

Veenvorming wordt bepaald door een samenspel van plantengroei en afbraak. Sturende factoren die dit samenspel van groei en afbraak beïnvloeden zijn: klimaat, opbouw van de ondergrond, reliëf en waterhuishouding.¹⁵ Hierbij speelt het klimaat (temperatuur en neerslag) een belangrijke rol. Gedurende het Holoceen (de laatste ca. 10.000 jaar) lijkt temperatuur op zichzelf niet een heel kritische, beperkende factor te zijn geweest.¹⁶ Voor de afbraak van plantenresten is temperatuur echter wel van belang. Hoe warmer het is, hoe meer afbraak er zal zijn. Voor de afbraak (en ook de groei) van veenvormende planten is neerslag, stagnatie van water (weinig dynamiek) en de mate van verdamping van groot belang. Onder zeer natte, vrijwel zuurstofloze omstandigheden vindt weinig afbraak van plantenresten plaats en zal er veenvorming optreden. Deze veenvorming kan uiteindelijk leiden tot het ontstaan van veenbulten of veenkoepels (natuurlijke verhogingen in het veenlandschap). Om deze natte omstandigheden te krijgen is een neerslagoverschot in combinatie met stagnatie in de waterafvoer nodig. Bij een neerslagoverschot is de neerslag per jaar hoger dan de verdamping.

Hoogveenvorming komt op gang als de chemische samenstelling van het grondwater steeds meer door de neerslag wordt bepaald. De aanzet naar zure en zeer voedselarme omstandigheden begint reeds in het laatste verlandingsstadium van topogene veengroei bij de overgang van elzenbroek naar berkenbroek of bij de verzuring van veenmosrietland of trilveen. Door hun watervasthoudend vermogen en de actieve verzuring van hun omgeving door het afstaan van H⁺ ionen winnen de veenmossen de concurrentie van andere soorten en kan er zonder tussenstadia hoogveen gevormd worden op de

¹⁵ Van der Linden & Kooistra, in druk.

¹⁶ Casparie & Streefkerk, 1992.

minerale bodem.¹⁷ Overbeck (1975) noemt dit *wurzelechtes Hochmoor*.¹⁸ Hoogveen kan ook ontstaan op oude bosbodems.¹⁹ De overgang van topogene naar ombrogene milieuomstandigheden wordt in de vegetatieontwikkeling gemarkeerd door een sterke uitbreiding in veenmossen. In eerste instantie zullen veenmossoorten zoals Waterveenmos of Gewoon veenmos zich vestigen die in (zeer) natte omstandigheden met enige grondwaterinvloed kunnen groeien. Vanaf het moment dat de vegetatie boven de grondwaterstand verheven raakt gaan bultvormende veenmossoorten zoals Rood veenmos en Bruinveen (Veenmossen uit de sectie *Acutifolia*) domineren. Als (bultvormende) veenmossen de vegetatie domineren, zorgen deze vanwege hun sponswerking, voor een verhoogde waterspiegel in het hoogveen. De waterspiegel in een hoogveen dat onder ombrogene omstandigheden groeit kan daardoor verschillen van de regionale grondwaterstand. Met behulp van paleoecologisch onderzoek, waarbij de aanwezige plantenresten in het veen op naam gebracht worden, kan inzicht verkregen worden omtrent de veenvorming. Door bekende ecologische informatie over milieuomstandigheden waarin de aangetroffen soorten groeien te koppelen aan het historische voorkomen van soorten(groepen), kunnen ontwikkelingen in het trofieniveau gereconstrueerd worden.

Veeenvorming is een gradueel en langdurig proces. Hierbij vindt de afbraak van plantenresten over een veel langere periode plaats dan dat de groei van deze planten duurde. Afbraak vindt namelijk tevens in (sub)fossiele veenlagen plaats. Daarbij zijn dode veenmossen resistenter tegen afbraak dan andere veenplanten. De samenstelling van de vegetatie is daarom ook van belang in het afbraakproces.²⁰ In eerste instantie is de afbraak van plantenresten afhankelijk van schommelingen in de waterspiegel in het veen. Bij een hoogveen bepaald de dikte van de acrotelm (het deel van de levende en dode plantenresten die zich boven de waterspiegel van het hoogveen bevinden), de duur van de periode van afbraak en daardoor de mate van degradatie van de plantenresten. Bij een lagere waterspiegel zal er meer afbraak plaats vinden dan bij een hoge waterstand waarbij de plantenresten vrijwel direct in de catotelm (gedeelte van het hoogveenpakket dat zich continu onder de waterspiegel bevindt) worden opgenomen.²¹ Een historische, droge fase in het veen wordt daarom waargenomen als een laagje met sterker vergaand veen in het profiel. In de acrotelm, waar afbraak onder aerobe (zuurstofrijke) omstandigheden plaats vindt, wordt koolstofdioxide (CO₂) geproduceerd. In de catotelm zijn anaerobe (zuurstofloze) omstandigheden. De afbraak door bacteriële werking is hier minder groot, maar is wel aanwezig. Hierbij wordt methaan (CH₄) geproduceerd. Bij paleoecologisch onderzoek naar koolstofaccumulatie en koolstofopslag in hoogveen wordt daarom waargenomen dat in diepere lagen, die langer onderhevig zijn geweest aan afbraak, minder koolstof aanwezig is dan in jonge veenlagen in de acrotelm.²² Bij onderzoek aan koolstofaccumulatie in Siberische

¹⁷ Clymo, 1964.

¹⁸ Overbeck, 1975.

¹⁹ Casparie & Streefkerk, 1992; Van der Linden & Kooistra, in druk.

²⁰ Clymo & Hayward, 1982, Rydin *et al.* 1999.

²¹ Belya & Malmer, 2004.

²² Clymo *et al.* 1998; Van der Linden, 2007.

hoogvenen wordt echter geconcludeerd dat compactie en anaerobe afbraak een verwaarloosbare invloed hebben op de koolstofaccumulatie in ongestoorde venen.²³

Deze afbraakprocessen worden beïnvloed door schommelingen in de waterspiegel en veranderingen in waterhuishouding van het hoogveen. Dit kan natuurlijke oorzaken hebben zoals klimaatverandering of interne dynamiek (zoals een veenuitbraak, *bog burst*).²⁴ Gedurende de laatste eeuwen hebben mensen de waterhuishouding van venen (actief) beïnvloed door verandering van landgebruik in de omgeving van het veen of door het veen actief te ontwateren voor het winnen van turf. Aangezien het bekend is dat in het Aamsveen turf is gewonnen (het resultaat hiervan is nog steeds duidelijk zichtbaar), moeten we er rekening mee houden dat er verhoogde afbraak van het veenpakket is geweest. Door afbraak vindt inklinking van veen plaats, waardoor de dikte van een veenpakket afneemt en de oorspronkelijke niveau van veenvorming in de diepte mogelijk niet behouden blijft maar lager komt te liggen.²⁵ In welke mate inklinking heeft plaats gevonden is moeilijk (of niet) vast te stellen. De afbraak zal het hoogste zijn in het bovenste gedeelte van het veenpakket waar de waterspiegel sterk is gedaald. De diepste delen van het veen zijn mogelijk minder beïnvloed door de actieve ontwatering, maar zijn langer onderhevig geweest aan afbraakprocessen. Bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen over stijghoogte van het grondwater dienen we dit in acht te nemen. We spreken hier dan ook over de gereconstrueerde overgang van topogene naar ombrogene vegetatie. De huidige niveau's (in m NAP) die hierbij genoemd worden representeren het minimale niveau in het historische (hoog)veen. Dit geldt niet voor het niveau waarop topogene veenvorming begon omdat het zand waarop het veen is gevormd niet aan afbraak of inklinking onderhevig is. Hierbij is het niveau van de aanvang zandig veen aangehouden als start van topogene veenvorming. Door middel van ¹⁴C-dateringen kunnen deze niveaus gedateerd worden.

3. Resultaten

De resultaten van het pollen- en macrorestenonderzoek zullen per locatie beschreven worden. De resultaten van het pollenonderzoek zijn, op basis van de veranderingen in de soortensamenstelling van het boompollen, opgedeeld in pollenzones die de klimaatperiodes representeren (zie *figuur 3* en *bijlage 6*). De resultaten van het macrorestenonderzoek zijn opgedeeld in biozones die veranderingen in de lokale vegetatie representeren (*figuren 4 en 7, 9 t/m 11, bijlagen 1 t/m 5*). De resultaten worden geïnterpreteerd aan de hand van de biozones uit het macrorestenonderzoek. Om de veranderingen in regionale en lokale vegetatie in de tijd te kunnen plaatsen zal, waar mogelijk, de informatie uit het ¹⁴C-onderzoek gebruikt worden (zie *tabel 9* voor een schematisch overzicht).

²³ Borren 2004.

²⁴ Van Geel *et al.*, 2014; Casparie & Streefkerk, 1992.

²⁵ Enkel indien het niveau van veenvorming direct op de zandgrond plaats vond.

In *bijlage 7* is een verklarende soortenlijst met Nederlandse en wetenschappelijke plantennamen weergegeven.

3.1 ¹⁴C-DATERINGEN

Om inzicht te krijgen over de start van de veenvorming en hoe de veenontwikkeling chronologisch verliep op de verschillende boorlocaties zijn tien lagen gedateerd met de ¹⁴C-methode (zie *tabel 9*).²⁶ De veenvorming ving als eerste aan op locaties P1 en P4 waarna het veen zich uitbreidde naar locaties P5 en P2. Op locatie P3, in de *lagg*, startte de veenvorming als laatste van deze locaties. Het chronologische verloop van de veenvorming wordt uitgebreider besproken in paragraaf 3.7.

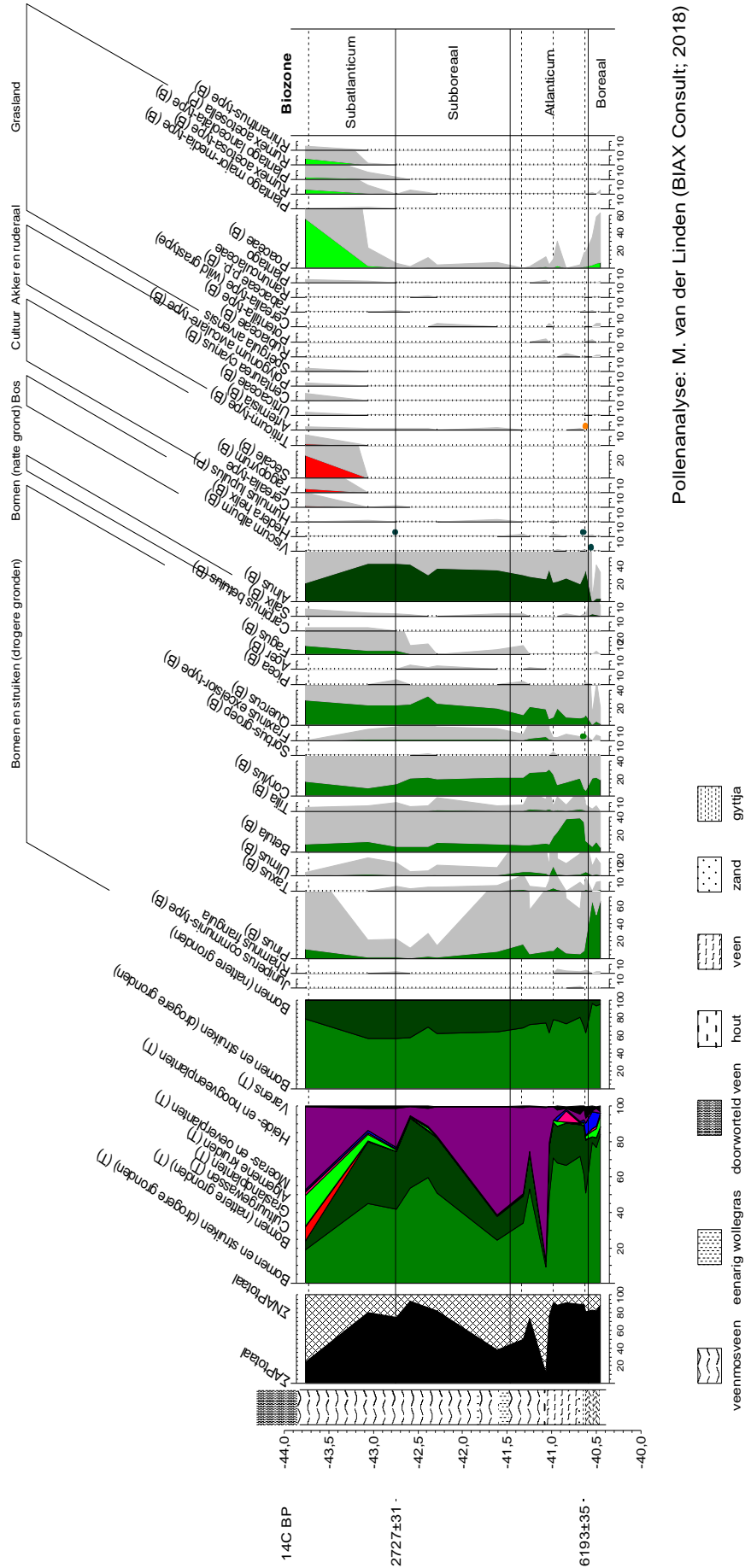
Tabel 9 Aamsveen, resultaten van het ¹⁴C-onderzoek. De ¹⁴C-data zijn gekalibreerd met de IntCal 13 atmosferische curve met het softwareprogramma Oxcal v.3.10.

Locatie	m NAP	labcode	ouderdom (¹⁴ C BP)	gekalibreerd (2 sigma)
P3	42,195	UA-58000	102,1 ± 0,5 pmC	1955-1956, 2012-2013, 2013-2016 n. Chr.
P1	42,745	UA-57996	2727 ± 31	930-810 v. Chr.
P5	43,445	UA-58002	2815 ± 32	1060-890 v. Chr.
P5	43,285	UA-58003	3057 ± 32	1410-1220 v. Chr.
P3	42,195e	UA-58921	4237 ± 68	3020-2620 v. Chr.
P2	41,185	UA-57999	4200 ± 38	2900-2830, 2820-2660 v. Chr.
P2	41,515	UA-57997	4716 ± 31	3640-3550, 3540-3490, 3470-3370 v. Chr.
P2	41,435	UA-57998	4866 ± 34	3710-3630, 3570-3530 v. Chr.
P5	41,345	UA-57597	5325 ± 34	4260-4040 v. Chr.
P4	40,635	UA-58001	5975 ± 35	4960-4740 v. Chr.
P1	40,6275	UA-57596	6193 ± 35	5290-5240, 5230-5030 v. Chr.

Figuur 3 Opvolgende pagina's: Aamsveen - locatie P1, weergave van de resultaten van het palynologisch onderzoek weergegeven op de huidige NAP-hoogte. Legenda (bolletje = plusje): + = sporadisch aanwezig, ++ = veel aanwezig, +++ = zeer veel aanwezig, +++++ = extreem veel aanwezig, B = pollentype volgens Beug, P = pollentype volgens Punt, T = percentageberekening op basis van een totaalpollensom van alle aanwezige pollen en sporen. Om de veranderingen in pollentypen met lage percentages beter zichtbaar te maken is er een grijze envelop (met een overdrijving van factor 10) om de curves geplot.

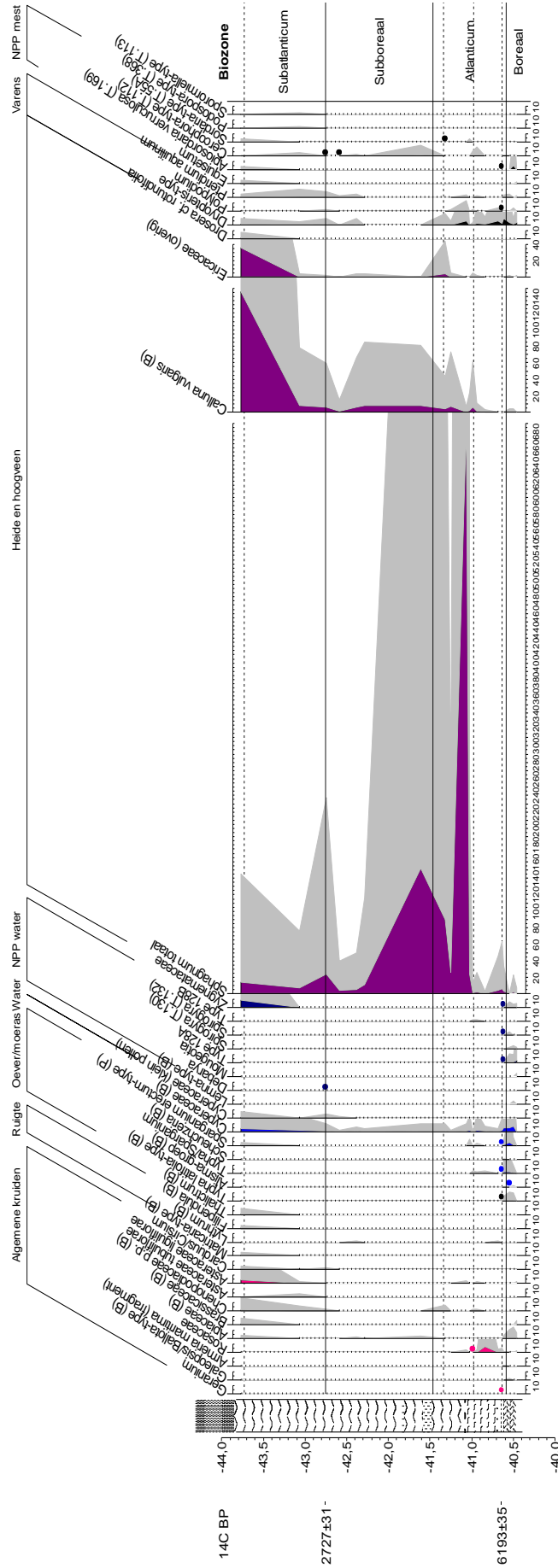
²⁶ Possnert & Beckel 2018a, Possnert & Beckel 2018b, Possnert & Beckel 2018c..

Aamsveen P1
Pollen, sporen en niet-pollen palynomorfen



Pollenanalyse: M. van der Linden (BIAX Consult; 2018)

Aamsveen P1
Pollen, sporen en niet-pollen palynomorfen



Pollenanalyse: M. van der Linden (BIAX Consult; 2018)

Figuur 4 Op vorige pagina: Aamsveen - locatie P1, weergave van de resultaten van het macrorestenonderzoek weergegeven op de huidige NAP-hoogte. Legenda: de staafjes zijn aantallen, de bolletjes (plusjes in tabel) representeren abundantiescores. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

3.2 LOCATIE P1: ZUID

3.2.1 P1 biozone A1 (Boreaal en Vroeg-Atlanticum)

Biozone A1 beslaat het diepste gedeelte van boring P1 uit de zuidelijke laagte (onderzochte monsterniveaus tussen 40,40 en 40,625 m NAP; zie *figuur 3 en 4 en bijlage 1*). Aan de hand van het pollenbeeld kunnen deze monsters in het Boreaal en Vroeg-Atlanticum geplaatst worden (zie *figuur 3 en bijlage 6*).

In de diepste drie monsters (tot 40,545 m NAP) wordt het bos gedomineerd door Den en Hazelaar, het aandeel van overige loofbomen als Els, Iep, Eik en Linde is laag. Dit is typisch voor een bosvegetatie uit het Boreaal.²⁷

De veenvorming in de zuidelijke laagte is in een moerassige vegetatie begonnen. Het onderzochte materiaal bestaat uit zeer humeus zand tot zandig veen. Het bevat weinig determineerbare macroresten. In de matrix van de monsters is zand aanwezig en veel fijne worteltjes die niet op naam te brengen zijn. Wel zijn vijf zaden van Lisdodde en één van Waterweegbree aangetroffen (40,545 m NAP).²⁸ De genera Lisdodde en Waterweegbree zijn oever- en moerasplanten die voorkomen in oevervegetatie en op moerassige bodems die af en toe droogvallen. Het pollenbeeld uit biozone A1 bevestigt dit vegetatietype. Naast het stuifmeel van (Grote) Lisdodde en Waterweegbree is in P1 biozone A1 het stuifmeel van Egelskop, Cypergrassen, Grassen, Wilg en Groenwieren die met vochtige bodems of waterrijke omstandigheden worden geassocieerd. Op diepte 40,495 m NAP is stuifmeel van het Kroos-type waargenomen. Kroos is een drijvende waterplant die om deze reden geen indicatie geeft voor de waterdiepte. Het kan zowel op open water als tussen de oevervegetatie drijven. Kroos komt tevens voor in bospoelen (die af en toe droogvallen) of in riet- en zeggemoeras. Wel is de aanwezigheid van Kroos een indicatie voor neutraal tot (matig) voedselrijk zoet water.²⁹ Andere waterplanten zijn niet waargenomen in het pollen of de macroresten uit deze fase. Ook zijn macroresten van bomen afwezig. Wel is stuifmeel van Wilg aangetroffen. Wilg produceert weinig stuifmeel. Dit stuifmeel wordt door insecten verspreid. Het aantreffen van stuifmeel van Wilg is daarom een indicatie dat in de nabije omgeving van de boorlocatie Wilg in de vegetatie aanwezig was. Vermoedelijk was in de vroegste fase moerasbos met Wilg en zeggemoeras aanwezig in de nattere delen van het landschap. Deze

²⁷ Vergelijk met Van Geel 1981, 'De Borchert'.

²⁸ Tevens zijn enkele resten van Eenarig wollegras en blaadjes van Veenmossen aangetroffen. Deze maken zeer waarschijnlijk geen belangrijk onderdeel uit van het vegetatietype gedurende het Boreaal. Gezien de relatief zandige context is het niet onmogelijk dat jongere resten in de bodem terecht zijn gekomen. Ook pollen kan infiltreren in zandige bodems (zie Dimpleby 1961). Het pollenbeeld geeft daar echter geen aanleiding toe om dat te vermoeden. Wel opvallend is de aanwezigheid van het stuifmeel van Beuk op 40,495 m NAP. Deze komt normaal gesproken niet voor in het Boreaal in Nederland en behoorde waarschijnlijk dan ook niet tot de vegetatie in deze periode.

²⁹ Weeda *et al.* 1994, 231-235.

vegetatietypen wijzen op relatief voedselrijke omstandigheden. Het stuifmeel van het Granen-type dat in deze fase is aangetroffen is vermoedelijk afkomstig van wilde grassoorten die tevens dergelijke grote pollenkorrels maken zoals Liesgras en Mannagras.

De overgang van Laat-Boreaal naar Vroeg-Atlanticum wordt op locatie P1 gekenmerkt door een laagje van grijs zand dat de top van biozone A1 markeert. De pollenpercentages van Den en Hazelaar zijn sterk afgenomen terwijl Els, Eik en Berk sterk zijn toegenomen.³⁰ De pollenconcentratie van het grijze zand is erg laag. Vermoedelijk betreft het herafgezet materiaal en is het zand vanwege een kortdurende gebeurtenis op deze locatie terecht gekomen. In het zand is een fragment van stuifmeel van Engels gras aanwezig. Engels gras komt in de huidige Nederlandse vegetatie enkel in de kustgebieden voor. In het Laatglaciaal maakte Engels gras echter onderdeel uit van de kruidachtige toendravegetatie.³¹ Daarnaast is er een zeldzame variant '*elongata*' van Engels gras die hedentendage op droge grazige zandgronden voorkomt, in Nederland is dit met name in Limburg maar deze variant heeft een wat uitgebreider areaal in Duitsland.³² Er zijn dan ook twee mogelijkheden waarop dit zand op deze locatie terecht is gekomen. Of het betreft stuifzand dat van een nabijgelegen droge zandige locatie is ingestoven of het betreft zand dat met een overstroming in het moerassige gebied is afgezet. Recent pollenonderzoek aan podzolbodems uit de omgeving van Laren (NH) laat zien dat aan het eind van het Boreaal en in het Vroeg-Atlanticum er verzuring en bodemdegradatie optrad in zandige, hogergelegen delen van het landschap aldaar. Als gevolg hiervan raakten bodems overstoven met zand.³³ Mogelijk is zand ingestoven vanaf een nabije hogergelegen locatie. Echter, aangezien vermoed wordt dat het Aamsveen ontstaan is in een beekdal is het aannemelijker dat er gedurende een kortdurende overstromingsfase zand (mogelijk uit een aangesneden oudere zandlaag) is afgezet. Ook in deze laag is stuifmeel van Grote Lisdodde aanwezig. Grote Lisdodde is een moerasplant die van een veranderend milieu houdt en aangeeft dat in deze fase het nog een dynamisch landschap betrof.³⁴ Hoewel er geen macroresten van Els zijn aangetroffen is in de zandige laag een kleine piek van stuifmeel van Els en van sporen van het Niervaren-type aanwezig. In deze fase was er in de omgeving en mogelijk tevens lokaal elzenbroekbos aanwezig. Binnen het Niervaren-type vallen verschillende varensoorten die in elzenbroekbos voor kunnen komen zoals Moerasvaren en Kamvaren. Mogelijk is een gedeelte van het stuifmeel met het zand meegekomen en is het niet afkomstig van een vegetatie van dichterbij de beekloop.

Een opvallende verschijning in het pollenbeeld is de aanwezigheid van *Taxus* (ookwel Ijf of Venijnboom genoemd). Daar waar het relatief zeldzame *Taxus* wordt waargenomen betreft het meestal pollenonderzoek aan veen uit het Subboreaal afkomstig uit het Nederlandse kustgebied.³⁵ Daar wordt *Taxus*

³⁰ Vergelijk Van Geel 1981, pollendiagram 'De Borchert'.

³¹ Van Geel *et al.* 2008.

³² Westhoff *et al.* 1973, 207. Hultén 1950.

³³ Sevink en van Geel 2018.

³⁴ Weeda *et al.* 1994, 244-255.

³⁵ Munaut 1967, Deforce & Bastiaens 2007, Verbruggen *et al.* 2015.

geassocieerd met een specifieke laagveenvegetatie van elzen- en berkenbroek die bestaat uit Zwarte Els, Berk, Wateraardbei, Pluimzegge, Hoge Cyperzegge, Grote Wederik, Wolfspoot en Moerasvaren. In andere delen van Europa, zoals in Engeland, Ierland, Luxemburg, Duitsland en Zweden wordt *Taxus* sporadisch reeds vanaf het Laat-Boreaale en Vroeg-Atlanticum in pollendiagrammen waargenomen.³⁶ *Taxus* kan op vrijwel elke bodemsoort groeien in de ondergroei van bos. In Engeland en in België is *Taxus* met name aanwezig op goed ontwaterde kalkrijke grond op hellingen.³⁷ In Nederland komt *Taxus* hier en daar voor op lichte, vochthoudende, lemige en kalkhoudende bodem in loofbos in Twente (mogelijk als afstammeling van tuinbomen).³⁸ De aanwezigheid van stuifmeel van *Taxus* vanaf het (Laat-)Boreaale in het Aamsveen laat zien dat *Taxus* in deze periode reeds haar standplaats had in Twente. Mogelijk is het hier een indicator voor de aanwezigheid van kalkrijke milieuomstandigheden in de omgeving en/of kwam *Taxus* voor in het broekbos.

3.2.2 P1 biozone A2 (Midden-Atlanticum tot Laat-Atlanticum)

De basis van het veen 40,6275 m NAP is gedateerd in het Midden-Atlanticum (6193 ± 35 ¹⁴C BP, gekalibreerde ouderdom 5290-5240, 5230-5030 v. Chr.). In de basis van het veen zijn drie zaden van Lisdodde aangetroffen en niet op soort te determineren worteltjes van kruidachtigen en houtige planten. Daarnaast zijn meerdere houtskoolfragmenten van Den aangetroffen.³⁹ Tevens zijn sclerotia van de Zwarte peperkorrelzwam aangetroffen. Dit betekent dat de bodem goed doorlucht was en er afbraak van organisch materiaal plaats vond. Dit blijkt tevens uit de extreem hoge pollenconcentratie van bijna 21 miljoen stuifmeelkorrels per ml in deze dunne laag. De accumulatie van organisch materiaal lijkt dan ook bijzonder traag te zijn verlopen.⁴⁰

In de basis van het veen neemt het percentage stuifmeel van Els iets af en neemt het percentage stuifmeel van Berk sterk toe. Gedurende biozone A2 neemt het aandeel van Els verder af (tot *ca.* 20%) en is Berk de dominante boomsoort (*ca.* 35%). Lokaal ontwikkelt het (berken-)elzenbroek zich tot een berkenbroekbos. Dit indiceert verzuring en een afnemende beschikbaarheid van nutriënten. Hierin komen soorten als Egelskop, Lisdodde, vermoedelijk Wateraardbei (komt voor binnen het Ganzerik-type) of een andere kruidachtige/struik uit de Rozenfamilie, Sporkehout en Veenmos in voor. In de vroegste fase is stuifmeel van Kattestaart en Ooievaarsbek gevonden. In de latere fase van biozone A2 komt op de drogere plekken Struikhei (of Gewone dophei) voor. Op de hogere gronden kwam gemengd loofbos met Eik, Hazelaar, Linde en Iep voor. Ook *Taxus* was aanwezig in of nabij het veen. Den was vermoedelijk aanwezig op de hogere gronden, maar vanaf 40,835 m NAP worden macroresten van Grove den aangetroffen die duiden op lokale aanwezigheid van Den in de venige vegetatie. Ook zijn macroresten van Zachte (?) berk aanwezig. Dit gaat samen met het voorkomen

³⁶ Deforce & Batiaens 2007.

³⁷ Deforce & Batiaens 2007.

³⁸ Weeda *et al.* 1985, 59.

³⁹ Het houtskool van den is gedateerd.

⁴⁰ Het betreft een laagje van 1,5 cm dik!

van Eenarig wollegras en zijn blad- en stamresten van Haarmos aanwezig. Deze soorten zijn kenmerkend voor de voedselarme en zure grond waarop berkenbroekbos voorkomt. De sporen van het Niervaren-type kunnen goed afkomstig zijn van Kamvaren die tevens in berkenbroekbos voorkomt.⁴¹

3.2.3 P1 biozone B (Laat-Atlanticum-Subboreaal)

Vanaf 40,985 cm (*ca.* 4430 v. Chr., geëxtrapoleerde datering) is Veenmos *sectie Acutifolia* de dominante mossoort.⁴² Veenmos *s. Acutifolia* vormt bultvormende kussens onder ombrogene (regengevoede) omstandigheden. Vanaf dit moment worden de milieuumstandigheden zeer voedselarm en raken verheven boven de grondwaterstand waardoor ook Grove Den en Berk zich niet op het hoogveen kunnen handhaven. Het aantal sporen van Veenmos en schimmelsporen en microfossielen die met hoogveenvegetatie zijn geassocieerd nemen zeer sterk toe. In de vroegste fase van de hoogveenvorming zijn nog macroresten van Grove Den en Zachte (?) berk aanwezig. Na 41,065 m NAP verdwijnen deze bomen uit het hoogveen. Ook Eenarig Wollegras is in de vroegste fase nog vrij veel aanwezig. De matig minerotrafente mossoorten Rood viltmos en (Veen)haarmos komen in deze fase nog in kleine hoeveelheid voor, maar Veenmos *s. Acutifolia* is dominant en vormt ongeveer 90% van de matrix. Het gaat hier zeer waarschijnlijk om Rood veenmos. In de vroegste fase van hoogveenvorming vestigt Kleine veenbes zich. Van de heideachtigen is Kleine veenbes een soort die op de overgang tussen slenk en bultvegetatie groeit (zie ook *figuur 4 en 5*).⁴³ Deze zien we dan ook als eerste soort in de successie verschijnen, gevolgd door Lavendelheide, Dophei en Struikhei. Dit gaat gepaard met het voorkomen van schimmelsporen van het Type 10, Type 12 en *Meliola cf. Niessleana* (T.14) die parasiteren op de verschillende heisoorten.⁴⁴ Op monsterdiepte 41,315 zijn vijf verkoalde blaadjes van Kraaihei aanwezig. Kraaihei komt voor op voedselarme en zure zand- of veengrond doorgaans op de meer droge plaatsen. In een hoogveen zal dit op de hoogste bulten zijn of op een (door het veen ingesloten) zandkopje. Kraaihei wordt vaak geassocieerd met een vegetatie van Jeneverbes, maar daar zijn geen aanwijzingen voor in het pollenbeeld.⁴⁵ Vanaf monsterdiepte 41,385 m NAP vormt Veenmos *s. Acutifolia* vrijwel 100% van de matrix. Binnen de heidesoorten komt Struikhei het meeste voor. Ook Eenarig Wollegras kwam voor op bulten in het hoogveen. Aan de hand van de verandering in boompollensamenstelling in deze fase kunnen we afleiden dat dit zeer waarschijnlijk op de overgang van het Laat-Atlanticum naar het Subboreaal is (*ca.* 3500 v. Chr.). Na 41,315 m NAP is er een afname in stuifmeel van Iep en is Beuk aanwezig. De afname van Iep wordt ookwel de *Elm decline* genoemd.⁴⁶ Deze wordt geassocieerd met de toename van landbouwactiviteiten, *Landnam*, door de

⁴¹ Weeda *et al.* 1985, 91-93. Barkman 1995.

⁴² Tussen 40,99 en 41,03 m NAP was een dik stuk hout van Grove den aanwezig in de boring, waardoor de veensamenstelling van dit deel niet onderzocht kon worden.

⁴³ Weeda *et al.* 1988, 50-51.

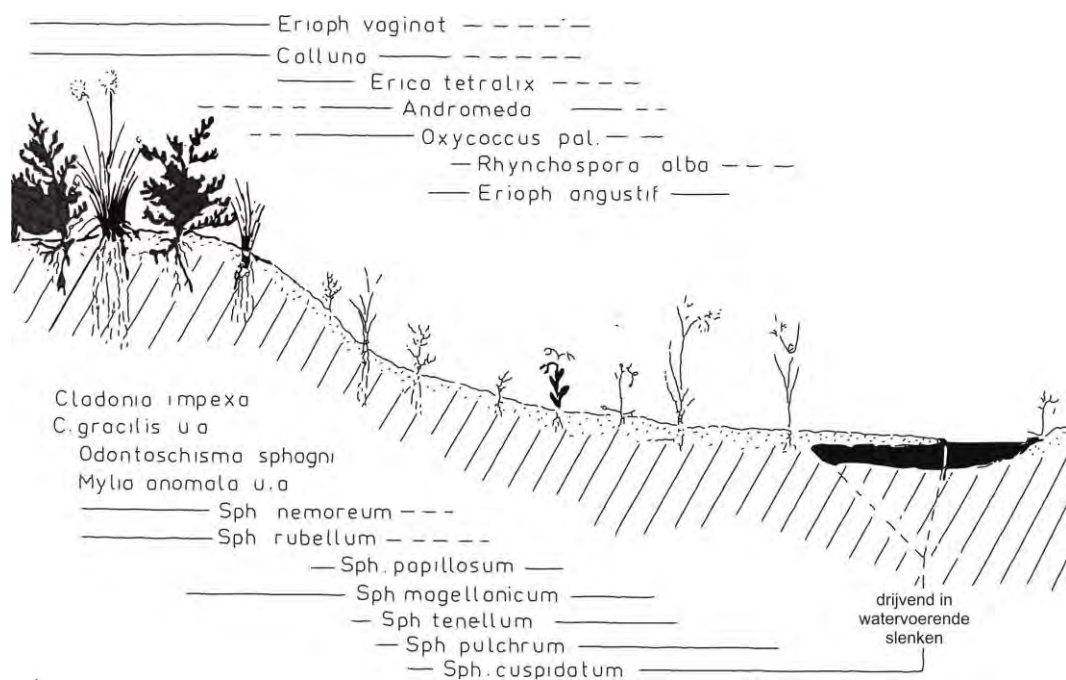
⁴⁴ Van Geel 1976; 1981.

⁴⁵ Wel is stuifmeel van Jeneverbes aangetroffen in een dieper gedeelte van het veen 40,685 m NAP in de vroegste fase van biozone A2.

⁴⁶ Maes *et al.* 2006.

eerste boeren, maar zou ook veroorzaakt kunnen zijn door de iepenziekte.⁴⁷ Uit de pollenanalyses uit deze fase zijn echter geen duidelijke indicatoren voor menselijke activiteiten in de omgeving van het Aamsveen aanwezig. In de omgeving was elzenbos en waarschijnlijk tevens berkenbos (mogelijk met Den, Eik en Taxus) aanwezig in de lagere, natte delen van het landschap en op de hogere gronden kwam Eik en Hazelaar en met Iep, Linde, Berk mogelijk Den, Taxus en Beuk voor. In het Aamsveen worden pas vanaf 42,385 m NAP (Laat-Subboreaal) stuifmeelkorrels van het zuring-type en een kleine toename van stuifmeel van grassen gezien. De typische indicator voor boskap, Smalle weegbree-type, wordt echter niet waargenomen gedurende het Subboreaal. Ook zijn er geen grote veranderingen in pollenpercentages van de aanwezige boomsoorten die met boskap te maken zouden kunnen hebben.

In de top van biozone B komt Witte snavelbies voor. Deze soort komt met name in de slenken voor en geeft aan dat het veen (lokaal) wat aan het vernatten was. Ook Dophei komt met name in de top van biozone B voor. Dophei heeft een wat nattere standplaats dan Struikhei (zie *figuur 5*).



Figuur 5 Schematische weergave van bult en slenkvegetatie in een hoogveen (aangepast naar Overbeck 1975).

3.2.4 P1 biozone C (Subatlanticum)

De overgang van het Subboreaal naar het Subatlanticum en de overgang van biozone B naar C vallen samen. Deze overgang wordt gekarakteriseerd door een verandering in dominante veenmossosort. De verandering in vegetatie wordt geassocieerd met een verandering in het klimaat naar nattere en koelere

⁴⁷ Iversen 1941, Doorenbosch 2015, 21-24.

omstandigheden.⁴⁸ De verandering staat bekend als de overgang van Oud veenmosveen naar Jong veenmosveen. Op locatie P1 wordt deze overgang gemarkeerd door een dun laagje veen van Waterveenmos (42,745 m NAP). Uit dit laagje zijn blaadjes van Lavendelhei en Witte Snavelbies gedateerd (2727 ± 31 ¹⁴C BP). De gekalibreerde ouderdom ligt tussen de 930 en 810 v. C. Hierna is Bultveenmos dominant aanwezig. Daarnaast worden macroresten van Witte Snavelbies, Dophei en Struikhei gevonden. Eenarig wollegras is minder aanwezig. Er vindt dus nog steeds hoogveenvorming plaats met bulten en slenken. De bulten zijn echter minder hoog dan die in zone B.

In het Subatlanticum neemt het aandeel van Beuk toe en doet Haagbeuk zijn intrede in de bosvegetatie op de hogere gronden. Het totale boompollen neemt met ca. 10% af gedurende het Subatlanticum. Dit wordt met name veroorzaakt door een afname in Hazelaar. De afname van Hazelaar heeft zeer waarschijnlijk een natuurlijke oorzaak en kan gerelateerd worden aan de toename van Beuk in de bosvegetatie gedurende het Subatlanticum. Dit wordt in veel Europese pollenstudies waargenomen waaronder ook bij een andere pollenstudie uit het Aamsveen.⁴⁹ Het blijft echter een bosrijke omgeving. De afname van boompollen gaat gepaard met een toename in stuifmeel van Struikhei. Struikhei groeit lokaal op het hoogveen maar kan ook in heidevegetatie op de drogere gronden voorkomen. Mogelijk betreft het verdroging van het veen of is het hier een indicatie voor toename van de openheid van de vegetatie op de hogere gronden in de omgeving. In het Subatlanticum (biozone C) worden namelijk tevens stuifmeelkorrels van Smalle weegbree-type en het Granen-type gevonden. Dit betekent dat er menselijke activiteiten zoals akkerbouw en vermoedelijk boskap in de omgeving zijn.

Op monsterdiepte 43,065 m NAP zijn sclerotia van de Zwarte peperkorrelzwam aanwezig. Ook zijn op dit niveau veel worteltjes van heideachtigen (50% van de matrix) en resten van Struikhei aanwezig. Daarbij vertoont het schimmeltype T.12 een extreem hoge piek in deze laag. Dit betreft waarschijnlijk een zeer droge fase in het veen. Enkel in deze laag is stuifmeel van het Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type aanwezig. Grote en Getande weegbree komen op open, vochtige, voedselrijke vaak betreden grond of in akkers en in open plekken in grasland. Ruige weegbree komt voor op min of meer kalkrijke grond in graslanden, op dijken en in bermen.⁵⁰ Het is zeer onwaarschijnlijk dat deze soort in het hoogveen groeide. Daarom geeft de pollenvondst van dit type aan dat de openheid en het gebruik van het landschap in de omgeving van het Aamsveen toenam. Mogelijk had dit invloed op de waterhuishouding van het veen. Opvallend is dat enkel op dit niveau een klein aantal sporen van mestschimmels die alleen op mest voorkomen worden aangetroffen. Het gaat om het Menhirzwammetje-type (*Podospora*-type, T.368) en het Brokkelspoorzwam-type (*Sporormiella*-type, T.113). Ook het Piekhaarttonnetje-type (*Cercophora*-type, T.112) komt voor, maar deze soort kan ook op rottende plantenresten groeien (en komt ook in andere niveaus voor). Het

⁴⁸ Van Geel *et al.* 2014.

⁴⁹ Daniëls 1963, 71-74.

⁵⁰ Van der Meijden 2005, 996-997.

hoogveenoppervlak was in deze fase dus droog genoeg voor dieren om te betreden.

3.2.5 P1 biozone D (Middeleeuwen en later)

Biozone D beslaat de top van het veen vanaf ongeveer 50 cm onder het maaiveld. Het betreft een macromonster uit het veraarde veen (43,765 m NAP). Hierin zijn blaadjes van Bultveenmos aangetroffen. Daarnaast zijn vele bovengrondse resten van Dophei en in mindere mate van Struikhei en Lavendelhei en worteltjes van heideachtigen aanwezig. Ook zijn de zaden van Witte snavelbies gevonden. Het betreft een vegetatietype dat wordt aangetroffen op de overgang van slenk naar bult in een hoogveen. Het is dan ook zeer opvallend dat in deze laag vier zaden van Gewone spurrie zijn gevonden. Ook het pollenbeeld uit deze laag is zeer afwijkend van dat van de oudere lagen. Het boompollenpercentage is minder dan 24%, wat betekent dat het landschap in de omgeving zeer open was.⁵¹ Het areaal van elzenbos is sterk afgenomen. Dit maakte waarschijnlijk plaats voor weidegrond. Tevens is er een sterke toename in stuifmeel van Struikhei, grassen en cultuurgewassen. Er is stuifmeel van Rogge en Boekweit en van diverse akkeronkruiden waaronder Gewone spurrie en Korenbloem aangetroffen. De aanwezigheid van Boekweit laat zien dat het om een laatmiddeleeuws (of jonger) pollenassemblage gaat.⁵² De toename in het pollenpercentage van Den kan er op wijzen dat er in de omgeving reeds Den werd aangeplant. Het is bekend dat in de 18^e en 19^e eeuw Boekweit werd gekweekt op afgebrande hoogveengrond, de 'boekweitbrandcultuur'. In het Noord-Oost Nederland en in Noord-West Duitsland (onder andere in het Boertangerveen (en in delen van Duitsland) werd deze veencultuur toegepast. Hiervoor werd een gedeelte van het hoogveen ontwaterd door greppels te graven, waarna het oppervlak in brand werd gestoken. Nadat het vuur (eindelijk) was gedoofd werd het gewas gezaaid op het verbrande, asrijke veenoppervlak. Op deze manier werd hoofdzakelijk Boekweit verbouwd.⁵³ Ook Rogge en Gewone spurrie konden op deze manier worden geteeld. Gewone spurrie is namelijk zowel een akkeronkruid als een voedselplant (tevens als veevoer gebruikt). Het is een van de weinige landbouwgewassen die samen met Boekweit goed groeit op arme zand- en hoogveengronden.⁵⁴ Het is dan ook niet onmogelijk dat in een deel van het van het Aamsveen (of in de omgeving) er sprake was van 'boekweitbrandcultuur'. Een andere verklaring voor de aanwezigheid van deze soorten is dat het via uitwerpselen van dieren op het veen terecht is gekomen (en mogelijk via wortelgangen dieper in het veraarde veen is geraakt). De enorme toename van stuifmeel van Struikhei in deze laag doet vermoeden dat het oppervlak van het hoogveen op een gegeven moment droog genoeg was om begrazing door vee mogelijk te maken. Een andere mogelijkheid is dat het heideareaal waarin Struikhei domineert sterk is uitgebreid in de omgeving. Op de historische topografische kaarten uit 1891 (en waarschijnlijk ook de oudere kaarten) is te zien

⁵¹ Groenman – van Waateringe 1986.

⁵² Van Haaster 1997.

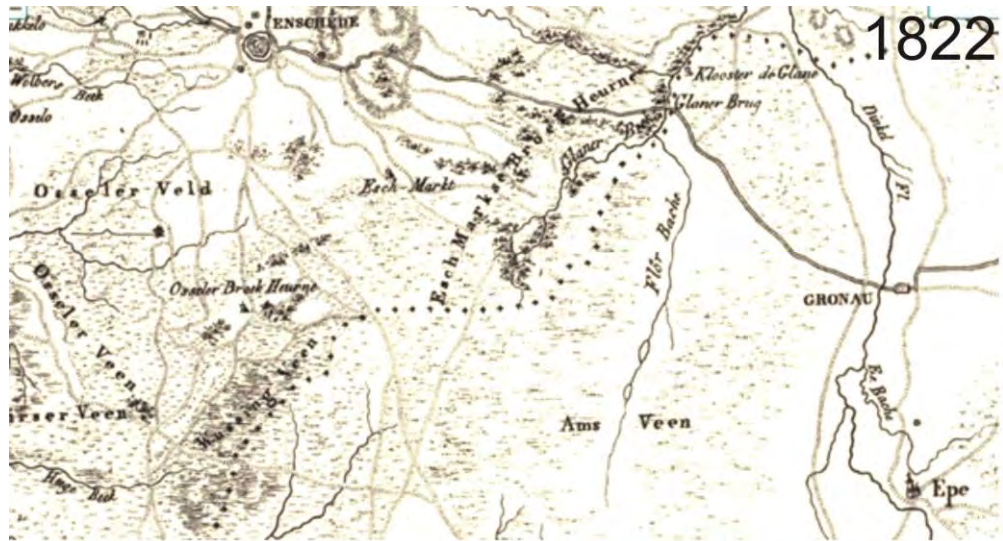
⁵³ Weeda *et al.* 1985, 45.

⁵⁴ Weeda *et al.* 1985, 199-200.

dat het gebied ten westen van het Aamsveen een woeste grond met heide vegetatie was (zie *figuur 6*). Gezien de afname van stuifmeel van els vonden de ontginningen waarschijnlijk voornamelijk plaats in de beekdalen in de omgeving. De hogere gronden waren al eerder (gedurende het Subatlanticum) in cultuur gebracht.

Indien er boekweitbrandcultuur heeft plaats gevonden in het Aamsveen is het gedeelte waarin veel greppels aanwezig zijn (tussen boorlocaties P2 en P5; zie *figuur 2*) mogelijk de locatie geweest. In de macrorestenmonsters van alle boorlocaties zijn verkoolde veenmosblaadjes en stammetjes en verkoolde 'hoofdjes', een cluster van bladeren aan de toppen van veenmosplantjes, aangetroffen. Ook zijn verkoolde resten van heideachtigen aanwezig. Deze zijn echter in het hele profiel aanwezig. De verkoolde 'hoofdjes' van veenmosplantjes duiden mogelijk op oppervlakkige brandjes. Duidelijke brandlagen zijn niet aangetroffen bij het bemonsteren. De veenbrandjes kunnen een natuurlijke oorzaak hebben gehad. Westhoff *et al.* (1973) beschrijft een proces wat gaande is in aftakelende hoogvenen waar 'boekweitbrandcultuur' heeft plaats gevonden. Hij beschrijft dat de afwateringsgreppels zich vullen met een door Pijpestrootje begroeide veenrug. Naast deze veenrug ontstaan secundaire slenken met lage secundaire ruggen die met Pijpestrootje begroeid zijn.⁵⁵

⁵⁵ Westhoff *et al.* 1973, deel III, 183.



Figuur 6 Chronologisch overzicht van topografische kaarten van de regio om rondom het Aamsveen tussen ca. 1825 en 1940 (kaarten beschikbaar via www.topotijdreis.nl).

3.3 LOCATIE P4: NOORD, AFGEGRAVEN LAAGTE

3.3.1 P4 biozone A1

In de zandige gyttja basis van boring P4 (40,455 m NAP) is een megaspore van *Selaginella selaginoides* aangetroffen. Dit wijst op een Laatglaciale datering van dit niveau. Daarop is een moerassige vegetatie aanwezig waarin Lisdodde en cypergrassen (waaronder zegge-soorten) voorkomen. Vermoedelijk is het gyttja-achtige pakket op deze locatie net als het gyttja-achtige pakket uit de basis van locatie P1 gevormd onder relatief voedselrijke omstandigheden tijdens het Boreaal en Vroeg-Atlanticum.

3.3.2 P4 biozone A2

De moerassige vegetatie met Lisdodde maakt plaats voor een veenvormende vegetatie met Eenarig Wollegras, Haarmos, Gewoon veenmos, Bultveenmos en Grove Den. Ook zijn rhizoomresten van Moerasvaren aanwezig. Hieruit kan worden afgeleid dat er minerotrofe omstandigheden waren maar dat het milieu wel voedselarmer en zuurder werd. Een kegelschub van Grove Den is gedateerd in 4960-4740 v. Chr. (40,635 m NAP). Vanaf dat moment worden resten van heidesoorten Dophei en Struikhei aangetroffen. In het monster daarboven (40,645 m NAP) is echter een recent zaadje van Pijpestrootje aanwezig. Daarboven is tussen 40,695 en 40,705 m NAP een zandlaagje aanwezig. We moeten daarom voorzichtig zijn met de interpretatie van het bovenliggende veen. Vermoedelijk is het verstoord geraakt gedurende of na het afgraven van het veenpakket. Het lijkt er sterk op dat het hoogveen geheel is verwijderd op deze locatie. Hoogveen levert namelijk de beste turf op!

3.4 LOCATIE P5: OOST, FLANK ZANDWELVING

3.4.1 P5 biozone A

In de zandige basis van het veen zijn veel niet-determineerbare wortelresten en sclerotia van Zwarte peperkorrelzwam (*Cenococcum geophilum*) aangetroffen (biozone A1, *figuur 8*). Tussen 41,305 en 41,345 m NAP zijn stengel- en rhizomepidermis van Moerasvaren aangetroffen. Moerasvaren komt voor op bodems waar matig voedselrijk tot zwakzuur water bijna tot aan het oppervlak staat. Moerasvaren wordt hedentendage vaak aangetroffen in rietmoerassen. Het kan echter ook voorkomen in zeggemoeras, langs heidevennen en in moerasbos (bijvoorbeeld in elzenbroekbos). Aan de hand van zowel de vondsten van wortelperiderm, mycorrhiza (microworteltjes) en naaldfragmenten van Grove den kan echter afgeleid worden dat deze boom op de monsterlocatie groeide. Het verdwijnen van Moerasvaren kan gezien worden als een indicatie voor een toename van zure en voedselarme milieuomstandigheden. Dit houdt verband met de toenemende veendikte en is gedateerd ca. 4150 v. Chr. (4260-4040 v. Chr., 41,345 m NAP).

In de daaropvolgende fase (biozone A2) worden macroresten van Grove den, Struikhei en Dophei aangetroffen. Op monsterdiepte 41,415 m NAP is Eenarig wollegras dominant aanwezig, wat een indicatie voor een natte fase is. Op monsterdiepte 41,475 m NAP is echter verkoold zaad van Kraaihei aangetroffen, wat aangeeft dat er tevens zeer droge bulten in het veen waren. In de andere onderzochte dieptes uit biozone A2 zijn Haarmos en enkele Veenmosblaadjes van de sectie *Acutifolia* en Bultveenmos aanwezig. Lokaal speelden er dus processen als verarming, verzuring en vernatting van de vegetatie.

3.4.2 P5 biozone B1

Vanaf 41,515 m NAP (ca. 3840 v. Chr., geëxtrapoleerde datering) wordt de ombrogene vegetatie gedomineerd door Veenmos sectie *Acutifolia* en Bultveenmos. Op dit niveau zijn nog worteltjes van Grove den aanwezig. In monsterdiepte 41,575 m NAP zijn geen resten van Grove den aangetroffen en is er sprake van een boomloos hoogveen (ca. 3500 v. Chr.). Op monsterdiepte 42,695 m NAP is een korte fase met Rood viltmos aanwezig. De dominante veenvormer is Veenmos s. *Acutifolia*. Daarnaast zijn Struikhei en Dophei aanwezig. Resten van Kleine veenbes en Lavendelhei komen later in de vegetatie voor, tussen 42,195 en 42,455 m NAP. In deze laatste monsterdiepte is tevens veel Eenarig Wollegras aanwezig.

3.4.3 P5 biozone B2

Hoewel Veenmos sectie *Acutifolia* de dominante veenmossoort blijft, is vanaf 43,205 tot 43,265 m NAP tevens Veenbloembies aanwezig. Tussen 43,245 en 43,255 is ook Witte Snavelbies aangetroffen. Dit betreft een nattere fase in de veenvorming. Veenbloembies komt voor onder natte, (zeer) zwak minerotrofe omstandigheden bijvoorbeeld in slenken van hoogveen, tussenveenmoerassen of

langs vennen.⁵⁶ Op locatie P5 was echter reeds hoogveenvorming aan de gang. De aanwezigheid van Veenbloembies in Biozone B2 kan een indicatie zijn voor een tijdelijke toename van de voedselrijkdom, bijvoorbeeld door invloed van grondwater op de vegetatie. Het is zeker een indicatie voor de aanwezigheid van zeer natte omstandigheden (die klimaat-gestuurd kunnen zijn geweest). Het (eerste) verdwijnen van de aanwezigheid van Veenbloembies is gedateerd tussen 1410 – 1220 v. Chr. Daarna zijn Veenbloembies en Witte Snavelbies nogmaals waargenomen tussen 43,355 en 43,395 m NAP. Eenarig wollegras is veel aanwezig in biozone B2. De ouderdom van resten van Eenarig wollegras uit de top van Biozone B2 ligt tussen de 1060 en 890 v. Chr.

3.4.4 P5 biozone C

Na 1060 - 890 v. C. vindt de overgang van Oud naar Jong veenmos plaats. Vanaf 43,475 m NAP wordt het hoogveen gedomineerd door Bultveenmos. Eenarig wollegras is niet waargenomen in biozone C. Wel is Witte snavelbies aanwezig. Naar de top van van biozone C lijkt het aandeel van heideachtigen in de vegetatie af te nemen. Enkel Dophei is waargenomen.

Figuur 8 Volgende pagina: Aamsveen - locatie P5, weergave van de resultaten van het macrorestenonderzoek weergegeven op de huidige NAP-hoogte. Legenda: de staafjes zijn aantallen, de bolletjes (plusjes in tabel) representeren abundantiescores. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

⁵⁶ Weeda *et al.* 1991, 237.

3.5 LOCATIE P2: FLANK NAAR STUWWAL

3.5.1 P2 biozone A1

In de basis van het zandige veen tussen 41,185 en 41,265 m NAP zijn houtskoolfragmenten, worteltjes van zegge en zaden van Moeraszegge aangetroffen. Deze laag is zichtbaar als het grijsbruine zandige deel rechts in de boorkern (zie *figuur 9*). Moeraszegge komt voor op natte tot relatief droge standplaatsen waar de invloed van diep grondwater overheersend is. Moeraszegge komt daarom voor in tal van loofbostypen op vochtige tot voedselrijke bodem (hier vermoedelijk elzenbroekbos). Op relatief voedselarme bodem komt moeraszegge voor samen met Hennegras.⁵⁷ In de basis van P2 zijn tevens zaden van Hennegras aangetroffen. Daarnaast is een zaadje van (mogelijk) Braam aangetroffen. De veenvorming op de flank richting de stuwwal ving aan in een zeggemoeras waar onder relatief voedselrijke omstandigheden veen werd gevormd. In de top van biozone A1 worden resten van Zachte berk gevonden wat wijst op de aanwezigheid van een berken(broek)bos in de nabije omgeving en dat er sprake was van geleidelijke verzuring. In de zandige basis zijn tevens resten van Eenarig Wollegras aanwezig. Deze geven echter een jongere ¹⁴C-datering dan twee bovengelegen gedateerde lagen. Deze ¹⁴C-datering wordt daarom niet als representatief geacht voor de basis, het zeggeveen. Indien we de vegetatiesuccessie en diepte vergelijken met locatie P5, kunnen we afleiden dat de veenvorming hier vanaf *ca.* 4200 v. Chr. aanving. Gezien de diepere ligging (in een kom) dan locatie P5, zal de veenvorming hier vermoedelijk wat eerder zijn gestart dan op locatie P5.



Figuur 9 Basis van het veen (rechts) op minerale ondergrond zoals waargenomen bij het veldwerk op boorlocatie P2.

3.5.2 P2 biozone A2

Vanaf monsterniveau 41,355 m NAP zijn zowel veel ondergrondse en bovengrondse macroresten van Grove den aanwezig die wijzen op lokale groei van deze boomsoort. Daarbij is Zachte berk nog steeds aanwezig. In deze fase wordt Eenarig wollegras aangetroffen en diverse mossoorten zoals (Gewoon) Haarmos en Veenmos van de sectie *Cuspidata*. Dit niveau (41,435 m NAP) is ¹⁴C-gedateerd tussen 3710-3530 v. C. De lokale omstandigheden werden natter en verzuurden. In deze fase zijn zelfs de tere bladfragmenten van Berk bewaard

⁵⁷ Weeda *et al.* 1991, 308-311.

gebleven. Vanaf 41,445 m NAP verandert de veenmossamenstelling en zijn Hoogveenveenmos en Uitgebeten veenmos aanwezig. Hoogveenveenmos is met name bekend uit relatief recent veenpakketten gevormd gedurende de laatste 1500 jaar. Dan vervangt het Bultveenmos als dominante veenvormer, naar wordt aangenomen omdat Hoogveenveenmos meer nutriënten die vanuit de lucht worden aangedragen kan verdragen.⁵⁸ In de Nederlandse venen wordt Hoogveenveenmos benoemd als soort die ook voorkomt in 'hangveen'. Dit veentype heeft een helling en is grondwater-gevoed.⁵⁹ De klassieke standplaats is echter als bultvormer in goed ontwikkeld (levend) hoogveen met regenwatervoeding.⁶⁰ Uitgebeten veenmos is een soort die voorkomt op de overgang van zuur water naar grondwater gevoede systemen. Uitgebeten veenmos wordt daarom aangemerkt als 'lagg-soort'. Deze voor Nederland zeer zeldzame soort wordt in de huidige vegetatie slechts op een paar plekken in de vegetatie aangetroffen, waaronder twee locaties in Twente.⁶¹ In deze fase (P2 biozone A2) is er nog sprake van invloed van het grondwater op de vegetatie. De invloed van het groeiende hoogveen (in het zuidoostelijke deel van het Aamsveen; locatie P1), zorgde voor vernatting en verzuring.

3.5.3 P2 biozone B1

In de basis van biozone B1 is Hoogveenveenmos de dominante veenmossoort en worden er veenmosbulten gevormd. In deze vroegste fase van hoogveenvorming is tevens Veenbloembies aanwezig, wat wijst op een zekere invloed van grondwater op de vegetatie. Ook Rood viltmos is nog aanwezig. Macroresten van bomen zijn echter niet meer aangetroffen. Heideachtigen als Kleine veenbes en Lavendelhei vestigen zich als eerste gedurende de hoogveenontwikkeling op deze locatie. De basis van biozone B1 heeft een gekalibreerde ouderdom tussen 3640-3370 v. C.

3.5.4 P2 biozone B2

Vanaf monsterniveau 41,645 m NAP is Veenmos sectie *Acutifolia* (Rood of Bruin veenmos) dominant aanwezig en wordt Hoogveenveenmos niet meer waargenomen. In de basis van biozone B2 komt Eenarig wollegras veel voor. Vanaf 42,325 m NAP komt Struikhei zeer veel voor op het relatief droge veenoppervlak. Tussen 42,82 en 42,94 m NAP is op het oog een fase met zeer veel Eenarig wollegras in het profiel onderscheiden. Vervolgens is er wederom een vegetatie bestaande uit Veenmos sectie *Acutifolia* en Struikhei aanwezig (42,955 m NAP).⁶²

⁵⁸ McClymont *et al.* 2008; McClymont *et al.* 2009.

⁵⁹ Joosten *et al.* 2017, 525.

⁶⁰ Smith 2004, 54. <https://www.verspreidingsatlas.nl/3011>.

⁶¹ Smith 2004, 100. <https://www.verspreidingsatlas.nl/3021>.

⁶² Vanwege de veraarding en doorworteling van de top van het veen, is deze niet verder op macroresten onderzocht.

Figuur 10 Vorige pagina: Aamsveen - locatie P2, weergave van de resultaten van het macrorestenonderzoek weergegeven op de huidige NAP-hoogte. Legenda: de staafjes zijn aantallen, de bolletjes (plusjes in tabel) representeren abundantiescores. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

3.6 LOCATIE P3: LAGG

3.6.1 P3 biozone A/B

Op 29,5 cm onder maaiveld (42,195 m NAP) is een zaadje van Zachte berk gedateerd. Dit zaadje bleek echter een recente datering te hebben. Het heeft een gekalibreerde ouderdom tussen 1955 – 1956 AD of tussen 2013 – 2016 AD. De huidige vegetatie bestaat uit een berkenbos. Mogelijk betreft het een zaadje dat ruim zestig jaar geleden in de venige laag terecht is gekomen (mogelijk tijdens graafwerkzaamheden voor de turfwinning?). De kalibratiegegevens geven echter aan dat de kans het grootste is dat het zaadje gedurende de laatste vier tot één jaar in de bodem is terecht gekomen.⁶³

In de basis van het veen zijn resten van diverse vegetatietypen samen aangetroffen. Dit is te verklaren samen met resultaten uit het hydro-ecologisch onderzoek uitgevoerd door Bell & Hullenaar. Daaruit is namelijk gebleken dat de basis van het veenpakket op deze locatie in de zomer boven de grondwaterspiegel ligt en dus droog komt te liggen.⁶⁴ Het gaat dan ook om zeer vergaan en ingeklonken veen. Het lijkt alsof de biozones A1, A2 en het vroegste deel van B van locaties P2 zijn samengedrukt. Zo komt Zegge-radicelle samen voor samen met Witte Snavelbies, moerasvaren en heideachtigen. De veenvorming op deze locatie lijkt te zijn gestart met een vegetatie van Grove Den (en Zachte berk, mogelijk zijn alle resten van Zachte berk recent) en Eenaarig Wollegras. Mogelijk ging hier een fase met zeggeveen aan vooraf. In de vegetatie was (vermoedelijk) Gewoon veenmos aanwezig. Gewoon veenmos komt voor op water verzadigde plekken met zuur, niet extreem voedselarm water zoals bijvoorbeeld in broekbos, maar ook in venige terreinen, voedselarme bossen en natte heides. Plekken met basenrijk water of voedselrijk water zijn niet geschikt als groeiplaats.⁶⁵ De soortensamenstelling van Grove den, Eenaarig wollegras en Gewoon veenmos geeft aan dat in de veenontwikkeling is begonnen onder zure en voedselarme omstandigheden. De resten van Eenaarig wollegras uit de basis van het veen (42,195 m NAP) hebben een gekalibreerde datering van 2820 ± 200 v. Chr. Daarna vond er vermoedelijk een overgang naar veen met heidesoorten als Struikhei en Dophei plaats.

⁶³ Het veldwerk vond plaats in oktober 2017. Kalibratiegegevens: 2013.77-2016.75 cal AD, 2 sigma: 0,673.

⁶⁴ Persoonlijke communicatie met Bell & Hullenaar per email op 20-4-2018.

⁶⁵ Smith 2004, 52.

verplaatsten de moerasveenvorming en laggen zich steeds verder westwaarts en raakten de hogere delen (verder) met hoogveen overgroeid.⁶⁶

Gedurende het Boreaal en het Vroeg-Atlanticum was er in de lageregelegen een moerassige vegetatie aanwezig waarin diverse zeggesoorten, Lisdodde, Egelskop en Waterweegbree voorkwamen (P1 biozone A1; zie *figuur 13 en 14*). Hoewel er geen macroresten van bomen zijn aangetroffen in deze periodes lijkt het pollenbeeld te duiden op de aanwezigheid van een wilgenbos nabij de boorlocatie P1 gedurende het Boreaal. In het Vroeg-Atlanticum was er elzenbos in de omgeving aanwezig. In deze fase was de accumulatie van organisch materiaal zeer traag. Met andere woorden: de organische productie kan hoog geweest zijn, maar de afbraak onder voedselrijke omstandigheden was ook hoog en daarom was de netto organische productie laag. De accumulatie van organisch materiaal ving aan gedurende het Midden-Atlanticum. De opbouw van het veenpakket begon in de laagstgelegen delen in het gebied, namelijk P1 (5300-5030 v. Chr.) en P4 (4960-4740 v. Chr.). Op locatie P1 ontwikkelde zich uit een deze moerassige vegetatie een berkenbroekbos, wat verzuring en een afname in nutriënten aangeeft (biozone A2). Lokaal kwamen tevens Grove den en Eenarig wollegras voor. Ook op P4 was er sprake van een moerassige vegetatie met lisdodde waarna Eenarig wollegras en Grove den de overhand kregen. Op locatie P1 was dit in het Laat-Atlanticum (*ca.* 4500 v. Chr., geëxtrapoleerde datering), alwaar een door Veenmos van de sectie *Acutifolia* gedomineerde hoogveenvegetatie ontstond (biozone B, Oud veenmosveen).⁶⁷

Op locatie P5, op de flank van de zandwieling, begon de veenvorming later in het Laat-Atlanticum (*ca.* 4150 v. Chr.). In eerste instantie was er vegetatie met Moerasvaren (P5 biozone A1). Naarmate de omstandigheden voedselarmer en zuurder werden ontwikkelde, relatief snel, een lokale vegetatie met Eenarig Wollegras en Grove den (P5 biozone A2). Op locatie P2, ten westen van de zandopwieling en gelegen in een kom op de flank naar de stuwwal, begon de eerste veenvorming vermoedelijk net iets eerder dan op locatie P5 aan de oostkant van de zandopwieling. Op locatie P2 had de vegetatiesuccessie echter een ander verloop vermoedelijk vanwege meer basenrijke omstandigheden op deze locatie. Hier was de voormalige *lagg*-zone. De veenvorming aldaar start met zeggeveen van Moeraszegge waarna tevens Eenarig Wollegras, Grove den en Zachte Berk voorkomen. Deze laatste drie geven aan dat de omstandigheden voedselarmer zijn geworden en er verzuring optrad als gevolg van het groeiende hoogveen in de omgeving. Vanaf *ca.* 3600 v. Chr. breidt de veenmosgroei zich uit met een fase waarin Waterveenmos domineert, gevolgd door een fase met Uitgebeten veenmos. Vanaf *ca.* 3500 v. Chr. is er een fase waarin Hoogveenveenmos de mossen domineert. Tevens is Veenbloembies aanwezig. Deze vegetatie ontwikkelt zich door tot een hoogveenvegetatie met hoge bulten en slenken gedomineerd door *S. s. Acutifolia*. Na (vermoedelijk) *ca.*

⁶⁶ Een gedeelte van de tekst is overgenomen uit de vervolgnote paleobotanisch onderzoek en hoogveenherstel in het Aamsveen (Jansen *et al.* 2018). Voor een synthese van de resultaten van het paleobotanisch onderzoek, hydro-ecologisch en bodemonderzoek en de uitgangspunten voor een herstelstrategie wordt verwezen naar de vervolgnote (Jansen *et al.* 2018).

⁶⁷ De transitie naar ombroegen veen was niet meer aanwezig in het veenprofiel op locatie P4.

3400 v.Chr. ontstaat tevens een ombrogene hoogveenvegetatie gedomineerd door *S. s. Acutifolia* op locatie P5. Als gevolg hiervan schuift de lagg westwaarts richting de stuwwal van Enschede. Vanaf ca. 3000 v. Chr. wordt op locatie P3 veen gevormd. Vermoedelijk was op deze locatie tevens zeggeveen aanwezig wat naarmate de verzuring toenam overgang in een vegetatie gedomineerd door Eenarig wollegras en Grove den. Op locatie P5, op de flank van de zandopwelling, is een zeer natte fase (biozone B2) waarin Veenbloembies aangetroffen wordt omstreeks 1300 v. Chr. Op locaties P5 en P1 is de overgang naar Jong Veenmosveen resp. net na 1060 tot 890 v. Chr. en tijdens 930 tot 810 v. Chr. Deze overgang wordt gekenmerkt door een verandering in dominante veenmossoort van Veenmos *s. Acutifolia* naar Bultveenmos. Deze overgang markeert tevens de overgang van het Subboreaal naar Subatlanticum. Op locatie P1 is in deze periode een dun laagje Waterveenmos aanwezig wat een zeer natte fase aangeeft. Op locatie P2 volgt deze op een door Eenarig Wollegras gedomineerde fase. Gedurende het Subatlanticum domineert Bultveenmos de bulten en Witte snavelbies de slenken (biozone C). Mogelijk heeft de veenvorming tot in de Middeleeuwen voort geduurd. Op 48 cm onder het maaiveld op locatie P1 is namelijk stuifmeel van cultuurgewassen zoals Rogge en Boekweit aangetroffen (biozone D). Het is echter tevens mogelijk dat jongere pollen en zaden in het veraarde veen zijn geïnfiltreerd. In deze laag is namelijk geen Hoogveenveenmos aangetroffen, dat vaak voorkomt in veen uit de Middeleeuwen.⁶⁸ Uit het pollenbeeld wordt duidelijk dat het aandeel heidevegetatie in de omgeving (en vermoedelijk ook op of aan de rand van het Aamsveen) sterk is toegenomen. Dit duidt vermoedelijk op verdroging van het veenoppervlak. De randzone van het veen wordt waarschijnlijk begraasd en in de omgeving vindt akkerbouw plaats. Het areaal van elzenbos is afgenomen, vermoedelijk als gevolg van ontginning van beekdalgronden om weidegebied te creëren.

3.7.2 Veenaccumulatiesnelheid

Aan de hand van de gekalibreerde ouderdom van de basis van biozone A2 en die van de top van biozone B van locaties P1 en P5 kan de gemiddelde veenaccumulatiesnelheid berekend worden. Op locatie P1 gaat het om 2,115 m veenvorming in ca. 4290 jaar. Dit komt neer op een veenaccumulatiesnelheid van 0,49 mm/jaar (20,3 jaar/cm). Op locatie P5 gaat het om 2,10 m veenvorming in ca. 3175 jaar. Dit komt neer op een veenaccumulatiesnelheid van 0,66 mm/jaar (15,2 jaar/cm). Op locatie P2 zijn twee niveaus op korte afstand van elkaar gedateerd. In deze fase is een hoge veenaccumulatie van 0,96 mm/jaar aanwezig. In deze fase is Uitgebeten veenmos aanwezig, die bekend staat als snelle groeier. Deze accumulatiesnelheid wordt dan ook niet representatief geacht voor het hele veen. De gemiddelde veenaccumulatiesnelheid van ca. 0,58 mm/jaar in het Aamsveen is vergelijkbaar met de (mid-)Holocene veenaccumulatiesnelheden uit twee

⁶⁸ Dupont 1986. Zie ook de paleoecologische studie van het Meerstalblok en Bargerveen (voormalig Bourtangerveen). De werkelijke top van het veen is echter niet in onderzocht omdat deze zeer veraard was en recente plantenwortels het veen duidelijk verstoord hebben.

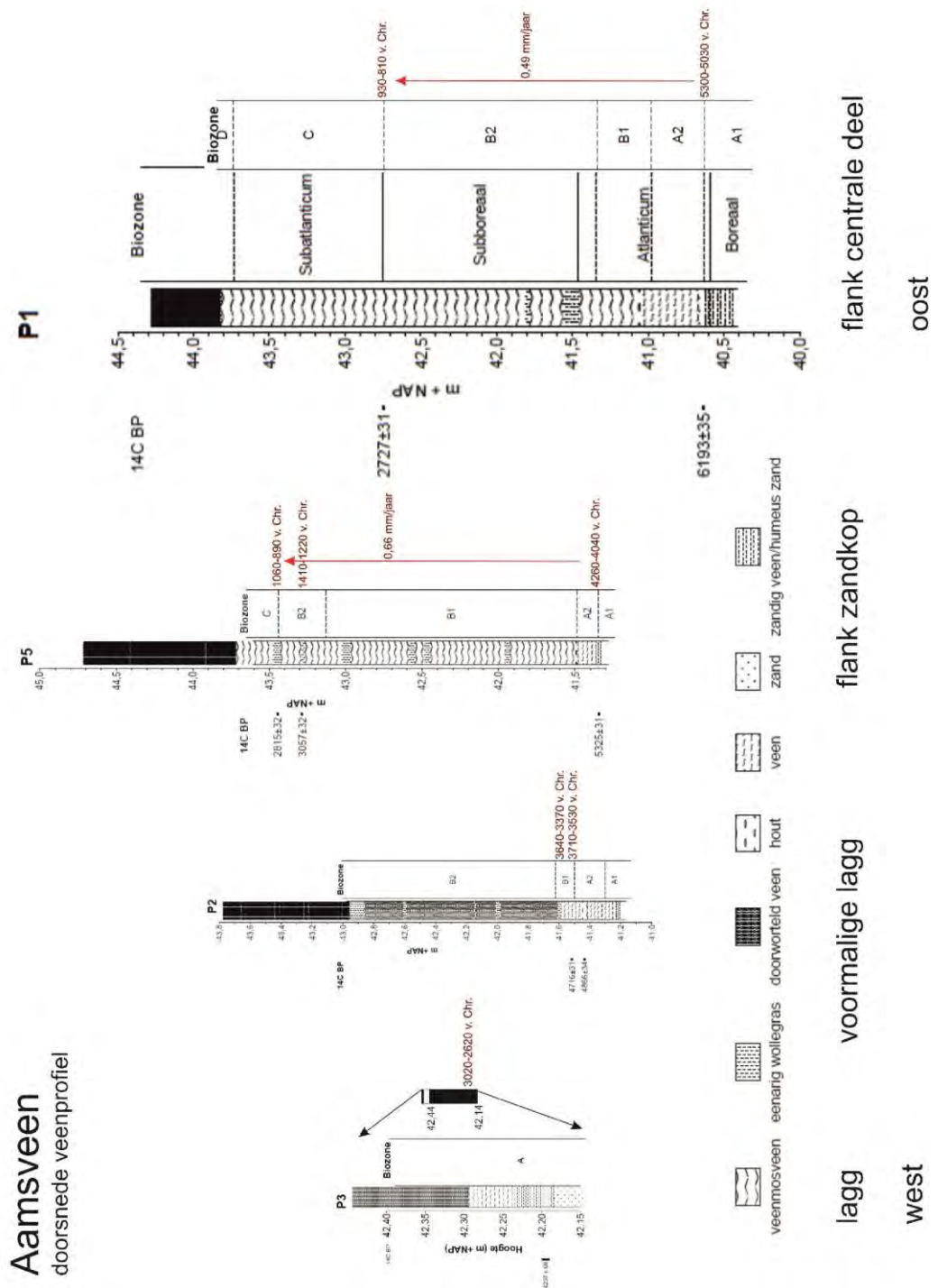
Deense veengebieden Dosenmoor (0,5 mm/jaar) en Svanemosse (0,7 mm/jaar). Voor andere venen in Scandinavië, Duitsland en Polen lag de accumulatiesnelheid hoger tussen 1,7 en 3,5 mm/jaar. Deze laatgenoemde studies betreffen echter enkel hoogveenvorming in het Laat-Holoceen, wat de hogere accumulatiesnelheid kan verklaren.⁶⁹ Borren reconstrueerde Holocene veenaccumulatiesnelheden voor Siberische hoogvenen tussen de 0,35 en 1,13 mm/jaar.⁷⁰

⁶⁹ Stivrins *et al.* 2017.

⁷⁰ Borren 2004.

Zone	Typering	Datering	west - >		<- oost		noord
			lagg	voormalige lagg	flank zandkop	rand centrale deel		in kom
			P3	P2	P5	P1	P4
D	Menselijke invloed	Middeleeuwen en later	.	.	.	In de Middeleeuwen en later (vanaf c. 1000 n.Chr.) is er lokaal nog veenvorming. Sterke toename van cultuurgewassen en heidevegetatie in omgeving, afname van pollen van Els, indicatoren voor begrazing	.
C	Jong veenmosveen	Subatlanticum	.	.	Vanaf ca.1060-890 v.C. Dominantie Bultveenmos	Vanaf c. 850 v. Chr. Dominantie Bultveenmos en Witte snavelbies	.
B2	Oud veenmosveen	Subboreaal	.	Dominantie <i>S. s. Acutifolia</i> , met heidesoorten	Rond c. 1300 v. Chr. Veenbloembies aanwezig	Dominantie <i>S. s. Acutifolia</i> , met heidesoorten	.
B1	Oud veenmosveen	Laat-Atlanticum/Subboreaal	.	Vanaf ca. 3600 v.Chr. overgang van waterveenmos, naar Uitgebeten Veenmos, ca. 3500 v.Chr. Hoogveenveenmos en Veenbloembies	Vanaf ca. 3840 v.Chr. (geëxtrapoleerde datering) dominantie van <i>S. s. Acutifolia</i> en heidesoorten	Vanaf ca. 4420 v.Chr. (geëxtrapoleerde datering) dominantie <i>S. s. Acutifolia</i> , lokale dennen en berken sterven af, heidesoorten nemen toe	.
A2	Initiële veenvorming	Midden tot Laat-Atlanticum	Vanaf 3020-2620 v. Chr. Start met cypergrassen, Eenarig wollegras en Grove den	Vanaf ca. 4200 v. Chr. Start zeggeveen van Moeraszegge, vervolgens veenvorming met Zachte berk, Eenarig wollegras en Grove Den	Vanaf ca. 4150 v.Chr. veenvorming met Eenarig wollegras en Grove den	vanaf ca. 5300 v. Chr. berkenbroekbos dat overgaat in venige vegetatie met Grove den en Eenarig wollegras	Vanaf 4960-4740 v.Chr., venige vegetatie met Grove Den en Eenarig wollegras
A1	Initiële veenvorming	Boreaal	.	.	.	Lokaal moerasvegetatie met wilg, cypergrassen, Lisdodde, Egelskop en Waterweegbree. Boreaal bos van Den en Hazelaar in de omgeving.	Moerasvegetatie met cypergrassen en Lisdodde

Figuur 13 Aamsveen, schematische weergave van de veensuccessie en de zonering van de paleoecologisch onderzochte locaties in het Aamsveen.



Figuur 14 Schematische weergave van de ligging in het west-oost-transect door het Aamsveen, de veentypen, ¹⁴C-dateringen, veenaccumulatiesnelheid en de zonering van de paleoecologisch onderzochte locaties in het Aamsveen.

4. Beantwoording van de onderzoeksvragen en conclusies

- 1 Bij welke stijghoogte van de regionale waterspiegel begon de veenvorming en wanneer trad de overgang van grondwater gevoed naar regenwater gevoed veen op?

Bij het paleoecologisch onderzoek kan gereconstrueerd worden op welk niveau in het huidige profiel er veenvorming start en wanneer een overgang van grondwater gevoed veen naar regenwater gevoed veen plaats vindt op basis van de bekende ecologische kenmerken van de aangetroffen plantensoorten. Door middel van ¹⁴C-dateringen kunnen deze overgangen in de tijd geplaatst worden (zie tabel 9). Hierbij is de ouderdom van de niveau's zonder ¹⁴C-datering uit P1 en P5 geëxtrapoleerd aan de hand van de gemiddelde veenaccumulatiesnelheid van de betreffende locatie (zie paragraaf 3.7.2). De ¹⁴C-datering van de basis van P2 wordt niet representatief geacht voor het onderzochte monsterniveau en daarom verworpen. Op basis van de bekende gegevens van locatie P5 is de ouderdom van de basis van P2 geschat.

Uit de ¹⁴C-datering van de basis van het topogene veen op de laagstgelegen locaties P1 en P4 blijkt dat deze in het Midden-Atlanticum (omstreeks 5000 v. Chr.) aanving. Het duurde nog 800 tot 1000 jaar totdat topogene veenvorming op de hogergelegen locaties P2 en P5 op gang kwam (omstreeks 4200 – 4000 v. Chr.). Vervolgens duurde het nog zeker 1000 jaar voor dat ook op de meest westelijke, hoogstegelegen locatie P3 veen werd gevormd (vanaf 3000 v. Chr.).

Op drie locaties kon vastgesteld worden wanneer de overgang naar ombrogene (regenwater gevoede) veenvorming plaats vond. Bij dit onderzoek wordt uitgegaan van een overgang naar ombrogene omstandigheden wanneer een overgang naar een vegetatie waarin bultvormende veenmossen domineren plaats vindt. Het gaat op de meeste locaties om een overgang naar Veenmos uit de *sectie Acutifolia* (waarschijnlijk Rood veenmos en/of Bruin veenmos). Op één locatie, P2 op de flank naar de stuwwal, verloopt de successie via een fase met Hoogveenveenmos naar Veenmos *sectie Acutifolia*. Op locatie P1 domineert Veenmos *s. Acutifolia* het mossenspectrum vanaf 4430 v. Chr. (gereconstrueerd huidig niveau 40,985 m NAP).⁷¹ Op locatie P5 domineert Veenmos *s. Acutifolia* vanaf ca. 3840 v. Chr. (niveau 41,515 m

⁷¹ Op locatie P1 zijn vanaf 41,065 m NAP (en hoger) geen macroresten van bomen meer waargenomen, Vanaf 41,385 m NAP zijn er geen andere mossen dan Veenmos *s. Acutifolia* aanwezig in het Oud Veenmosveen

NAP).⁷² Op locatie P2 domineert Hoogveenveenmos vanaf ca. 3500 v. Chr. (niveau 41,515 m NAP).⁷³

Tabel 9 Aamsveen, overzicht gereconstrueerde huidige niveau's waarop veenvorming startte met de daarbij behorende (geëxtrapoleerde) gekalibreerde ouderdom.

locatie	topogene veenvorming		ombrogene veenvorming	
	huidige niveau	datering (jr. v. Chr.)	huidige niveau	datering (jr. v. Chr.)
P1	40,625 m NAP	5160 ± 130 v. Chr.	40,985 m NAP	ca. 4430 v. Chr.
P2	41,19 m NAP	ca. 4200 v. Chr.	41,515 m NAP	3505 ± 135 v. Chr.
P3	42,18 m NAP	2820 ± 200 v. Chr.	niet meer aanwezig	.
P4	40,63 m NAP	4850 ± 110 v. Chr.	niet meer aanwezig	.
P5	41,31 m NAP	4150 ± 110 v. Chr.	41,515 m NAP	ca. 3840 v. Chr.

2 Hoe heeft het vroegere hoogveenlandschap van lagg, rand en kern eruit gezien en hoe heeft zich dat in de tijd ontwikkeld.

Voor de beantwoording van deze vraag wordt tevens terug verwezen naar de beschrijving van de veenontwikkeling in ruimte en tijd in paragraaf 3.7. Door de resultaten van het paleobotanisch onderzoek, hydro-ecologisch onderzoek en botanisch onderzoek te synthetiseren kan beschreven worden hoe het hoogveenlandschap van het Aamsveen zich heeft ontwikkeld.⁷⁴ Uit het bodemkundig onderzoek (hoofdstuk 3 in Bell *et al.*, concept) was reeds gebleken dat het hoogveen van het Aamsveen niet direct op de zandondergrond was ontstaan via de ontwikkeling van stagnerende bodemhorizonten door inspoeling van disperse humus en vorming van gliede (wurzelechtes Hochmoor), maar dat er in het overgrote deel van het complex een fase van moerasveen ("laagveen") aan vooraf was gegaan. Het paleobotanisch onderzoek heeft vervolgens onmiskenbaar aangetoond dat het moerasveen in het Aamsveen is ontstaan als gevolg van een geleidelijk stijgende grondwaterstand (een *Versumpfungsmoor*, *water rise mire*), mede onder invloed van een natter wordend klimaat in het Holoceen en niet als gevolg van verlanding van open water (*Verlandungsmoor*, *terrestrialization mire*).

⁷² Op locatie P5 verdwijnen de macroresten van bomen vanaf 41,575 m NAP.

⁷³ Vanaf 41,645 m NAP domineert Rood/Bruin veenmos

⁷⁴ Het onderstaande tekstgedeelte is dan ook overgenomen uit de vervolgotitie paleobotanisch onderzoek (Jansen *et al.* 2018).

Het is de variatie in reliëf die heeft bepaald waar veenvorming als eerste is opgetreden: Uit de ouderdom van het moerasveen blijkt dat dat veen als eerste ontstond in de laagste kommen in Duitsland en pas later in de wat hoger gelegen kommen in Nederland. De opbouw van grondwaterdruk onder invloed van hoogveenvorming zorgt ervoor dat vervolgens in Nederland moerasveen kon ontstaan, eerst in de laagste kommen, dan in de hogere en later zelfs op dekzandruggen. Dat op die hoog gelegen dekzandruggen moerasveen kon ontstaan is een gevolg van het uitgroeien van het hoogveen boven zijn omgeving. Dat had twee oorzaken. De eerste is reliëfinversie: doordat het hoogveen uiteindelijk hoger kwam te liggen dan de dekzandrug trad niet langer inzijging van regenwater op in de rug, maar kwel van grondwater. Op de dekzandrug was bij voldoende hoge stijghoogte ($> 41,5$ m + NAP; zie hieronder) de weerstand tegen opwaartse stroming van het grondwater geringer dan in het omringende al gecompacteerd moerasveen en hoogveen. Het zich steeds verder uitdijende hoogveen zorgde voor een steeds verdere verhoging van de stijghoogte waardoor verder westelijk (P3, ter hoogte van het Middenpad), mede dankzij het in dikte afnemende en feitelijk heel dunne watervoerende pakket, moerasveen kon ontstaan. Onder invloed van verdere hoogveengroei kon steeds hoger in het landschap moerasveenvorming plaatsvinden. Het paleobotanisch onderzoek heeft verder aangetoond dat het proces van hoogveenontwikkeling dynamisch was. Allereerst in de tijd onder invloed van klimatologische schommelingen (drogere omstandigheden: op de voorgrond treden van Eenarig wollegras; nattere omstandigheden: op de voorgrond treden van Veenbloembies en Waterveenmos). Maar ook in de ruimte d.w.z. onder invloed van het groeiende hoogveen vernatte de omgeving, waardoor in de voordien hogere delen (waar inzijging optrad) vanwege de ontwikkeling van lokale hydrologische systemen onder invloed van de groeiende veenkoepels moerasveenvorming op gang kon komen (de randen van de stuwwal en de hoge dekzandruggen die van daaruit in het veen staken). Dit zorgde weer voor vernatting van de randen van het hoogveen, waarbij de lagg met zijn moerasveen verzuurde en het hoogveen weer over het moerasveen kon uitgroeien. Aldus verplaatsten de moerasveenvorming en lagg zich steeds verder westwaarts (zie fasen 1 t/m 4) en raakten de hogere delen (verder) met hoogveen overgroeid – het ontwikkelde zich nadat het lokale grondwaterniveau dezelfde hoogte had gekregen als de stijghoogte van het grondwater in de zandondergrond met als gevolg dat de invloed van regenwater overheersend kon worden. Dat begunstigde de groei van veenmossen met hun vermogen om regenwater vast te houden en hun omgeving te verzuren, waardoor het hoogveen zich kon uitbreiden. Pas met het bereiken van de steilrand van de Enschedese stuwwal lijkt het veen zijn westelijke begrenzing te hebben bereikt.

3 Welke begroeiingen kwamen voor in de gradiënt van hoogveenkern naar de randen en welke tussen de koepels en hun randen?

De vegetatie in het Aamsveen heeft een complexe ruimtelijke zonering gekend, die in de loop van de tijd is verschoven.⁷⁵ Voordat in de Middeleeuwen de menselijke invloed overheersend werd en degradatie van het veen optrad, bestond het Aamsveen voor het overgrote deel uit bultvormende veenmosbegroeiingen, die vermoedelijk onder invloed van begrazing een meer heideachtig karakter hadden verkregen. Uitgestrekte slenkbegroeiingen ontbraken. Deze zullen vermoedelijk in het hoger gelegen Duitse deel (de kern van het horlogeglas) hebben gelegen, net als meerstallen.

De veenbodem van de randen en de lagg bleek te sterk te zijn aangetast door latere ontwatering en vervening voor een in de tijd volledige paleobotanische analyse van veenkernen: alleen de veenbasis en een dun, direct daarboven gelegen veenpakket was gespaard gebleven. Het is echter (mede op basis van P3) niet onwaarschijnlijk dat in de randen Gagelstruwelen, Berkenbroek en Eenarig wollegras een belangrijke rol zullen hebben gespeeld. Uit het paleobotanisch onderzoek blijkt dat de rand van het vroegere hoogveen rond het Middenpad heeft gelegen. De thans optredende verzuring rond het Middenpad is daarom een natuurlijk fenomeen. Het is een uiting van de al uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen in deze zone zelf en van de grondwaterdruk die zich heeft opgebouwd als gevolg van de eerdere hoogveenherstelmaatregelen waardoor zuur hoogveenwater over maaiveld naar de zone kan afstromen. De lagg heeft oorspronkelijk westelijker gelegen, rond de Glanerbeek. De vegetatiesamenstelling van de oorspronkelijke lagg heeft vermoedelijk grote overeenkomsten vertoond met de begroeiingen die aan de basis van locatie P2 zijn gevonden d.w.z. zeggenmoerassen van basenrijke omstandigheden met "eilandjes" van zuurdere begroeiingen met (minerotrafente) veenmossen en Eenarig wollegras. Dat wordt bevestigd door de vegetatiebeschrijvingen uit de eerste helft van de twintigste eeuw.⁷⁶ De vegetatiesamenstelling van de toen al behoorlijk aangetaste lagg vertoonde nog veel verwantschap met die aan de basis van P2.

De vraag welke vegetatie is voorgekomen tussen de koepels en hun randen kunnen we op grond van het paleobotanisch onderzoek niet onderbouwd beantwoorden. Zo'n situatie kon niet worden bemonsterd. Op grond van literatuur en bezoeken aan buitenlandse hoogvenen, die nauw verwant zijn aan Nederlandse hoogvenen, mag echter worden aangenomen dat het vermoedelijk zal zijn gegaan om begroeiingen uit de matig tot zwak zure kleine-zeggenmoerassen (*Caricion lasiocarpae*) en plaatselijk de Veenbloembies-associatie

⁷⁵ Deze tekst is overgenomen uit de vervolgnote paleobotanie (Jansen *et al.* 2018).

⁷⁶ Bell *et al.* 2016.

(*Caricetum limosae*; aangetroffen tijdens vernattingsfasen in meerdere onderzochte profielen) en begroeiingen van de basenrijke kleine-zeggenmoerassen (*Caricion davalliana*). Dit zijn zonder uitzondering begroeiingen van hoge ecologische kwaliteit en alle Europees beschermd. Herstel van dit type begroeiingen is alleen mogelijk in de lagg en op Duits grondgebied, waar naar verwachting zulke overgangen (soaks) hebben gelegen.

5. Literatuur

- Anderberg, A.-L., 1994: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 4: Resedaceae-Umbelliferae*, Stockholm.
- Barkman, J.J., 1992. Plant communities and synecology of bogs and heath pools in the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (red.), *Fens and bogs in the Netherlands. Vegetation, history, nutrient dynamics and conservation*. Dordrecht.
- Bell, J.S., J.W. van 't Hullenaar & A.J.M. Jansen, 2016. *Ecohydrologische systeemanalyse dal van de Glanerbeek*. Bureau Bell Hullenaar & Unie van Bosgroepen.
- Bell, J.S., J.W. van 't Hullenaar & A.J.M. Jansen, 2018. *Ecohydrologische systeemanalyse Aamsveen*. Bureau Bell Hullenaar & Unie van Bosgroepen in opdracht van Landschap Overijssel.
- Belyea, L. R. and Malmer, N., 2004. Carbon sequestration in peatland: patterns and mechanisms of response to climate change. *Global Change Biology*, 10: 1043-1052.
- Berggren, G., 1969: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 2: Cyperaceae*, Stockholm.
- Berggren, G., 1981: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 3: Salicaceae-Cruciferae*, Stockholm.
- Beug, H.-J., 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, München.
- Borren, W., V. Bleuten, E.D. Lapshina 2004: Holocene peat and carbon accumulation rates in the southern taiga of western Siberia, *Quaternary Research* 61, 42– 51.
- Bronk Ramsey, C., 2005: *OxCal v.3.10 software*, Oxford.
- Cappers, R.T.J., R.M. Bekker & J.E.A. Jans 2006: *Digitale zadenatlas van Nederland, Groningen*.
- Casparie, W.A., & J.G. Streefkerk, 1992. Climatology, stratigraphy and paleoecological aspects of mire development. In: J.T.A. Verhoeven (ed.), *Fens and bogs in the Netherlands. Vegetation, history, nutrient dynamics and conservation*. Dordrecht.
- Clymo, R.S., 1964. The origin of acidity in Sphagnum bogs. *The Bryologist* 67 (4), 427-431.
- Clymo, R.S., Hayward, P.M., 1982. *The ecology of Sphagnum*. In: *Bryophyte ecology* (ed. Smith A.J.E.), pp. 229-289. Chapman and Hall, London.

- Clymo, R.S., J. Turunen & K. Tolonen, 1998. Carbon accumulation in peatland. *Oikos* 81: 368-388.
- Daniels, A.G.H. 1963. A contribution to the investigation of the Holocene history of beech in the eastern Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 13: 66-75.
- Deforce, K., J. Bastiaens 2007. The Holocene History of *Taxus Baccata* (Yew) in Belgium and neighbouring regions. *Belgian Journal of Botany* 140, 222-237.
- Dimbleby, G.W., 1961. Soil pollen analysis. *European Journal of Soil Sciences* 12, 1-10.
- Doorenbosch, M. 2013. *Ancestral heaths: reconstructing the barrow landscape in the central and southern Netherlands* (PhD thesis, Archaeology, Leiden University.)
- Dupont, L., 1985. *Temperature and rainfall variation in a raised bog ecosystem*. Universiteit van Amsterdam, thesis.
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski 1989: *Textbook of Pollen Analysis*, Chichester (4th Ed.).
- Geel, B. van, 1976: *A Palaeoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, based on the Analysis of Pollen, Spores and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals*, Amsterdam (Proefschrift Universiteit van Amsterdam).
- Geel, B. van, S.J.P. Bohncke & H. Dee 1981: A Palaeoecological Study from an Upper Late Glacial and Holocene Sequence from "De Borchert", The Netherlands, *Review of Palaeobotany and Palynology* 31, 347-448.
- Geel, B. van, D.P. Hallewas & J.P. Pals 1983: A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of N-Holland, the Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, 377-392.
- Geel, B. van, Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., van Aptroot, A., Reenen, G., Hakbijl, T., 2003: Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science* 30, 873-883.
- Geel, B., Aptroot, A., Baittinger, C., Birks, H., Bull, I., Cross, H., Evershed, R., Gravendeel, B., Kompanje, E., Kuperus, P., Mol, D., G.J. Nierop, K., Pals, J., Tikhonov, A., van Reenen, G. & P. van Tienderen 2008: The ecological implications of a Yakutian mammoth's last meal. *Quaternary Research*. 69. 361-376. 10.1016/j.yqres.2008.02.004.
- Groenman-van Waateringe, W. 1986: *Grazing Possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on Palynological Data*. In: K.-E. Behre (red.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Rotterdam, 187-202.
- Haaster, H. van, 1997: De introductie van cultuurgewassen in de Nederlanden tijdens de Middeleeuwen, in: A.C. Zeven (red.), *De introductie van onze cul-*

- tuurplanten en hun begeleiders van het Neolithicum tot 1500 AD*, Wageningen, 53-104.
- Hultén, E., 1950: *Atlas of the distribution of the vascular plants of Northwest Europe. Atlas over växternas utbredning i Norden*. Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Stockholm, 512 pp.
- Iversen, J. 1941: *Landnam i Danmarks Stenalder*. Danmarks Geologiske Unders., R.2, 66; 1-67.
- Jansen, A., J. Sevink, J.W. van 't Hullenaar & M. van der Linden 2018: Vervolgnottie paleobotanisch onderzoek en hoogveenherstel in het Aamsveen.
- Joosten, H., A. Grootjans, M. Schouten & A. Jansen 2017: *Netherlands*. In: Joosten, H., F. Tanneberger & A. Moen (eds.), *Mires and peatlands of Europe, Status distribution and conservation*. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart.
- Konert, M., 2002: *Pollen Preparation Method*, Amsterdam (Intern Rapport Vrije Universiteit).
- Körber-Grohne, U., 1964: *Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte*, Hildesheim.
- Körber-Grohne, U., 1991: Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte, *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 18.
- Linden, M. van der and van Geel, B. (2006) LateHolocene climate change and human impact recorded in a South Swedish ombrotrophic peat bog. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 240, 649-667.
- Linden, M. van der: Proefschrift (2007) getiteld: "Effects of climate change and human impact on late-Holocene species composition and carbon accumulation in bog ecosystems".
- Linden, van der M. & Kooistra in druk: Hoogveenontwikkeling gedurende het Holoceen vanaf ca. 9800 v. Chr. tot heden. In: Jansen (red), *Hoogvenen van Nederland*.
- Maes, B. (red.) 2006: *Inheemse bomen en struiken in Nederland en Vlaanderen. Herkenning, verspreiding, geschiedenis en gebruik*. Amsterdam.
- McClymont, E.L., Mauquoy, D., Yeloff, D., Broekens, P., van Geel, B., Pancost, R.D., Chambers, F.M. and Evershed, R.P., 2008. The disappearance of *Sphagnum imbricatum* from Butterburn Flow, U.K. *The Holocene* 18: 991-1002
- McClymont, E.L., Mauquoy, D., Yeloff, D., Broekens, P., van Geel, B., Charman, D.J., Pancost, R.D., Chambers, F.M., Evershed, R.P., 2009. The disappearance of *Sphagnum imbricatum* from Butterburn Flow, UK: a reply to comments by Bjorn Robroek et al. *The Holocene* 19: 1094-1097.
- Meijden, R. van der, 2005: *Heukels' Flora van Nederland*, Groningen etc.
- Miola, A., 2012: Tools for Non-Pollen Palynomorphs (NPPs) analysis: A list of Quaternary NPP types and reference literature in English language (1972-

- 2011), in: M. van der Linden, L.I. Kooistra & S. Engels (Eds), Special issue: Non-pollen Palynomorphs as relevant indicators in Palaeoecology and Archaeobotany, *Review of Palaeobotany & Palynology* 186, 142-161.
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson 1991: *Pollen Analysis*, Oxford.
- Munaut, A.V., 1967: *Recherches Paléo-écologiques en Basse et Moyenne Belgique*, Louvain (Acta Geographica Lovaniensia 6).
- Overbeck, F., 1975. *Botanisch-geologische Moorkunde unter besonderer Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands als Quellen zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte*. Karl Wacholtz Verlag, Neumünster.
- Possnert, G & L. Beckel 2018a : Result of ¹⁴C dating of charcoal and macrofossil from Aamsveen, Provincie Overijssel, The Netherlands. (p 1435a). University of Uppsala.
- Possnert, G & L. Beckel 2018b : Result of ¹⁴C dating of macrofossil from AAMSV, Provincie Overijssel, The Netherlands. (p 1543). University of Uppsala.
- Possnert, G & L. Beckel 2018C : Result of ¹⁴C dating of macrofossil from AAMSV, Provincie Overijssel, The Netherlands. (p 1596). University of Uppsala.
- Punt, W., G.C.S. Clarke , S. Blackmore, P.P. Hoen & P.J. Stafford (red.) 1976-2009: *The Northwest European Pollen Flora I-IX*, Amsterdam.
- Reimer, P.J., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Hafliðason, I. Hajdas, C. Hatté, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney, J. van der Plicht 2013: INTCAL13 and MARINE13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years CAL BP, *Radiocarbon* 55:4, 1869-1887.
- Rydin, H., Sjörs, H. and Löfroth, M., 1999. Mires. In: H. Rydin, P. Snoeijis and M. Diekmann (Editors), *Swedish Plant Geography. Acta Phytogeographica Suecica* 84. TK-tryck, Uppsala, pp.91-112.
- Sevink, J. & A. Jansen 2017a: Bodemonderzoek Aamsveen, 29 oktober 2017.
- Sevink, J. & A. Jansen 2017b: Notitie paleobotanisch onderzoek en hoogveenherstel in het Aamsveen.
- Sevink, J. & B. van Geel 2018: Early Holocene forest fires, drift sands, and Usselo-type paleosols in the Laarder Wasmeren area near Hilversum, the Netherlands: Implications for the history of sand landscapes and the potential role of Mesolithic land use, *Catena* 165.
- Siebel, H., & H. During, 2006: *Beknopte mosflora van Nederland en België*, Utrecht.
- Smith, A.J.E. 2004: *The Moss flora of Britain and Ireland*, Cambridge University Press.
- Stivirins, N, Ozola, I., Galka, M., Kuske, E., Alliksaar, T., Andersen, T.J., Lamentowicz, M., Wulf, S., & T. Reitalu 2017: Drivers of peat accumulation

rate in a raised bog: impact of drainage, climate, and local vegetation composition. *Mires and Peat* 19, 1-19.

Stockmarr, J., 1971: Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis, *Pollen et Spores* 14(4), 615-621.

Verbruggen, F., M. van der Linden, L.I. Kooistra & L. van Beurden 2015: Stille wateren hebben diepe gronden: paleoecologisch onderzoek aan het Pleistoceen en Holoceen van Terneuzen, Nieuwe Sluis, *BIAXiaal* 849, Zaandam.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 1, Deventer.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1987: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 2, Deventer.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1988: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 3, Deventer.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1991: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 4, Deventer.

Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 5, Deventer.

Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo, I.S. Zonneveld, 1973. *Wilde planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden. Deel 3: de hogere gronden*. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.

14C ouderdom (BP)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
diepte (cm -mv)	235-	262-	285-	292-	299-	310-	317-	320-	321-	325-	327-	330-
diepte (m NAP)	236	263	286	293	300	311	318	321	322	326	328	331
	41,885	41,615	41,385	41,315	41,245	41,135	41,065	41,035	41,025	40,985	40,965	40,935
Lavendelhei (v), bladfragment		3										
Lavendelhei (v), zaad												
Lavendelhei, blad												
Lavendelhei, zaad	4	3										
Lavendelhei, zaaddoos												
Dophei (v), blad												
Dophei, blad												
Dophei, takfragment												
Dophei, zaad												
Niet-determineerbare resten												
indet., kruidachtige, wortel								+	+		+	+
indet., houtige wortel								+	+		+	+
indet, periderm								++				
indet. (v), kruidachtige, stam												+
indet. ('transparant'), rhizoom							+					
indet, epidermis												
indet., (zwartbruin) rhizoom	+	+	+	+								
Menselijke invloed												
Gewone Spurrie (v), zaad												
Varia												
Mijten, exoskelet										+		
Insect-resten				+	+		+	+				
Zwarte peperkorrelzwam, sclerotium												
Houtskoolfragment								+		2	+	

14C ouderdom (BP)	6193 ± 35	.	.	.	.	.
diepte (cm -mv)	335-	340-	345-	350-	355-	360-	361-361,5	362-	369-	374-	379-	383-
diepte (m NAP)	40,885	40,835	40,785	40,735	40,685	40,635	40,63	40,615	40,545	40,495	40,445	40,405
Lavendelhei (v), bladfragment												
Lavendelhei (v), zaad												
Lavendelhei, blad												
Lavendelhei, zaad												
Lavendelhei, zaaddoos												
Dophei (v), blad												
Dophei, blad												
Dophei, takfragment												
Dophei, zaad												
Niet-determineerbare resten												
indet., kruidachtige, wortel		++	+	+	+++	+	+	+	++	++	++++	+
indet., houtige wortel			+	++	++	+	+	+	++	++		+
indet, periderm								+				
indet. (v), kruidachige, stam												
indet. ('transparant'), rhizoom												
indet, epidermis				++								
indet., (zwartbruin) rhizoom												
Menselijke invloed												
Gewone Spurrie (v), zaad												
Varia												
Mijten, exoskelet	+											
Insect-resten	+		+			+	+					
Zwarte peperkorrelzwam, sclerotium	+		+	+	+++	+					+	
Houtskoolfragment							1	18				1

ouderdom (14C BP)
diepte (m NAP)	42,955	42,635	42,495	42,475	42,325	42,105	41,925	41,645	41,595
diepte (cm -mv)	80-81	112-113	126-127	128-129	143-144	165-166	183-184	211-212	216-217
Berk, bladfragment
Berk, knopschub
Zachte Berk, vrucht	.	.	1	.	.	.	.	1	.
Zachte Berk, katjesschub
Zachte Berk (v), vrucht
Mossen									
Mossen, stammetjes
Mossen (v), stammetjes, fragment
Haarmos, (onderkant) blad
Haarmos, stam
Gewoon Haarmos, blad
Veenhaarmos, blad	++	+
Roodviltmos, blad	++	.
Roodviltmos, worteltjes	+++	.
Roodviltmos, stammetjes
Veenmos sectie Cuspidata, blad
Veenmos, deksel sporenkapsel	.	+	+	.	+	+	.	+	+
Veenmos, sporenkapsel	.	.	+	.	.	+	.	+	.
Veenmos, stamfragment	.	+	.	.	+	++	.	.	++
Veenmos (v), top van stengel met blad	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Hoogveenveenmos, blad	++++
Uitgebeten Veenmos, blad
Rood/Bruin Veenmos, blad	+++	+++	++++	++	++++	++++	.	++++	.
Heideachtigen									
Kleine Veenbes, blad
Kleine Veenbes, tak
Kraaihei, blad
Kraaihei, tak
Dophei, tak
Heideachtigen, wortel	.	+	++	+++	+	++	+	++	.
Heideachtigen, worteltjes	+++	+++	++++	++++	++	+++	+++	+++	.
Lavendelhei (v), blad	1	.
Lavendelhei (v), bladfragment	1	+	.
Lavendelhei, zaad	3	.	.
Lavendelhei, bladfragment	1	.	.
Struikhei, blad	+	.	++	+	.

Bijlage 2B Aamsveen, locatie P2, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

ouderdom (14C BP)	4716 ± 31	.	4866 ± 34	.	.	.	.	4200 ± 38
diepte (m NAP)	41,515	41,445	41,435	41,415	41,355	41,265	41,205	41,185
diepte (cm -mv)	224-225	231-232	232-233	234-235	240-241	249-250	255-256	257-258
Taxon, onderdeel								
Overige oever- en moerasplanten								
Hennegras, vrucht	.	.	.	.	.	.	1	.
Grassenfamilie, blad-/stengelepidermis	.	.	.	.	.	+	.	.
Braam, cf., zaad	.	.	.	.	.	.	2frg	.
Cypergrassen								
Moeraszegge, zaad	.	.	.	.	.	13	3	1
Zegge, radicelle	.	.	.	.	.	+	++	++
Cypergrassenfamilie, radicelle	.	.	.	.	.	+	++	++
Eenaarig Wollegras, vaatbundels/weefsel	.	.	.	++	+	.	.	+
Eenaarig Wollegras, blad/stengelepidermis	+	+	+	+	++	.	+	+
Eenaarig Wollegras, sklerenchymspoeltjes	.	.	.	.	.	.	.	1
Eenaarig Wollegras, stengelbasis met spoeltjes	.	.	.	.	.	.	.	.
Eenaarig Wollegras, zaad	.	2	.	.	.	.	.	.
Witte Snavelbies, zaad	3	.	.	.	.	.	.	.
Scheuchzeriafamilie								
Veenbloembies, blad met hydathode	c.10	.	.	.	.	.	.	.
Veenbloembies, stengel en blad met epidermis	++	.	.	.	.	.	.	.
Veenbloembies, stengelvaatbundels	++	.	.	.	.	.	.	.
Bomen								
Den, hout	.	+	.	++	.	+	.	.
Grove den, naald	.	++	+++	2frg	3frg	.	.	.
Grove den, wortelperiderm	.	+	+	++	+	.	+	.
Grove den, knopschubben	.	+	+	.	.	.	.	.
Grove den, knop	.	1	+	.	.	.	.	.
Grove den, mycorrhiza wortel	.	.	+	++++	.	.	.	.
Grove den, naaldepidermis	.	.	.	.	+	.	.	.
Grove den, kegel	.	.	.	.	2	.	.	.
Grove den, zaadvleugel	.	.	.	.	+	.	.	.
Grove den, kegelschub	.	.	.	.	+	.	.	.
Grove den (v), naald	.	.	.	.	.	.	2frg	.

ouderdom (14C BP)	4716 ± 31	.	4866 ± 34	.	.	.	.	4200 ± 38
diepte (m NAP)	41,515	41,445	41,435	41,415	41,355	41,265	41,205	41,185
diepte (cm -mv)	224-225	231-232	232-233	234-235	240-241	249-250	255-256	257-258
Struikhei (v), blad	.	.	.	.	.	.	.	.
Struikhei, zaad	.	.	.	.	.	.	.	.
Struikhei, tak met blad	.	.	.	.	.	.	.	.
Struikhei, tak met blad	.	.	.	.	.	.	.	.
Struikhei (v), tak met blad	.	.	.	.	.	.	.	.
Struikhei/Dophei, bloem	.	.	.	.	.	.	.	.
Struikhei/Dophei (v), bloem	.	.	.	.	.	.	.	.
Niet-determineerbare resten								
indet., worteltjes	++	++	++	.	.	++	+	+
indet., schors/periderm	.	+	++	.	++	++	++	.
indet. (v), kruidachtige stamfragment	.	.	.	.	.	+	.	.
indet. (zwartbruin), rhizoom	.	.	.	.	.	.	.	.
indet. ('transparant'), rhizoom	.	.	.	+	.	.	+	.
varia	.	.	.	.	.	.	.	.
Insekten	+	.	.	+	.	.	.	.
Zand	.	.	.	.	.	.	++	+++
Zwarte peperkorrelzwam, sclerotium	.	.	.	.	.	.	++	.
Houtskool	.	.	.	.	.	+	+	+

Bijlage 3 Aamsveen, locatie P3, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

Ouderdom (14C BP)	.	.	.	.	.	4237 ± 68	.	.
diepte (m NAP)	42,285	42,265	42,245	42,235	42,205	42,195	42,185	42,155
diepte (cm -mv)	20-21	22-23	24-25	25-26	28-29	29-30	30-31	33-34
Overige oever-en moerasplanten								
Pijpestrootje, zaadoos	.	.	.	.	1	.	.	.
Tormentil, zaad	.	1	.	.	.	.	.	.
Cyperaceae								
Zegge, radicelle	+	+	+	.	+	+	.	.
Cypergrassen, radicelle	.	.	.	.	+	+	.	.
Witte Snavelbies, leaf epidermis	.	.	.	.	+	.	.	.
Witte Snavelbies, zaad	.	.	.	.	.	1	.	.
Eenarig Wollegras, blad/vaatweefsel	.	++++	+++	.	.	+	.	.
Eenarig Wollegras, sklerenchym spoeltjes	+++	++	++	.	+	.	.	.
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	++++	+++	++	.	+	++	.	.
Bomen								
Berk, knopschub	.	.	.	.	1	.	.	.
Zachte Berk, vrucht	.	6	5	.	6	4	.	.
Zachte Berk, katjesschub	.	.	1	.	2	.	.	1
Zachte Berk (v), vrucht	.	.	.	.	1	.	.	.
Berk, cf., bladfragment	.	.	.	.	+	.	.	.
Den (v), takfragment	.	.	.	.	.	.	.	2
Grove den, wortelperiderm	+	+	+	.	+	.	.	.
Grove den, naaldfragment	.	+	1	.	.	.	.	.
Grove den (v), naaldfragment	.	++	+	.	1	.	.	.
Varens								
Moerasvaren, rhizomepidermis	.	+	+	.	+	.	.	.
Mossen								
Mossen (v), Stamfragment	.	+	+	+	.	.	.	.
Veenmos, deksel sporenkapsel	.	.	+	.	.	.	.	.
Gewoon(?) Veenmos, blad	.	.	+	.	+	+	.	.
Ericaceae								
Lavendelhei (v), blad	.	.	.	.	2	.	.	.
Struikhei (v), takfragment	.	.	+	.	+	.	.	.
Dophei/Struikhei (v), bloem	.	.	.	+	.	.	.	.
Dophei, zaad	.	.	+	.	.	.	.	.
Dophei (v), blad	.	.	6	1	2	.	.	.
Heideachtigen, worteltjes	.	.	+	.	.	.	.	.
Niet-determineerbare resten								
indet., worteltjes/radicelle	+++	+	+++	+	++++	+++	.	++
indet. (v), schors/periderm	.	+	.	.	.	.	.	.
Varia								
Insekten	+	+	+	+	+	.	+	.
Zwarte peperkorrelzwam, sclerotium	.	.	+	++	++	++	+++	++
Houtskool	+	.	+	+	+	++	++	+
Mijten	.	.	.	.	+	.	.	.

Bijlage 4A Aamsveen, locatie P4, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

14C-ouderdom (BP)
diepte (m NAP)	40,945	40,855	40,705	40,695	40,685	40,675	40,665	40,655
diepte (cm -mv)	120-121	129-130	144-145	145-146	146-147	147-148	148-149	149-150
Overige oever- en moerasplanten								
Lisdodde, zaad
Pijpestrootje (recent), Zaaddoos
Pijpestrootje, blad/stengelepidermis	+
Pitrus, zaad	1	.	.
Cypergrassenfamilie								
Zegge, radicelle	.	.	+	+	+	.	+	.
Cypergrassenfamilie, radicelle	+	.	.
Cypergrassenfamilie (v), stengelfragment	1	.	.
Eenarig Wollegras, blad/vaatweefsel	+++	++	+	+	.	.	+	++
Eenarig Wollegras, stengelbasis met spoeltje	++	+
Eenarig Wollegras, sklerenchymspoeltje	++	++
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	+++	+	+	+
Eenarig Wollegras (v), sklerenchymspoeltje
Witte Snavelbies, blad epidermis	+
Bomen								
Zachte Berk, vrucht	1	.
Grove Den, wortelperiderm	+	.	+	.	.	+++	.	.
Grove Den, naald, fragment	.	.	.	2	.	.	.	.
Grove Den, knopschub
Grove Den (v), kegelschub
Grove Den (v), naald, fragment	.	.	.	1	1	.	.	.
Varens								
Moerasvaren, rhizoom epidermis met vaatbundels	+
Moerasvaren, vaatbundels
Mossen								
Haarmos, bladbasis	.	+	.	+	+	+	+	+
Haarmos, stamfragment	+	.	+	.
Haarmos (v), stamfragment	+	.	.	+
Veenmos (v), top van stam met blad
Gewoon Veenmos, blad	.	.	.	+	+	+	+	+
Bultveenmos, blad	+	+	+	.	.	+	+	.

14C-ouderdom (BP)	.	.	.	.	.	.	.	.
diepte (m NAP)	40,945	40,855	40,705	40,695	40,685	40,675	40,665	40,655
diepte (cm -mv)	120-121	129-130	144-145	145-146	146-147	147-148	148-149	149-150
Ericaceae								
Struikhei (v), blad	1	++	.	.	.	.	.	.
Dophei, zaad	.	.	.	.	.	+	.	.
Dophei (v), blad	.	.	.	.	.	+	.	.
Heideachtigen, worteltjes	+	.	+	+	+	.	++	++
Heideachtigen (v), takbasis	.	.	.	+	.	.	.	+
Niet-determineerbare resten								
indet., schors/periderm	.	.	+	+	+++	+++	++	++
indet., worteltjes/radicelle	.	.	++	++	++	.	++	++
indet., (wortel?)hout	.	.	.	.	.	.	.	.
indet. (zwartbruin), rhizoom	++	.	.	.	.	.	.	.
indet. ('transparant'), rhizoom	.	+	+	+	+	++	+	+
indet. (v), blad, fragment	3	.	.	.	.	.	.	.
indet. (v), schors/periderm	.	.	.	.	++	++	.	.
indet. (v), kruidachtige stam, fragment	.	.	.	.	.	+	.	.
indet. (v), takje, fragment	.	.	+	.	+	.	.	.
Laat-Glaciaal								
Selaginella selaginoides, megasporen	.	.	.	.	.	.	.	.
Varia								
houtskool	+	.	.	++	++	.	++	++
Zwarte peperkorrelschemel, sclerotia	.	.	+++	++	+++	++	+++	+++
insekten	.	.	.	.	.	.	.	.
Zand	.	.	++	+	.	.	.	.

Bijlage 4B Aamsveen, locatie P4, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

Ouderdom (14C BP)	. 5975 ± 35							
diepte (m NAP)	40,645	40,635	40,625	40,615	40,605	40,545	40,505	40,455
diepte (cm -mv)	150-151	151-152	152-153	153-154	154-155	160-161	164-165	169-170
Overige oever- en moerasplanten								
Lisdodde, zaad	.	.	.	.	.	2	7	.
Pijpestrootje (recent), Zaaddoos	1	.	.	.	.	.	.	.
Pijpestrootje, blad/stengelepidermis	+	.	.	+	.	.	.	.
Pitrus, zaad	.	1	.	.	.	.	.	.
Cypergrassenfamilie								
Zegge, radicelle	+	+	.	+	.	+	+	++
Cypergrassenfamilie, radicelle	.	+	+	+	.	.	.	.
Cypergrassenfamilie (v), stengelfragment	.	.	.	.	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, blad/vaatweefsel	.	.	+	.	.	.	.	+
Eenarig Wollegras, stengelbasis met spoeltje	.	.	.	.	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, sklerenchymspoeltje	.	.	.	.	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	.	.	+	.	.	.	.	+
Eenarig Wollegras (v), sklerenchymspoeltje	.	+	+	1	.	.	.	1
Witte Snavelbies, blad epidermis	.	.	.	.	.	.	.	.
Bomen								
Zachte Berk, vrucht	.	.	.	.	.	1	.	.
Grove Den, wortelperiderm	+	.	+	.	.	.	.	.
Grove Den, naald, fragment	.	.	.	.	.	1	.	.
Grove Den, knopschub	.	.	.	.	1	.	.	.
Grove Den (v), kegelschub	.	3	.	.	.	.	.	.
Grove Den (v), naald, fragment	.	1	.	.	.	.	.	.
Varens								
Moerasvaren, rhizoom epidermis met vaatbundels	+	+	.	.	.	.	.	+
Moerasvaren, vaatbundels	.	+	+	.	.	.	.	.
Mossen								
Haarmos, bladbasis	+	.	+	.	+	+	+	.
Haarmos, stamfragment	+	.	.	.	.	.	+	.
Haarmos (v), stamfragment	+	.	+	.	.	.	.	.
Veenmos (v), top van stam met blad	.	.	.	+	.	.	.	.
Gewoon Veenmos, blad	+	+	+	+	+	.	.	+
Bultveenmos, blad	.	+	+	.	.	+	+	.

Bijlage 5A Aamsveen, locatie P5, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

Ouderdom (14C BP)	2815 ± 32					3057 ± 32				
diepte m NAP	43,585	43,545	43,475	43,445	43,435	43,395	43,355	43,295	42,285	43,265
diepte (cm -mv)	110-111	114-115	121-122	124-125	125-127	129-130	134-135	139-140	140-141	142-143
Cypergrassen										
Eenarig Wollegras, bladnerf/vaatweefsel	+	.	.	+++	++++	.	++++	+++	++++	++++
Eenarig Wollegras, stengelbasis met spoeltjes	.	.	.	+	++	.	.	.	+	.
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	.	.	.	++	++	+	++	+++	++	++++
Eenarig Wollegras, zaad	1	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, sklerenchym spoeltjes	+
Eenarig Wollegras (c), stengel	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Witte Snavelbies, bladepidermis	+	++	+	.	.	.
Witte Snavelbies, zaad	6	.	.	.	.
Witte Snavelbies, stengelbasis	.	+
Scheuchzeriafamilie										
Veenbloembies, rhizomepidermis	+	+	.	.	+
Bomen										
Berk, vrucht
Grove den, wortelperiderm
Grove den, mycorrhiza worteltjes
Grove den, knopschub
Grove den, naald, fragment
Grove den (v), naald, fragment
Varens										
Adelaarsvaren, blad
Moerasvaren, stengel/rhizoom epidermis
Moerasvaren, rhizoom (inc. vaatbundels)
Mossen										
Mossen (c), stam fragment
Haarmos, bladbasis
Roodviltmos, blad
Roodviltmos, stam met blad
Veenmos, sporenkapsel	+	.	+	+	.	+	.	+	.	+
Veenmos, deksel sporenkapsel	+	.	+	+	.	+	.	+	.	.
Veenmos, stam fragment	++	++	++	+
Veenmos (v), top van stam met blad	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+
Veenmos sect. Acutifolia, blad	+++	++	++	+++	++	++++

Bijlage 5B Aamsveen, locatie P5, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, +++++ = >1000.

Ouderdom (14C BP)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
diepte m NAP	43,255	43,245	43,225	43,205	43,075	43,015	42,935	42,815	42,725	42,695	42,575	
diepte (cm -mv)	143-144	144-145	146-147	148-149	161-162	167-168	175-176	188-189	195-197	199-200	211-212	
Cypergrassen												
Eenarig Wollegras, bladnerf/vaatweefsel	+++	++++	.	.	.	++++	++++	.	++	.	.	+
Eenarig Wollegras, stengelbasis met spoeltjes	+	+	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	+++	++++	.	.	.	+	+++	.	+	.	.	.
Eenarig Wollegras, zaad	.	.	.	.	.	4	.	1	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, sklerenchym spoeltjes	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Eenarig Wollegras (c), stengel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Witte Snavelbies, bladepidermis	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Witte Snavelbies, zaad	3	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Witte Snavelbies, stengelbasis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scheuchzeriafamilie												
Veenbloembies, rhizomepidermis	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Bomen												
Berk, vrucht	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Grove den, wortelperiderm	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Grove den, mycorrhiza worteltjes	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Grove den, knopschub	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Grove den, naald, fragment	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Grove den (v), naald, fragment	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Varens												
Adelaarsvaren, blad	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moerasvaren, stengel/rhizoom epidermis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moerasvaren, rhizoom (inc. vaatbundels)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mossen												
Mossen (c), stam fragment	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Haarmos, bladbasis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Roodviltmos, blad	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Roodviltmos, stam met blad	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Veenmos, sporenkapsel	+	.	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.
Veenmos, deksel sporenkapsel	+	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.
Veenmos, stam fragment	.	.	.	.	.	.	.	.	++	++	++	.
Veenmos (v), top van stam met blad	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Veenmos sect. Acutifolia, blad	++++	+++	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++++	+++	++++	.

Bijlage 5C Aamsveen, locatie P5, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

Ouderdom (14C BP)
diepte m NAP	42,550	42,455	42,385	42,195	42,025	41,935	41,915	41,905	41,895	41,695
diepte (cm -mv)	218-219	223-224	230-231	249-250	266-267	275-276	276-278	278-279	279-280	299-300
Cypergrassen										
Eenarig Wollegras, bladnerf/vaatweefsel	.	++++	.	.	.	+++	++++	++	+	.
Eenarig Wollegras, stengelbasis met spoeltjes	.	+
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	.	++	.	.	.	+++	++++	+	+	.
Eenarig Wollegras, zaad	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.
Eenarig Wollegras, sklerenchym spoeltjes	.	+	.	.	.	+
Eenarig Wollegras (c), stengel
Witte Snavelbies, bladepidermis
Witte Snavelbies, zaad
Witte Snavelbies, stengelbasis
Scheuchzeriafamilie										
Veenbloembies, rhizomepidermis
Bomen										
Berk, vrucht
Grove den, wortelperiderm
Grove den, mycorrhiza worteltjes
Grove den, knopschub
Grove den, naald, fragment
Grove den (v), naald, fragment
Varens										
Adelaarsvaren, bladfragment	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Moerasvaren, stengel/rhizoom epidermis
Moerasvaren, rhizoom (inc. vaatbundels)
Mossen										
Mossen (c), stam fragment
Haarmos, bladbasis
Roodviltmos, blad	+
Roodviltmos, stam met blad	+
Veenmos, sporenkapsel	+	+	+
Veenmos, deksel sporenkapsel	+
Veenmos, stam fragment	+++	++	+++	.	++	++	+	.	++	++
Veenmos (v), top van stam met blad	.	+
Veenmos sect. Acutifolia, blad	++++	++++	+++	+++	++++	+++	+++	++++	++++	++++

Bijlage 5D Aamsveen, locatie P5, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn alle resten onverkoold. Legenda: v = verkoold, cf. = gelijkend op, + = 1-10, ++ = 11-100, +++ = >100, ++++ = >1000.

Ouderdom (14C BP)	5325 ± 34									
diepte m NAP	41,575	41,515	41,475	41,415	41,355	41,345	41,335	41,325	41,315	41,305
diepte (cm -mv)	311-312	317-318	321-322	327-328	333-334	334-335	335-336	336-337	337-338	338-339
Cypergrassen										
Eenarig Wollegras, bladnerf/vaatweefsel	.	++	.	+++	.	.	+	.	.	.
Eenarig Wollegras, stengelbasis met spoeltjes	.	.	.	+
Eenarig Wollegras, blad/stengelepidermis	.	+	.	+	.	.	++	.	.	.
Eenarig Wollegras, zaad
Eenarig Wollegras, sklerenchym spoeltjes	+	.	.	++
Eenarig Wollegras (c), stengel
Witte Snavelbies, bladepidermis
Witte Snavelbies, zaad
Witte Snavelbies, stengelbasis
Scheuchzeriafamilie										
Veenbloembies, rhizomepidermis
Bomen										
Berk, vrucht
Grove den, wortelperiderm	.	+	.	.	+	+	+	.	+	+
Grove den, mycorrhiza worteltjes	.	++	.	.	+	+	+	+	+	.
Grove den, knopschub
Grove den, naald, fragment	1	1	.	.	.	.
Grove den (v), naald, fragment	4	3	3	.	.	.
Varens										
Adelaarsvaren, blad
Moerasvaren, stengel/rhizoom epidermis	+	++	.	.	++
Moerasvaren, rhizoom (inc. vaatbundels)	++	++	.	.	++
Mossen										
Mossen (c), stam fragment	.	.	+	.	+	+
Haarmos, bladbasis	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Roodviltmos, blad
Roodviltmos, stam met blad
Veenmos, sporenkapsel	+	+
Veenmos, deksel sporenkapsel	+
Veenmos, stam fragment	+++	+++
Veenmos (v), top van stam met blad	+
Veenmos sect. Acutifolia, blad	++++	+++	+	+

Ouderdom (14C BP)	5325 ± 34									
diepte m NAP	41,575	41,515	41,475	41,415	41,355	41,345	41,335	41,325	41,315	41,305
diepte (cm -mv)	311-312	317-318	321-322	327-328	333-334	334-335	335-336	336-337	337-338	338-339
Veenmos sect. Acutifolia, tak met blad	++	+
Bultveenmos, blad	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+
Bultveenmos, tak met blad	.	++
Heideachtigen										
Kleine Veenbes (V), blad
Lavendelhei, zaad
Lavendelhei, blad
Lavendelhei (v), blad, fragment
Struikhei, zaad	.	+
Struikhei, blad	+
Struikhei, takfragment
Struikhei (v), tak met blad	.	+	+	.	+	2	.	.	.	.
Struikhei (v), blad
Dophei/Struikhei, bloem	+
Dophei/Struikhei (v), bloem	.	.	+
Kraaihei, zaad
Kraaihei (v), zaad	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Dophei, zaad	.	.	+	+	+
Dophei, blad
Dophei (v), blad	+	2	1	.	.	.
Heideachtigen, houtige wortel	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.
Heideachtigen, worteltjes	.	++	++	.	++++	.	.	+	+	.
Heideachtigen (v), stambasis/wortel	+
Niet-determineerbare resten										
indet., worteltjes/radicelle	.	.	+	.	.	++	++++	+	+	+++
indet., zaad
indet. (v), schors/periderm	.	+	+	+	.	++	.	+	+	.
indet. (zwartbruin), rhizomes	+	+	.	+	+
Varia										
Kruidachtige stam fragment (v)	+
Mijten	.	.	+	.	+	+
Zwarte peperkorrelzwam, sclerotia	+
Houtskool, fragment	.	+	+	.	+	+	+	+	++	++
Insekten	.	.	+
Hout (wortel)	.	.	+
Zand	++	+	+

Bijlage 6A Aamsveen, locatie P1. Resultaten van de pollenanalyses (percentages) en polleninventarisaties (abundanties) van de top van het veenprofiel (42,385-43,765 m NAP). Legenda: + = sporadisch aanwezig, + = aanwezig, ++ = veel aanwezig, +++ = zeer veel aanwezig, +++++ = extreem veel aanwezig, B = pollentype volgens Beug, P = pollentype volgens Punt, T = percentageberekening op basis van een totaalpollensom van alle aanwezige pollen en sporen.

Datering (14C BP) analyse (a) of inventarisatie (i) diepte onder maaiveld Bxnummer diepte in m NAP	2727 ± 31										
	a	i	a	i	i	a	i	i	a	i	a
	47-48	80-81	117-118	124-125	135-136	149-150	154-155	160-161	165-166	175-176	185-186
	BX8001	BX8002	BX7946	BX8003	BX7947	BX8004	BX8005	BX8006	BX7948	BX8007	BX8008
	43,765	43,435	43,065	42,995	42,885	42,745	42,695	42,635	42,585	42,485	42,385
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SAPtotaal	23,8	80	79,9	90	85	74,3	80	90	93,3	95	86,1
SNAPtotaal	76,2	20	20,1	10	15	25,8	20	10	6,7	5	13,9
Bomen en struiken (drogere gronden) T	18,7	.	45,2	.	.	41,8	.	.	53,9	.	59,9
Bomen (nattere gronden) T	5,2	.	34,6	.	.	32,5	.	.	39,4	.	26,2
Boskruiden T	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.
Cultuurgewassen T	7,8	.	.	.	.	0,1	.	.	.	.	.
Akkeronkruiden en ruderalen T	0,6	.	0,2	.	.	0,1	.	.	0,2	.	0,2
Graslandplanten T	17,2	.	3,7	.	.	0,8	.	.	0,7	.	1,4
Algemene kruiden T	1,9	.	0,9	.	.	0,3	.	.	.	.	0,2
Ruigtekruiden T	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
Moeras- en oeverplanten T	1,2	.	1,6	.	.	1,1	.	.	0,5	.	0,5
Waterplanten T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Heide- en hoogveenplanten T	46,8	.	12,6	.	.	22,1	.	.	5,1	.	10,3
Sporenplanten T	0,4	.	1,1	.	.	1,3	.	.	0,2	.	1,1
Som boompollen	100,0	.	100,0	.	.	100,0	.	.	100,0	.	100,0
Som niet-boompollen	319,5	.	25,1	.	.	34,7	.	.	7,2	.	16,1
Bomen en struiken (drogere gronden)	78,3	.	56,5	.	.	56,2	.	.	57,8	.	69,6
Bomen (nattere gronden)	21,7	.	43,3	.	.	43,8	.	.	42,2	.	30,4
Boskruiden	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.
Cultuurgewassen	32,6	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.
Akkeronkruiden en ruderalen	2,4	.	0,2	.	.	0,2	.	.	0,2	.	0,2
Graslandplanten	72,0	.	4,7	.	.	1,0	.	.	0,7	.	1,7
Algemene kruiden	8,0	.	1,2	.	.	0,3	.	.	.	.	0,2
Ruigtekruiden	1,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
Moeras- en oeverplanten	5,2	.	1,9	.	.	1,5	.	.	0,5	.	0,6
Waterplanten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Heide en hoogveenplanten	196,4	.	15,8	.	.	29,8	.	.	5,5	.	12,0
Sporenplanten	1,6	.	1,4	.	.	1,7	.	.	0,2	.	1,2
Bomen en struiken (drogere gronden)											
Berk	9,7	+	12,5	++	+	6,6	+	++	7,2	+	6,6

Datering (14C BP)	.	.	.	.	.	2727 ± 31	.	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	i	a	i	i	a	i	a
diepte onder maaiveld	47-48	80-81	117-118	124-125	135-136	149-150	154-155	160-161	165-166	175-176	185-186
Bxnummer	BX8001	BX8002	BX7946	BX8003	BX7947	BX8004	BX8005	BX8006	BX7948	BX8007	BX8008
diepte in m NAP	43,765	43,435	43,065	42,995	42,885	42,745	42,695	42,635	42,585	42,485	42,385
Anthostomella fuegiana (T.4)	.	.	0,4	+	.	.	.	.	0,7	+	4,8
Coniochaeta xylariispora (T.6)	.	.	.	.	.	0,5	.	+	.	+	.
Chaetomium (T.7A)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 8E	.	+	0,4	.	+	.	.	+	.	.	0,6
Type 10	.	+	1,4	+	++	.	.	+	3,0	+	3,7
Type 12	0,8	+	259,3	+	.	18,7	.	++++	7,4	+	10,6
cf. Entophlyctis lobata (T.13)	1,2	.	2,5	.	+	1,0	+	+	12,7	.	1,7
Meliola cf. M. niessleana,asco (T.14)	.	++	0,4	+	+	.	+	+	6,7	+	0,6
Meliola cf. M. niessleana, myc. (T.14)	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.
Veenmos-type (T.27)	2,4	.	.	.	.	10,1	++	.	+	+	0,6
Eenoogkreeftjes/Roeipootkreeftjes (T.28)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Helicoon pluriseptatum (T.30)	.	.	0,8	.	.	0,5	+	+	.	.	+
Amphitrema flavum (T.31A)	.	.	18,5	++	+	5,6	+	+	66,3	+	6,6
Amphitrema wrightianum (T.31B)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Assulina muscorum (T.32A)	.	+	11,1	++	.	4,2	.	.	28,8	+	5,6
Assulina seminulum (T.32B)	.	.	18,5	++	+	1,0	+	+	19,6	.	.
Callidina (T.37)	.	.	.	.	+	1,0	+	+	8,7	.	1,7
Korsthoutschoolzwam (T.44)	.	.	0,6	.	.	0,5	+	.	+	+	1,2
Zeefplaat uit houtvat (T.114)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 16	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	.	.
Type 18	8,5	.	1,4	.	.	0,5	.	.	.	.	.
Type 52	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 53	.	.	0,2	.	.	.	.	.	+	.	.
Type 71	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 73	.	.	0,2	.	.	.	.	.	.	.	1,0
Type 83	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	0,2
Type 90	.	.	.	.	.	.	.	.	16,9	.	.
Type 264	.	.	1,4	+	.	.	.	.	.	.	.
Reticulaat microfossiel indet	.	.	0,2	.	.	2,5	.	.	.	.	.
Verkoold Sphagnumblad	+	.	+	.	+	+++	+	+	+	+	+
Verkoold Cyperaceae-epidermis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Verkoold graminoid epidermis	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Houtskool fragmenten	++	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+
Verkoelde plantenresten	+	.	+	.	.	+++	.	.	+	.	+

Datering (14C BP)	.	.	.	.	.	2727 ± 31	.	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	i	a	i	i	a	i	a
diepte onder maaiveld	47-48	80-81	117-118	124-125	135-136	149-150	154-155	160-161	165-166	175-176	185-186
Bxnummer	BX8001	BX8002	BX7946	BX8003	BX7947	BX8004	BX8005	BX8006	BX7948	BX8007	BX8008
diepte in m NAP	43,765	43,435	43,065	42,995	42,885	42,745	42,695	42,635	42,585	42,485	42,385
Organische fragmenten	+++	+++++	+	.	++++	++	+++	+++	++++	+++	+++++
Mycelium (indet)	+++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Indet en Varia	1,2	.	0,6	.	.	0,5	.	+	.	.	0,6
gegevens t.b.v. concentratieberekening											
Pollenconcentratie	199457	.	205085	.	.	273946	.	.	73516	.	106200
Exoten per pil	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666
Aantal pillen met exoot	6	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6
Getelde exoten	152	.	76	.	.	170	.	.	142	.	154
Som alle pollen en sporen	1042,5	.	642	.	.	800	.	.	432	.	561
Boompollensom	248,5	.	513	.	.	594	.	.	403	.	483
Monstervolume in ml	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	2

Bijlage 6B Aamsveen, locatie P1. Resultaten van de pollenanalyses (percentages) en polleninventarisaties (abundanties) van het midden van het veenprofiel (40,965 - 42,285 m NAP). Legenda: + = sporadisch aanwezig, = aanwezig, ++ = veel aanwezig, +++ = zeer veel aanwezig, +++++ = extreem veel aanwezig, B = pollentype volgens Beug, P = pollentype volgens Punt, T = percentageberekening op basis van een totaalpollensom van alle aanwezige pollen en sporen.

Datering (14C BP)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	a	a	i	a	a	a	i
diepte onder maaiveld	195- 196	235- 236	262- 263	285- 286	292- 293	299- 300	310- 311	317- 318	321- 322	325-326	327- 328
Bxnummer	BX7949	BX7950	BX7951	BX7952	BX8009	BX8010	BX7953	BX8011	BX8012	BX8013	BX8014
diepte in m NAP	42,285	41,885	41,615	41,385	41,315	41,245	41,135	41,065	41,025	40,985	40,965
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SAPtotaal	82,2	60	38,1	50	49,5	73,9	65	12,5	76,9	90,9	95
SNAPTotaal	17,8	40	61,9	50	50,5	26,1	35	87,5	23,1	9,1	5
Bomen en struiken (drogere gronden) T	51,1	.	24,2	.	34,0	53,2	.	9,3	48,6	70,7	.
Bomen (nattere gronden) T	31,1	.	13,7	.	15,4	20,7	.	3,2	28,3	19,7	.
Boskruiden T	.	.	0,1	.	0,2	.	.	.	.	0,4	.
Cultuurgewassen T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Akkeronkruiden en ruderalen T	.	.	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.
Graslandplanten T	0,6	.	0,2	.	.	0,2	.	0,2	0,6	0,9	.
Algemene kruiden T	.	.	0,1	.	0,3	.	.	0,1	.	0,1	.
Ruigtekruiden T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moeras- en oeverplanten T	0,3	.	0,4	.	0,5	0,2	.	0,1	2,2	0,3	.
Waterplanten T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Heide- en hoogveenplanten T	16,8	.	61,1	.	49,0	25,3	.	86,2	20,2	7,4	.
Sporenplanten T	.	.	.	.	0,7	0,5	.	0,8	.	0,4	.
Som boompollen	100,0	.	100,0	.	100,0	100,0	.	100,0	100,0	100,0	.
Som niet-boompollen	21,6	.	162,7	.	102,0	35,3	.	697,7	3.	10,1	.
Bomen en struiken (drogere gronden)	62,2	.	63,6	.	68,6	72,0	.	74,4	63,2	77,8	.
Bomen (nattere gronden)	37,8	.	36,0	.	31,1	28,0	.	25,6	36,8	21,7	.
Boskruiden	.	.	0,3	.	0,3	.	.	.	.	0,5	.
Cultuurgewassen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Akkeronkruiden en ruderalen	.	.	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.
Graslandplanten	0,8	.	0,6	.	.	0,2	.	2,0	0,8	1,0	.
Algemene kruiden	.	.	0,3	.	0,7	.	.	0,7	.	0,2	.
Ruigtekruiden	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moeras- en oeverplanten	0,4	.	1,0	.	1,0	0,2	.	1,0	2,8	0,3	.
Waterplanten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Heide en hoogveenplanten	20,5	.	160,4	.	99,0	34,2	.	687,5	26,3	8,1	.
Sporenplanten	.	.	.	.	1,4	0,7	.	6,6	.	0,5	.

Datering (14C BP)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	a	a	i	a	a	a	i
diepte onder maaiveld	195- 196	235- 236	262- 263	285- 286	292- 293	299- 300	310- 311	317- 318	321- 322	325-326	327- 328
Bxnummer	BX7949	BX7950	BX7951	BX7952	BX8009	BX8010	BX7953	BX8011	BX8012	BX8013	BX8014
diepte in m NAP	42,285	41,885	41,615	41,385	41,315	41,245	41,135	41,065	41,025	40,985	40,965
Type 264	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Reticulaat microfossiel indet	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Verkoold Sphagnumblad	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.
Verkoold Cyperaceae-epidermis	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Verkoold graminoid epidermis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Houtskool fragmenten	+	+	+	.	+	.	+	+	+	+	++
Verkoolde plantenresten	+	.	+	.	+	.	.	+	+	+	.
Organische fragmenten	+++++	+++	+++	++++	++++	+++	+++	++++	++++	+++	++++
Mycelium (indet)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Indet en Varia	0,4	.	1,0	.	1,7	0,9	.	0,7	0,4	0,3	.
gegevens t.b.v.											
concentratieberekening											
Pollenconcentratie	177585	.	152108	.	116972	67548	.	394470	46804	1027570	.
Exoten per pil	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666
Aantal pillen met exoot	5	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6
Getelde exoten	43	.	129	.	296	510	.	358	399	39	.
Som alle pollen en sporen	315	.	809	.	592	590	.	2433	321	689	.
Boompollensom	259	.	308	.	293	436	.	305	247	626	.
Monstervolume in ml	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1

Bijlage 6C Aamsveen, locatie P1. Resultaten van de pollenanalyses (percentages) en polleninventarisaties (abundanties) van de basis van het veenprofiel (40,455 - 40,935 m NAP). Legenda: + = sporadisch aanwezig, ++ = aanwezig, +++ = veel aanwezig, ++++ = zeer veel aanwezig, +++++ = extreem veel aanwezig, B = pollentype volgens Beug, P = pollentype volgens Punt, T = percentageberekening op basis van een totaalpollensom van alle aanwezige pollen en sporen.

Datering (14C BP)	6193 ± 35										
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	i	a	a	a	a	a	a
diepte onder maaiveld	330-331	335-336	340-341	345-346	350-351	355-356	360-361	362-363	369-370	374-375	383-384
Bxnummer	BX7939	BX8015	BX8016	BX7940	BX8017	BX8018	BX7941	BX7942	BX7943	BX7944	BX7945
diepte in m NAP	40,935	40,885	40,835	40,785	40,735	40,685	40,635	40,615	40,545	40,495	40,455
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SAPtotaal	88,8	95	90,7	95	95	89,7	88,9	81,1	82,6	82,1	88,3
SNAPtotaal	11,2	5	9,3	5	5	10,3	11,1	18,9	17,4	17,9	11,7
Bomen en struiken (drogere gronden) T	68,0	.	66,5	.	.	71,7	61,3	51,0	79,5	76,9	84,3
Bomen (nattere gronden) T	20,5	.	24,2	.	.	18,0	27,3	29,9	3,0	5,2	4,0
Boskruiden T	0,3	.	.	.	.	.	0,3	0,1	0,2	.	.
Cultuurgewassen T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Akkeronkruiden en ruderalen T	.	.	.	.	.	0,2	.	0,1	.	.	.
Graslandplanten T	2,6	.	0,3	.	.	0,4	1,7	1,9	3,3	5,2	6,5
Algemene kruiden T	0,6	.	6,5	.	.	0,4	0,4	0,6	1,1	1,2	1,4
Ruigtekruiden T	.	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.
Moeras- en oeverplanten T	2,4	.	0,9	.	.	0,4	1,5	6,9	1.	7,9	.
Waterplanten T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,3	.
Heide- en hoogveenplanten T	3,5	.	0,6	.	.	4,1	5,6	2,8	0,5	2,2	0,8
Sporenplanten T	2,2	.	0,9	.	.	4,7	1,9	6,6	2,6	1,0	3,0
Som boompollen	100,0	.	100,0	.	.	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Som niet-boompollen	12,6	.	10,3	.	.	11,5	12,5	23,3	21,0	21,8	13,2
Bomen en struiken (drogere gronden)	76,6	.	73,3	.	.	8.	69,0	62,9	96,2	93,6	95,4
Bomen (nattere gronden)	23,1	.	26,7	.	.	2.	30,7	36,9	3,7	6,4	4,6
Boskruiden	0,3	.	.	.	.	.	0,3	0,1	0,2	.	.
Cultuurgewassen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Akkeronkruiden en ruderalen	.	.	.	.	.	0,2	.	0,1	.	.	.
Graslandplanten	3,0	.	0,3	.	.	0,4	1,9	2,4	4,0	6,4	7,4
Algemene kruiden	0,6	.	7,2	.	.	0,4	0,5	0,7	1,3	1,4	1,6
Ruigtekruiden	.	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.
Moeras- en oeverplanten	2,6	.	1,0	.	.	0,4	1,7	8,6	12,1	9,7	.
Waterplanten	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,4	.
Heide en hoogveenplanten	3,9	.	0,7	.	.	4,6	6,3	3,4	0,5	2,7	0,9
Sporenplanten	2,5	.	1,0	.	.	5,2	2,2	8,1	3,1	1,2	3,3

Bomen en struiken (drogere gronden)

Datering (14C BP)	.	.	.	.	.	.	6193 ± 35	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	i	a	a	a	a	a	a
diepte onder maaiveld	330-331	335-336	340-341	345-346	350-351	355-356	360-361	362-363	369-370	374-375	383-384
Bxnummer	BX7939	BX8015	BX8016	BX7940	BX8017	BX8018	BX7941	BX7942	BX7943	BX7944	BX7945
diepte in m NAP	40,935	40,885	40,835	40,785	40,735	40,685	40,635	40,615	40,545	40,495	40,455
Graslandplanten											
Boterbloemenfamilie	.	.	.	.	.	.	.	0,1	.	.	.
Ganzerik-type	.	.	.	+	+	.	.	0,1	0,2	.	.
Granen-type (wilde grassoorten)	.	.	.	.	.	.	.	0,1	.	0,4	0,4
Grassenfamilie	3,0	+	.	.	.	0,4	1,7	1,8	3,5	5,8	6,2
Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ratelaar-type	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Schapenzuring	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Smalle weegbree-type	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sterbladigenfamilie	.	.	0,3	+	.	.	.	0,1	.	0,2	0,2
Veldzuring-type	.	+	.	.	+	.	.	.	0,2	.	0,5
Vlinderbloemenfamilie	.	.	.	.	.	.	0,2	.	0,2	.	.
Weegbree	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
Algemene kruiden											
Compositiefamilie buisbloemig	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Compositiefamilie lintbloemig	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2
Distel/Vederdistel	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Engels gras (fragment)	.	.	.	.	.	.	.	0,1	.	.	.
Ganzenvoetfamilie	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hennepnetel/Ballote-type	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	.	.
Kamille-type	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kruisbloemenfamilie	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5
Ooievaarsbek	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Rozenfamilie	0,3	.	7,2	.	.	0,4	0,5	0,1	.	.	0,2
Schermbloemenfamilie	.	.	.	.	.	.	.	0,4	1,1	1,4	0,7
Ruigtekruiden											
Kattenstaart	.	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	.
Ruit	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Spirea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Moeras- en oeverplanten											
Cypergrassenfamilie	2,2	.	0,7	.	.	0,4	1,7	5,3	5,3	6,4	.
Cypergrassenfamilie (klein pollen)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Egelskop/Lisdodde	0,2	+	0,3	.	+	.	+	1,6	2,2	1,0	.
Grote en Blonde egelskop-type	0,3	.	.	.	.	.	+	0,7	3,5	1,0	.

Datering (14C BP)	6193 ± 35	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	i	a	a	a	a	a	a
diepte onder maaiveld	330-331	335-336	340-341	345-346	350-351	355-356	360-361	362-363	369-370	374-375	383-384
Bxnummer	BX7939	BX8015	BX8016	BX7940	BX8017	BX8018	BX7941	BX7942	BX7943	BX7944	BX7945
diepte in m NAP	40,935	40,885	40,835	40,785	40,735	40,685	40,635	40,615	40,545	40,495	40,455
Type 3B
Anthostomella fuegiana (T.4)
Coniochaeta xylariispora (T.6)
Chaetomium (T.7A)
Type 8E	.	.	1,4	.	+	.	.	.	.	0,2	.
Type 10	0,2	.	.	.	0,2	.
Type 12	.	.	0,3	.	.	.	.	.	.	0,4	.
cf. Entophlyctis lobata (T.13)
Meliola cf. M. niessleana, asco (T.14)	0,2
Meliola cf. M. niessleana, myc. (T.14)
Veenmos-type (T.27)	.	.	3,8	.	.	.	+	0,1	.	0,2	.
Eenoogkreeftjes/Roeipootkreeftjes (T.28)	.	.	.	+
Helicoon pluriseptatum (T.30)
Amphitrema flavum (T.31A)	0,2	.
Amphitrema wrightianum (T.31B)
Assulina muscorum (T.32A)	0,2
Assulina seminulum (T.32B)
Callidina (T.37)
Korsthoutskoolzwam (T.44)	0,2	.	.	+	.	0,8	.	0,1	.	.	.
Zeefplaat uit houtvat (T.114)	0,8	+	0,4	.	2,3	1,8
Type 16	0,2	.	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 18	0,2
Type 52	.	.	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 53
Type 71	.	.	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.
Type 73
Type 83
Type 90
Type 264	.	.	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.
Reticulaat microfossiel indet
Verkoold Sphagnumblad
Verkoold Cyperaceae-epidermis	+
Verkoold graminoid epidermis	+	.	+	+	.	.	.
Houtskool fragmenten	+	+	+	+	+	++	+	+	+	+	.

Datering (14C BP)	.	.	.	.	.	.	6193 ± 35	.	.	.	.
analyse (a) of inventarisatie (i)	a	i	a	i	i	a	a	a	a	a	a
diepte onder maaiveld	330-331	335-336	340-341	345-346	350-351	355-356	360-361	362-363	369-370	374-375	383-384
Bxnummer	BX7939	BX8015	BX8016	BX7940	BX8017	BX8018	BX7941	BX7942	BX7943	BX7944	BX7945
diepte in m NAP	40,935	40,885	40,835	40,785	40,735	40,685	40,635	40,615	40,545	40,495	40,455
Verkoolde plantenresten	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.
Organische fragmenten	++	++	++++	+	+++	++++	.	.	++	.	.
Mycelium (indet)	.	.	++++	.	.	.	.	.	.	.	.
Indet en Varia	0,3	.	2,1	.	.	0,6	0,3	0,3	1,6	0,6	0,4
gegevens t.b.v. concentratieberekening											
Pollenconcentratie	404299		2377836			1153476	20907558	32755	432715	22613	51955
Exoten per pil	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666	9666
Aantal pillen met exoot	3	6	6	3	6	6	3	3	3	3	3
Getelde exoten	52	0	8	0	0	27	1	247	45	763	360
Som alle pollen en sporen	723	0	322	0	0	534	719	835	662,5	592	643
Boompollensom	642	0	292	0	0	479	639	677	547,5	486	568
Monstervolume in ml	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1

Bijlage 7A Aamsveen, verklarende soortenlijst macrorestenanalyses

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Adelaarsvaren	<i>Pteridium aquilinum</i>
Berk	<i>Betula</i>
Braam (?)	<i>Rubus</i> , cf.
Cypergrassenfamilie	Cyperaceae
Dophei	<i>Erica tetralix</i>
Eenarig Wollegras	<i>Eriophorum vaginatum</i>
Gewoon Haarmos	<i>Polytrichum commune</i>
Gewoon Veenmos	<i>Sphagnum palustre</i>
Grassenfamilie	Poaceae
Grove den	<i>Pinus sylvestris</i>
Haarmos	<i>Polytrichum</i>
Heideachtigen	Ericales
Hennegras	<i>Calamagrostis canescens</i>
Hoogveenveenmos	<i>Sphagnum magellanicum</i>
Bultveenmos	<i>Sphagnum austinii</i>
Kleine Veenbes	<i>Vaccinium oxycoccos</i>
Kraaihei	<i>Empetrum nigrum</i>
Lavendelhei	<i>Andromeda polifolia</i>
Lisdodde	<i>Typha</i>
Mijten	Acari
Moerasvaren	<i>Thelypteris palustris</i>
Moeraszegge	<i>Carex acutiformis</i>
Mossen	Bryales
Pijpestrootje	<i>Molinia caerulea</i>
Pitrus	<i>Juncus effusus</i>
Rood/Bruin Veenmos	<i>Sphagnum rubellum/fuscum</i>
Roodviltmos	<i>Aulacomnium palustre</i> , leaf
Rus	<i>Juncus</i>
Struikhei	<i>Calluna vulgaris</i>
Uitgebeten Veenmos	<i>Sphagnum riparium</i>
Veenbloembies	<i>Scheuchzeria palustris</i>
Veenhaarmos	<i>Polytrichum strictum</i>
Veenmos	<i>Sphagnum</i>
Veenmos sectie Acutifolia	<i>Sphagnum</i> sect. <i>Acutifolia</i>
Veenmos sectie Cuspidata	<i>Sphagnum</i> sect. <i>Cuspidata</i>
Waterveenmos	<i>Sphagnum cuspidatum</i>
Waterweegbree	<i>Alisma</i>
Witte Snavelbies	<i>Rhynchospora alba</i>
Zachte (?) Berk	<i>Betula</i> cf. <i>pubescens</i>
Zachte Berk	<i>Betula pubescens</i>
Zegge	<i>Carex</i>
Zegge/Cypergrassen	<i>Carex</i> /Cyperaceae
Zwarte peperkorrelzwam	<i>Cenococcum geophilum</i>

Bijlage 7B Aamsveen, verklarende soortenlijst pollenanalyses

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Adelaarsvaren	Pteridium aquilinum
Alsem	Artemisia (B)
Amphitrema flavum (T.31A)	Amphitrema flavum (T.31A)
Amphitrema wrightianum (T.31B)	Amphitrema wrightianum (T.31B)
Anthostomella fuegiana (T.4)	Anthostomella fuegiana (T.4)
Assulina muscorum (T.32A)	Assulina muscorum (T.32A)
Assulina seminulum (T.32B)	Assulina seminulum (T.32B)
Berk	Betula (B)
Beuk	Fagus (B)
Boekweit	Fagopyrum (B)
Boterbloemenfamilie	Ranunculaceae
Brandnetelfamilie	Urticaceae (B)
Brokkelspoorzwam-type	Sporormiella-type (T.113)
Callidina (T.37)	Callidina (T.37)
cf. Entophlyctis lobata (T.13)	cf. Entophlyctis lobata (T.13)
Chaetomium (T.7A)	Chaetomium (T.7A)
Composietenfamilie buisbloemig	Asteraceae tubuliflorae
Composietenfamilie lintbloemig	Asteraceae liguliflorae
Coniochaeta xylariispora (T.6)	Coniochaeta xylariispora (T.6)
Cypergrassenfamilie	Cyperaceae (B)
Cypergrassenfamilie (klein pollen)	Cyperaceae (small)
Den	Pinus (B)
Distel/Vederdistel	Carduus/Cirsium
Eenoogkreeftjes/Roeipootkreeftjes (T.28)	Copepoda, spermatophore (T.28)
Egelskop/Lisdodde	Sparganium/Typha
Eik	Quercus (B)
Eikvaren	Polypodium
Els	Alnus (B)
Engels gras (fragment)	Armeria maritima (fragment)
Esdoorn	Acer (B)
Es-type	Fraxinus excelsior-type (B)
Ganzenvoetfamilie	Chenopodiaceae p.p. (B)
Ganzerik-type	Potentilla-type (B)
Gewone spurrie	Spergula arvensis
Gewoon varkensgras-type	Polygonum aviculare-type (B)
Granen-type	Cerealia-type
Granen-type (wilde grassoorten)	Cerealia-type (wild grastype)
Grassenfamilie	Poaceae (B)
Groenwier-familie Zygnemataceae	Zygnemataceae
Groenwier-genus Debarya	Debarya
Groenwier-genus Mougeotia	Mougeotia
Groenwier-genus Spirogyra (T.130)	Spirogyra (T.130)
Groenwier-genus Spirogyra (T.132)	Spirogyra (T.132)
Grote en Blonde egelskop-type	Sparganium erectum-type (P)
Grote lisdodde-type	Typha latifolia-type (B)
Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type	Plantago major-media-type (B)
Haagbeuk	Carpinus betulus (B)
Hazelaar	Corylus (B)
Heifamilie (overig)	Ericaceae (overig)
Helicoon pluriseptatum (T.30)	Helicoon pluriseptatum (T.30)
Hennepnetel/Ballote-type	Galeopsis/Ballota-type (B)
Hop	Humulus lupulus (P)
Iep	Ulmus (B)
Jeneverbes-type	Juniperus communis-type (B)
Kamille-type	Matricaria-type (B)
Kattenstaart	Lythrum (B)
Klimop	Hedera helix (B)
Korenbloem	Centaurea cyanus (B)

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Korsthoutskoolzwam (T.44)	Kretzschmaria deusta (T.44)
Kraterspoorzwam T.1)	Gelasinospora (T.1)
Kroos-type	Lemna-type (B)
Kruisbloemenfamilie	Brassicaceae (B)
Lijntjeskraterspoorzwam (T.2)	Gelasinospora cf. G. reticulispora (T.2)
Lijsterbes-groep	Sorbus-groep (B)
Linde	Tilia (B)
Maretak	Viscum album (B)
Meliola cf. M. niessleana, asco (T.14)	Meliola cf. M. niessleana, asco (T.14)
Meliola cf. M. niessleana, myc. (T.14)	Meliola cf. M. niessleana, myc. (T.14)
Menhirzwammetje-type	Podospora-type (T.368)
Mestvaasje-type	Sordaria-type (T.55A)
Niervaren-type	Dryopteris-type
Oeverkruid-type	Litorella-type (B)
Ooievaarsbek	Geranium
Paardenstaart	Equisetum
Piekhaartonnetje-type	Cercophora-type (T.112)
Ratelaar-type	Rhinanthus-type (B)
Rogge	Secale (B)
Ronde(?) Zonnedauw	Drosera cf. rotundifolia
Rozenfamilie	Rosaceae
Ruit	Thalictrum (B)
Schapenzuring	Rumex acetosella (P)
Schermbloemenfamilie	Apiaceae (B)
Smalle weegbree-type	Plantago lanceolata-type (B)
Spar	Picea (B)
Spirea	Filipendula (B)
Sporkehout	Rhamnus frangula
Sterbladigenfamilie	Rubiaceae (B)
Struikhei	Calluna vulgaris (B)
Tarwe-type	Triticum-type (B)
Veenbloembies	Scheuchzeria (B)
Veenmos	Sphagnum totaal
Veenmos-type (T.27)	Tilletia sphagni (T.27)
Veldzuring-type	Rumex acetosa-type (B)
Venijnboom	Taxus (B)
Vlinderbloemenfamilie	Fabaceae p.p. (B)
Watertype (T.128A)	Type 128A
Watertype (T.128B)	Type 128B
Waterweegbree-type	Alisma-groep (B)
Weegbree	Plantago
Wilg	Salix (B)
Wratsporig punthoofdje	Apiosordaria verruculosa (T.169)
Zeefplaat uit houtvat (T.114)	Type 114

Legenda

- x waarneming oppervlaktewatersysteem 16,17 en 18 maart 2016
- x waarneming oppervlaktewatersysteem sept/okt 2017
- x waarneming aanvullende inventarisatie oppervlaktewatersysteem 5 jan 2018

interne meetnet

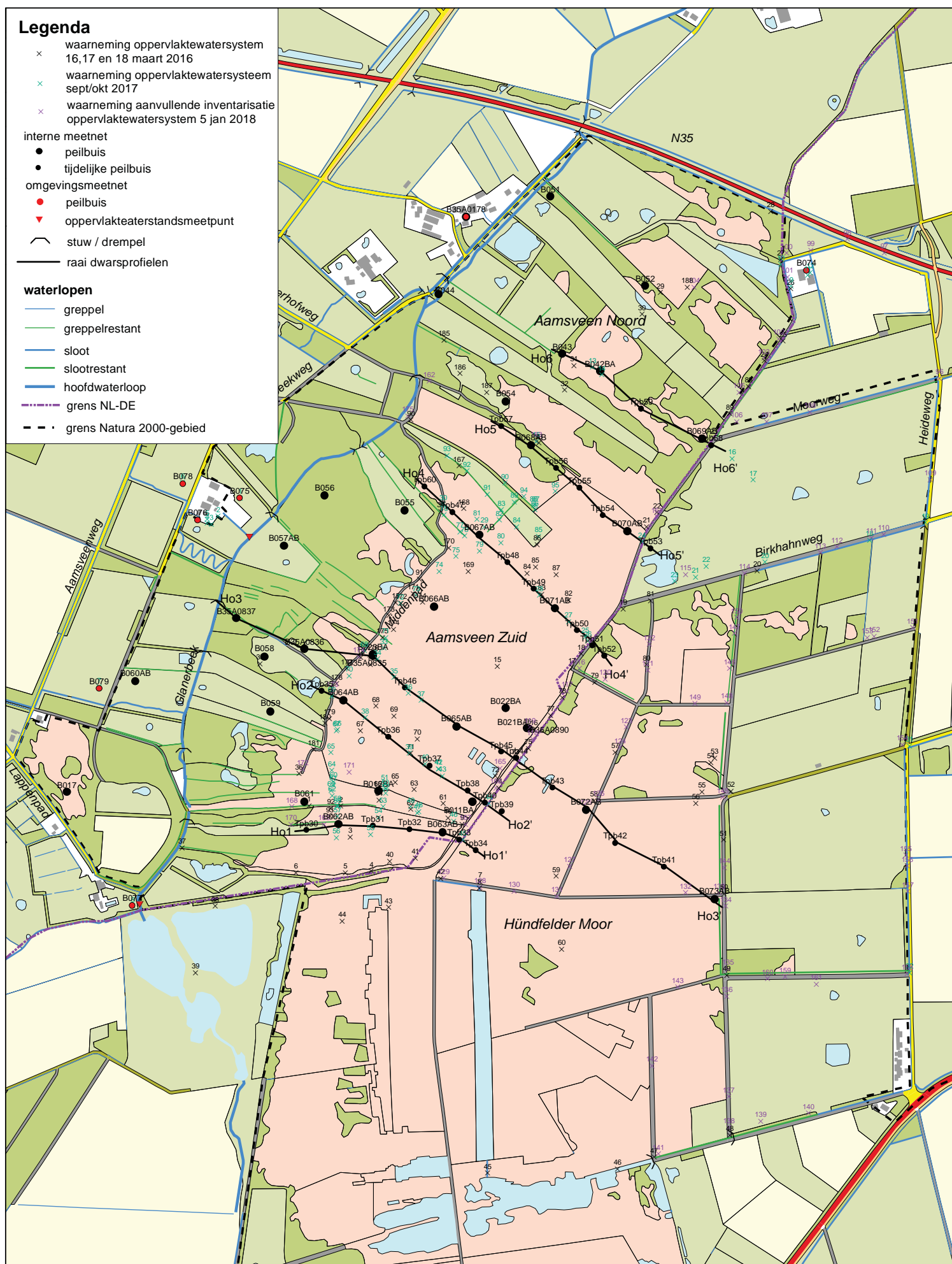
- peilbuis
- tijdelijke peilbuis

omgevingsmeetnet

- peilbuis
- ▼ oppervlakteaantalstandsmeetpunt
- stuw / drempel
- raai dwarsprofielen

waterlopen

- greppel
- greppelrestant
- sloot
- slootrestant
- hoofdwaterloop
- grens NL-DE
- - - grens Natura 2000-gebied



Bijlage 4 Kaart met waypoints inventarisaties oppervlaktewatersysteem en lekkageonderzoek

Bijlage 4A Waarnemingen veldinventarisatie Aamsveen op 16, 17 en 18 maart 2016

Hoogveendeel

1	Lichte oppervlakkige afvoer over wandelpad, groot deel pad is drassig, drooglegging 0 à 10 cm
2	zuidgrens gecompartmenteerd gebied
4	grensslenk met afgedichte duiker
5	verbinding van verveende laagte naar grensslenk, maar geen afvoer, peil onder drempel
6	voormalige langgerekte retentiebekken
7	brede verveende slenk die grote plas is geworden, peilverschil van circa 25 cm met afvoerloop grensslenk
8	aanzienlijke oppervlakkige afvoer vanuit afvoerloop naar plas
9	diepe sloot langs veenrug, dichtgroeid met Pijpenstrootje en veenmos
10	dwarsdam met duiker met bochtstuk, act peil 7 cm onder instroom (dus geen afvoer), diameter 20 cm boring in dwarsdam: 0-25 sterk veraard veen, 25-100 matig veraard veen (enigszins doorlatend)
11	goed ontwikkelde vegetatie met Wrattig veenmos / geen dwarsdam
12	pvc-duiker met bochtstuk in Middenpad, diameter 20 cm; afvoer, peil 3 cm boven instroom vanwege strooisel op rand buis
13	putten met kleine veenbes
14	zuidgrens van machinaal verveende deel; veenrug (geen plagstrook, dus betreft geen dam)
15	dwarsdam
16	oppervlakkige afvoer over pad heen naar grensslenk
17	inspectieput, deksel zou vastgekit moeten zijn, gemarkeerd met stenen paaltje
20	uiteinde duiker afgesloten met dop, maar lekt. Circa 20 m bovenstrooms nog veel sterkere lekkage via gat.
21	vanaf hier grenspad opgehoogd in 1995, voorheen op diverse plekken verlies over pad heen
22	duiker met bochtstuk onder grenspad, act peil 2 cm onder instroom; 1 cm onder instroom op 29-3, duiker alleen voor afvoer van lokale laagte
23	Duitse peilbuis langs grenspad / wal, west van pad
24	dwars op grenspad veenrug die doorloopt in richting van dekzandrug, duiker met bochtstuk, act peil 8 cm onder instroom peil op 29-3-2016 9 cm onder instroom / kade eindigt bij w188, water kan hier omheen stromen als peil nog paar cm oploopt
25	sloot aan oostzijde grenspad en wildakkertje
26	aanzienlijke oppervlakkige afvoer over grenspad heen / gooptje aanlegd maar functioneert niet
27	duiker onder fietspad verstopt. Hierlangs zou de afvoer eigenlijk plaats moeten vinden
28	begin van diepe sloot langs N35, watert af op Glanerbeek
29	geplagde heide, rietorchis of gevlekte orchis, sloten afgedamd maar niet gedempt.
30	doorsnijding dekzandrug door afgraving, bovendien poel en slootrestant
31	zeer ondiepe, droge greppel
32	doorsnijding dekzandrug
33	duiker zonder bocht onder wandelpad, diameter 30 cm, act peil 2 cm boven bovenzijde duiker, afvoer op 29-3-2016
34	voormalige afvoersloot van veen waar veel water weg stroomde, door ophoging van Middenpad niet / nooit meer
36	einde Middenpad sluit aan op veenrug
37	lage plek in Middenpad, nu net geen oppervlakkige afvoer, maar hier eerder wel geconstateerd
38	lichte oppervlakkige afvoer over rug heen
39	2e afvoerpunt, hier nu net geen oppervlakkige afvoer (peil 0 cm onder drempel)
40	boring: 0-30 veraard veen, 30-170 weinig veraard veen, veenmosveen (doorlatend)
41	verveende zijlaagte met in allerlaagste deel veenmos en Wollegras, peil 2 à 3 dm onder mv van laagte 0-190 slap veen / prut (loopt grotendeels uit boor)
42	oppervlakkige afvoer over houten drempel (planken) heen
43	sprong in maaiveld, oost sterk verdroogd veen / west licht geïnundeerd, wel veel Pijpenstrootje, met veenmos ook sloot in zuidelijke richting, staat in verbinding met grensslenk
44	veel afgestorven berken, pijpenstrootje en (veel) veenmos tussen de pollen; 0-150 veen
45	dubbele duiker met bochtstuk en sterke afvoer
46	oppervlakkige afvoer
47	niet goed functionerende stuw, water loopt er onder door, peil 38 cm onder de drempel, stuw nu door paaltjesdam. Ook peillat en peilbuis (pumpenboese)
48	sterke afvoer over drempel heen, vanaf hier duidelijke sloot, peil aan mv
49	kruising van paden, liggen veelal laag maar zijn in feite wel lage wallen; ook grens wel en niet ontgonnen deel
50	bocht wandelpad, veen in en over grens wel en niet ontgonnen deel
51	zandrug herkenbaar in grasland
52	goed toegangspad (voor auto)
53	put met Pijpenstr en veenmos; 0-140 slap veen, 120-140 zeggeveen, 140-150 sterk lemig (kleiig), zf zand, grijs
54	vegetatie idem, goede plek voor peilbuis
55	vegetatie idem, 0-165 veen, goede plek voor peilbuis
56	vegetatie idem, goede plek voor peilbuis
57	pad = dwarswal=laag/drassig, peil 0 cm onder drempel, dus afvoer bij hoge neerslag; verveende laagte met Pijpenstrootje maar ook (licht) veenmos, goede peilbuislocatie
58	pad = dwarswal, peil enkele dm onder drempel (laterale afvoer via veen); 0-200 veen, plekje met veenmos en wollegras
59	laag deel met dophei, veenmos & veenpluis, pad = wal, peil 2 dm onder drempel, dus geen opp afvoer
60	brede verveende laagte met dwarsrug en gat in dwarsrug, peil paar cm onder drempel, goed ontwikkelde vegetatie van dopheide, veenpluis en veenmos en zonder Pijpenstrootje. Op rug struikhei en dophei
62	dwarsdam, dkr met bocht, peil 0 cm onder instroom, plagstrook bovenstrooms
63	dwarsdam, dkr met bocht, peil 4 cm onder instroom, plagstrook bovenstrooms
64	pad=wal, geen duiker gevonden, is er hier wrs ook niet
65	dwarsdam, dkr met bocht, peil = 0 cm onder instroom, plagstrook benedenstrooms
66	2 x peilbuis in veenrug
67	dwarsdam, duiker met bochtstuk, sterk vervormd door brand, zodoende dichtgeknepen / verstopt, act peil circa 10 cm boven instroom

68	dwarsdam, dkr met bocht, act peil 3 cm, instroom iets vervormd
69	dwarsdam, dkr met bocht met recht stuk erop van 25 cm, act peil 20 cm, slecht ontwikkeld comp, te laag peil
70	dwarsdam, dkr niet gevonden, slecht ontwikkeld compartiment, te laag peil
71	dwarsdam, dkr met bocht, kort recht stuk erop, act peil 4 cm onder instroom
72	goed ontwikkelde veenput vlakbij grensslenk
73	verveende laagte met vlak mv oost van grensslenk tussen ruggen in Duitse deel
74	zeer lichte oppervlakkige afvoer in grensslenk in noordelijke richting
75	idem
76	peilbuizen provincie en LO staan buiten de compartimentering
77	verveende laagte met Wollegras en veenmos; goede locatie voor peilbuis
78	wel pladra / geen oppervlakkige afvoer
79	veenrug wordt doorbroken door grensslenk
80	sterk verdoogd veen, klein paadje = slechte wal, peil paar dm onder drempel
81	duikerslenk doorbreekt wal, maar staat hier wel (net) droog, dus geen opp afv langs wal greppel, afgedamd bij monding duikerslenk, dus geen opp afv
82	dwarswal / dwarsdam, hierlangs lijkt plagstrook aanwezig, bovenstreams
83	idem
84	wal over volle lengte naar middenpad, vanaf w84 (plag)slenk hierlangs met veenmos / wollegras
85	dwarsdam met duiker met bochtstuk, volledig verstopt, act peil 10 cm boven bovenzijde duiker.
86	grens ontgonnen strook
87	gat in wal met Wollegras
88, 89	hier begint sloot oost van grenspad
90	act peil 10 cm onder niveau van het Middenpad
91	ijl riet in hoogveendeel
92	kijkhut
93	veenrug
167	slootrestant
168	veenrug sluit aan op Middenpad; veenmos en wollegras-ontwikkeling & hoogveenachtige vegetatie met dophei en bulten plagstrook noordoost van veenrug, dus betreft wrs dam in kader van herstelplan jaren negentig
169	einde veenrug; dus veenrug ontbreekt tussen 169 en 170 (Middenpad)
171	laag deel in veenrug, actueel peil 5 à 10 cm onder drempel
172	laag deel in veenrug, actueel peil 0 cm onder drempel, dus opp afvoer ls peil verder stijgt
173	geplagde zone met goed ontwikkelde dopheidevegetatie
174	veenrug met gat hierin ter plaatse van plagzone 173
175	slootrestant, verland met veenmos; 0-80 cm slpa veen, 80-90 scundair gevormd veen, 90-100 zand
176	permanente peilbuizen Provincie & Lanschap Overijssel en tijdelijke peilbuis systeemanalyse Dal Glanerbeek
177	gat in veenrug, peil 5 à 10 cm boven drempel
178	idem
179	laag deel in veenrug, peil circa 10 cm beneden drempel
180-182	laag deel in Middenpad
181	laagste deel in Middenpad, actueel peil 3 cm beneden drempel, in winter is hier soms oppervlakkige afvoer
185	hier ontbreekt verbinding tussen slenk en greppel
186	begin van slenk met wilgenstruweel
187	drempel tussen geïnundeerde laagten

Overgangsgebied

94	waterdiepte 20 cm in niet ontgonnen zone & waterdiepte 5 cm in wel ontgonnen zone
95	slootrestant
96	natuurlijke drempel van de slenk; noord hiervan wal en slootrestant, loopt door to5t nabij beek, hier afgedamd ontginningsstrook snijdt ten zuidwesten van w96 dezkandrug aan (afgegraven)
97	ook hier slootrestant langs wal
98	wal en slootrestant
99	wal en greppelrestant
100	poel snijdt flank van centrale slenk aan; as van de slenk loop vanaf w96 via w100 naar w101
102	grens van eiken- naar elzenbos
103	poel; actueel peil Glanerbeek is in dit traject slechts paar dm onder maaiveld; sterke verlanding beekloop met lisdodde
104	boring: 0-30 st hum zand / bijmenging ha, blauw, st lemig zand, 30-50 sterk veraard veen, 50-60 zand
105	boring: 0-30 water, 30-50 veen; 50-60 zand
106	boring: 0-10 water, 10-30 humeus zand, 30-40 moe5rig / bijmengig ha zand, 50-60 zand
107	boring: 0-15 humeus zand, 15-35 vlekkerig, mix ha / humeus zand, 35-50 humeus zand met bijmenging ha zand, 50-60 zand
108	wal en slootrestant noord van wal en gedempte sloot zuid van wal (nog circa 20 cm diep)
109	centrale slenk; deels begroeid met berk, verder noor els
110	sloot is niet tot aan mv-niveau van rug gedemt, dus doorsnijding van rug door gedempte sloot
111	wal blokeert klein slenkje dat vanaf poel in westelijke richting naar gedempte sloot loopt.
112-114	slootrestant, dicht gemaakt met houtafval, begroeid met struweel
115-122	slenkje in grote schraalland, waterdiepte 10 à 20 cm, begroeid met veenpluis, veenmos en pijpenstrootje; blokkade door wal
123-124	natuurlijke overlooptdrempel van slenk 115-122; slenk tot paar cm onder overlooptniveau gevuld
125	wal met slootrestanten aan weerszijden, zuidelijke sloot vormde voorheen de afvoer van slenk 116-122
126	zijslenk; blokkade door wal; goed ontwikkeld volwassen loofbos met eik en (in slenk) els
127	tpb10-3 grwst op 18-3-2016 = 31 cm = 42,17 mNAP; idem op 29-3-2016
128	mooie natuurlijke loop in centrale slenk (voorbeeldloop)
129-130	wal met overloop, actueel peil 5 cm onder overloop
131	greppelrestant doorsnijdt dezkandrug
132	klein greppelrestant
133	wal met overloop, actueel peil 5 cm onder overloop; afvoer verloopt nu ondergrond want wel opp afvoer 10 m benstr van wal

134	wal blokkeert kleine slenk
135	korte wal blokkeert kleine slenk
137	wal blokkeert begin van kleine slenk / overgang naar heide
138	veel Pijpenstrootje in hoek heidegebied (overgang naar zijslenk)
139	greppelrestant doorsnijdt dekzandrug
140	wal en greppelrestant zuid van wal, wal blokkeert kleine slenk
141	idem
142	boring: 0-10 water, 10-30 zand, 30-45 sterk veraard veen, 45-50 zand
143	wal met aan weerszijde greppels
144	parallele slenk noord van zandkopje, hier geen wal, hierlangs in winter oppervlakkige afvoer geconstateerd (nu niet)
145	wal met hierop oude eiken, met aan weerszijden greppelrestanten
146	wal / goede locatie voor gat
147	greppelrestant
148	wal blokkeert kleine slenk
149	wal blokkeert kleine slenk
150	ten westen hiervan Elzenbroek en ten oosten Berkenbroekbos
152-153	wal / geschikte locaties voor gaten
154	gat in wal langs Glanerbeek & afvoer
155	wal & greppel (aan zijde grasland)
156	boring: 0-10 water, 10-25 zandig veen, 25-45 veen, 45-50 zand; oude duiker in beek (opruimen)
157	duiker (bijna geheel verstopt) & afvoer
155-157	wal langs beek ontbreekt nagenoeg (geldt ook voor overige ontginningsstroken)
158	slootrestant is sterk begroeid met struweel
159	plek met mv-kwel in bos
160	broekbos: 0-15 inundatie; grasland hiernaast 0 à 5 cm inundatie
161	begin van wal langs moerasbos; struweel is over slootrestant heen gegroeid, het grasland in
162	wal
163	rand van monotone pijpenstrootjevegetatie
164-165	hier nauwelijks sprake van walletje (vol gaten) en slootrestant
166	slenkje in grasland
188	veenrug eindigt hier, dus geen aansluiting op dekzandrug, water kan hier om veenrug heen stromen, via drassige zone met bosopslag, actueel peil paar cm onder drempel, dus wrs (vrijwel) nooit afvoer via duiker 88

Bijlage 4B Waarnemingen veldinventarisatie Aamsveen op 3 en 4 oktober 2017

46	greppelrestant	0-120 secundair veen, 120-200 vast veen, matig veraard
47	greppelrestant	0-50 secundair veen; 50-200 vast veen, matig veraard
48	veenbekken	0-130 secundair veen; 130-255 vast veen, licht veraard; 255-265 gyttja; 265-275 humeus zand, 275-285 zand
49	dwarswal	0-110 vast veen, sterk veraard; 110-170 vast veen, matig veraard, 170-300 vast veen, licht veraard
50	greppelrestant	0-25 secundair veen; 25-30 humeus zand (geen gliede/gyttja); 30-35 zand
51	veenbekken	0-25 secundair veen; 25-80 vast veen, 80-90 humeus zand (geen gliede/gyttja), 90-95 zand
52	veenbekken	0-30 secundair veen; 30-70 vast veen; 70-80 humeus zand
53	greppelrestant	0-40 secundair veen; 40-200 vast veen, licht veraard
54	greppelrestant	0-90 secundair veen; 90-200 vast veen
55	greppelrestant	0-100 vast veen
56	greppelrestant	0-25 vast veen, sterk veraard; 25-60 vast veen, matig veraard; 60-70 humeus zand (geen gyttja / gliede)
57	greppelrestant	0-20 water; 20-40 secundair veen; 40-60 vast veen; 60-65 gliedeachtig; 65-70 zand
58	greppelrestant	0-25 water; 25-90 vast veen; 90-65 gliede
59	greppelrestant	0-30 water; 30-70 vast veen; 70-75 zand, humeus ('slechte' gliede)
60	greppelrestant	0-20 water; 20-30 secundair veen; 30-80 vast veen; 80-85 humeus zand (geen gliede); 85-90 zand
61	veenbekken	0-70 vast veen; 70-72 gliedeachtig; 72-80 zand
62	veenbekken	0-50 vast veen; 50-57 gliede; 57-65 zand
63	veenbekken	0-50 vast veen; 50-52 gliedeachtig; 52-60 zand
64	veenbekken	0-100 vast veen
65	veenbekken	0-65 secundair veen; 65-75 vast veen; 75-77 gliedeachtig; 77-100 zand
66	greppelrestant	0-60 secundair veen; 60-70 vast veen (geen gliede); 70-80 zand
67	veenbekken	0-55 vast veen; 55-65 humeus zand (geen gliede); 65-75 zand
68	Middenpad	0-30 zand, ha; 30-65 zand, ha/zw; 65-75 veen; 75-80 humusinspoelingslaag; 85-100 zand, ijzerrijk
69	Middenpad	0-25 zand, ha; 25-35, zand, humeus; 35-50 zand, ha; 50-70 zand, ijzerrijk maar niet verkit; 70-90 zand, ha
70	veenbekken	0-70 secundair veen; 70-75 gliede (matig); 75-80 zand
71a	greppelrestant	0-80 secundair veen; 80-85 humeus zand (geen gliede): greppelrestant snijdt dus zand aan
71b	veenbekken	0-25 secundair veen; 25-85 vast veen, matig veraard; 85-87 gliede (dun / slecht); 87-90 zand
72	veenbekken	0-70 secundair veen; 70-72 gliede (slecht), 72-80 zand, verkit
73	veenbekken	0-75 vast vee; 75-80 gliede (matig); 80-85 zand
74	veenbekken	0-40 secundair veen; 40-80 vast veen; 80-81 gliede (slecht); 81-90 zand, zw hum; 90-100 humusinsp. verkitte B
75	veenbekken	0-40 secundair veen; 40-160 vast veen, matig veraard; 160-190 leem, kleilig, grijs (gyttja); 190-195 zand, lemig
76	slootrestant	0-90 vooral water, iets secundair veen, op 90 beetje drab; 90-100 zand: slootrestant snijdt zand dus aan
77	slootrestant	0-90 water met grove plantenresten; 90-92 secundair veen; 92-100 zand: slootrestant snijdt zand dus aan
78	slootrestant	uiteinde van slootrestant
78	veenbekken	0-107 secundair veen; 107-122 kleilige gyttja; 112-120 verkit zand
79	veenbekken	0-150 secundair veen, onderin drab; 150-172 leem, kleilig, maar zandig op 155-160; 172-180 zand
80	plagstrook	0-70 secundair veen; 70-110 vast veen, matig veraard; 110-120 gliede (goed); 120-130 leem, kleilig op 120-125
81	veenbekken	0-45 vast veen, sterk veraard; 45-55 zand, humeus (geen gliede); 55-60 zand
82a	slootrestant	0-80 water & secundair veen; 80-85 gliede; 85-90 zand
82b	slootrestant	0-85 water & secundair veen; 85-90 zand
83	slootrestant	0-70 water / secundair veen; 70-90 vast veen, matig veraard; 90-100 kleilige gyttja; 100-110 zand
84	perceelgrens	0-30 veen, sterk veraard; 30-90 veen, matig veraard
85	perceelgrens	geen greppel- of slootrestant
86	perceelgrens	geen greppel- of slootrestant
87	slootrestant	begin van slootrestant
88	slootrestant	0-60 water; 60-70 secundair veen; 70-80 zand
89	slootrestant	0-50 water / secundair veen; 50-95 veen, matig veraard; 95-105 kleilige gyttja, 105-110 zand
90	greppelrestant	0-30 water; 30-80 vast veen, matig veraard; 80-90 gyttja
91	greppelrestant	0-40 water; 40-50 zand
92	greppelrestant	0-30 water; 30-40 humeus zand; 40-50 zand
93	poel	poel is einde van sloot
94	slootrestant	0-90 water met beetje drab; 90-93 gyttja; 93-100 zand
95	perceelgrens	geen greppel- of slootrestant

Bijlage 4C Waarnemingen veldinventarisatie Aamsveen op 5 januari 2018

96	diepe sloot (diepte 180 cm / drooglegging 140 cm), sterke afvoer, duiker onder weg
97	duiker onder N35, afvoer
98	duiker onder N35, lichte afvoer
99	zijslootje
100	dam ter plaatse van fietspad, geen sloot ten noorden; plas op kaart betreft Pitrusmoeras, waterpeil tot 2 cm aan fietspad
101	afvoergoot, sterke afvoer
102	slootje langs grenspad, lichte afvoer, diepte 60 cm / drooglegging 40 cm
103	dam met duiker met bochtstuk tussen veenrug en grenspad (dus west van pad); geen afvoer (peil 4 cm onder instroom)
104	diffuse afvoer via slenk in jong bos
105	slootje langs grenspad sterk verland, drooglegging 20 cm; Duitse peilbuislangs grenspad aan veenzijde
106	slootrestant ten zuiden van pad, bij 106 dam, geen afvoer dus
107	dam in slootrestant noord van pad
108	(vanaf dam 107) sloot noord van pad, dipete 80 cm / drooglegging 50 cm, afvoer; slootrestant zuid van pad, drooglegging 0cm
109	in laagte in grasland wel water op maaiveld (met Pitrus) maar geen afvoer
110	sloot, diepte 95 cm / drooglegging 60 cm
111	zijslootje; grens intensief grasland; Duitse peilbuis
112	duiker onder pad, afvoer vanuit laagte in grasland, aanzienlijke afvoer
113	duiker; toegangshek; tot hier wordt sloot intensief onderhouden; sterke afvoer uit lange duiker van hoogveen
114	geen afvoer over pad heen (waterpeil 10 cm onder rand); sterk peilverschil met grasland noord van pad (circa 50 cm)
115	walletje rond poel met overloop, water aan rand, nu net geen afvoer; paar dm peilverschil
116	afvoer via greppel noord van pad in oostelijke richting
117	PVC-buis die 10 cm boven mv uitsteeks, met onderin stromend water (= lange duiker), bdm 170 cm -mv / waterpeil 30 cm -mv
118	sterke afvoer via grensslenk
119	B183, peilbuis staat buiten gecompartmenteerde deel, in verbinding met grensslenk
120	afvoer via slenkje; pad = wal
121	pas is geen wal, maar laag en drassig
122	vanaf hier is pad wel wal. Mv omgeving ligt ook hoger (berkenbos)
123	grepepl langs pad afgedamd, waterpeil 10 cm onder dam, peilverschil weerszijden dam circa 30 cm, in slenk waterpeil +10cm
124	pad laag, waterpeil +5 cm, dus verlies, maar niet zichtbaar (diffuus).
125	peilbuis B72 staat in wat hoger deel met vast veen; omgeving lager en plasdras
126	pad is laag in slenk, maar waterpeil toch 15 cm onder pad.
127	met name oost van pad: zeer veel opslag van berk
128	sterke afvoer over walletje heen vanuit sloot naar rechthoekige grote slenk / plas zuid; drooglegging van plas circa 50 cm
129	afvoer van grensslenk naar slootje
130	slenkje (met Pijpenstrootje) van west naar oost
131	pad noord is hier (tot aan veenrug) geen of nauwelijks wal
132	veenrug sluit aan op pad=wal, wel inkeping = afvoerdrempel, waterpeil wel aan drempel maar (nu) geen afvoer
133	duiker met bochtstuk onder west-oostpad (deels verstopt) en aanzienlijke afvoer in zuidelijke richting
134	grasland plasdras; wel greppelrestanten, maar geen afvoer, waterpeil aan of zelfs boven maaiveld
135	duiker met bochtstuk onder noord-zuidpad, aanzienlijke afvoer in oostelijke richting; pad = wal
136	afvoer over pad heen, grasland zeer nat, waterpeil bijna net zo hoog als in veen, grote plas in centrale deel grasland
137	ook hier afvoer over pad heen
138	(grond?)drempel in afvoersloot, zeer sterke afvoer
139	grens van grote plas in grasland
140	bewust geblokeerde duiker in afvoersloot, daarom stroomt water het grasland in; diepe sloot benstr; Duitse peilbuis
141	vervallen stuw, zeer sterke afvoer
142	lage deel in pad is drassig
143	afvoer over pad heen
144	laagte in grasland, licht geïnundeerd
145	Duitse peilbuis; pad = dwarswal
146	ter hoogte van veenrug gronddrempel in greppel, aanzienlijke afvoer, peilverschil circa 20 cm
147	aanzienlijke afvoer over noord-zuid pad heen
148	dwarspad=wal, blokkeert ook greppel
149	laag deel in dwarswal, plasdras, water kan hierlangs diffuus afstromen, nu echter geen afvoer geconstateerd
150	afvoer over pad heen
151	geen sloten / greppels in grasland van randzone
152	laagste deel van laagte in grasland zuid van pad geïnundeerd
153	kleine / ondiepe / korte duiker in pad, met afvoer; geen (functionerende) sloten / greppels in grasland
154	diepe sloot en sterke afvoer; in randzone (langs pad) geen greppels / sloten
155	oppervlakkige afvoer vanuit grasland
156	oppervlakkige afvoer via greppelrestant vanuit laagte west in grasland
157	ook hier oppervlakkige afvoer uit laagte in grasland
158	stuwende duiker & begin van diepe sloot, diepte 120 cm / drooglegging 100 cm, bovenstrooms drooglegging 0 à 10 cm
159	Duitse peilbuis
160	sterke oppervlakkige afvoer over wal / pad heen van plas naar sloot
161	grens van geïnundeerde laagte in grasland
162	lichte afvoer over pad
163	sterke afvoer via duiker onder pad
164	duiker met bochtstuk onder grenspad, zeer lichte afvoer
165	zeer hoog gelegen veenput in veenrug
166	afvoer via grensslenk
167	gat tussen twee veenruggen
168	afvoer over pad, zeer licht
169	slootrestant langs wal vanuit slenk naar ontginningsstrook, minieme afvoer
170	einde van slootrestant
171	duiker met bochtstuk met afvoer
172	laag deel in Middenpad, water staat aan rand, kan hierovergheen diffuus afstromen. Nu echter geen afvoer geconstateerd
173	laag deel in Middenpad, water staat aan rand, kan hierovergheen diffuus afstromen. Nu echter geen afvoer geconstateerd
174	duiker met bochtstuk, aanzienlijke afvoer
175	lage plek in Middenpad, drassig, maar geen afvoer, water staat paar cm onder pad

Bijlage 5

B-WARE rapport hydrochemisch onderzoek Aamsveen

HYDROCHEMISCH ONDERZOEK AAMSVEEN



- Eindrapportage -

HYDROCHEMISCH ONDERZOEK AAMSVEEN

Eindrapportage

*Hilde Tomassen
Mark van Mullekom
Fons Smolders*



Titel rapport:

Hydrochemisch onderzoek Aamsveen, concept rapportage

Auteurs:

Hilde Tomassen, Mark van Mullekom & Fons Smolders

Rapportnummer: RP-16.117A.17.75

Opdrachtgever:

Landschap Overijssel



Informatie:

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

Contactpersoon:

Hilde Tomassen
Tel: 024-2122206
h.tomassen@b-ware.eu
www.b-ware.eu

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Aanpak hydrochemisch onderzoek	2
1.3 Hydrochemische randvoorwaarden voor veenmosontwikkeling	2
1.4 Leeswijzer	5
2. Materiaal en methoden	7
2.1 Veldwerkzaamheden	7
2.2 Chemische analyse	11
3. Resultaten hydrochemisch onderzoek	13
3.1 Dwarsprofiel Ho1-Ho1' (Locatie 1 en 2)	13
3.2 Dwarsprofiel Ho2-Ho2' (Locatie 3 en 4)	15
3.3 Dwarsprofiel Ho3-Ho3' (Locatie 5, 6, 14 en 15)	16
3.4 Dwarsprofiel Ho4-Ho4' (Locatie 8 en 12)	19
3.5 Dwarsprofiel Ho5-Ho5' (Locatie 9 en 11)	20
3.6 Dwarsprofiel Ho6-Ho6' (Locatie 10 en 13)	22
3.7 Locatie 7 (actief hoogveen)	24
3.8 Veenmospoelen	26
3.9 Samenvatting hydrochemie Aamsveen	27
4. Conclusies en aanbevelingen	29
4.1 Belangrijkste conclusies hydrochemie Aamsveen	29
4.2 Aanbevelingen	29
5. Literatuur	31

1. INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het Natura 2000-gebied Aamsveen grenst aan het in Duitsland gelegen Hündfelder Moor en Amtsven. De gebieden vormen samen een restant van wat ooit een veel groter hoogveencomplex is geweest. Tot in de jaren '60 van de vorige eeuw is in het gebied turf gewonnen. Het gebied is bijzonder vanwege de redelijk intacte overgang van het zure hoogveen, via een zone met grondwaterinvloed (lagg zone) naar het beekdal van de Glanerbeek en de overgang naar de stuwwal van Enschede. Door deze overgangen kent het Aamsveen een grote afwisseling in vegetatietypen.

Met name als gevolg van de turfwinning is het ecohydrologisch functioneren van het hoogveensysteem in sterke mate aangetast. Inmiddels zijn diverse herstelmaatregelen getroffen en hiermee is een aanvang gemaakt met regeneratie van het hoogveen. Vooral de compartimentering die begin jaren negentig middels de aanleg van een aantal dammen is gerealiseerd, heeft een positief effect gehad: vooral in (lage) delen van de compartimenten zijn hoogveen(slenk)vegetaties teruggekeerd. Verder komt over een klein oppervlak (0,09 ha) zelfs weer het habitatype Actief hoogveen (H7110A) voor (Jansen e.a., 2013). Over het geheel gezien heeft het gebied echter nog altijd te kampen met te lage gemiddelde waterstanden en vooral te diep wegzakkende waterstanden in de zomer om een verdergaande hoogveenregeneratie mogelijk te maken.



Figuur 1. Impressie van het Aamsveen (foto genomen vanaf het Middenpad in februari 2017).

Er zijn aanwijzingen dat een verdergaande hoogveenregeneratie mogelijk is. Om deze mogelijkheden op effectieve wijze te benutten en daarbij ook te werken aan het herstel/ontwikkeling van gradiënten is een goed inzicht nodig in het ecohydrologisch functioneren van het hoogveensysteem. Een dergelijke systeemanalyse is reeds uitgevoerd voor het dal van de Glanerbeek en het overgangsgebied van het hoogveen naar dit dal (Bell e.a., 2016). Daarbij is ook al een globaal voorstel gedaan voor te treffen (herstel)maatregelen. Om tot een goede planuitvoering te komen dienen deze maatregelen echter nog nader gedetailleerd te worden en

hiervoor wordt door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar een systeemanalyse voor het Aamsveen uitgevoerd (Bell e.a., 2018). Voor deze systeemanalyse worden bestaande gegevens gebruikt (o.a. hoogtekaart, stijghoogtes uit bestaande hydrologische meetnetten en vegetatiekartering), in combinatie met aanvullend veldonderzoek (o.a. grond- en oppervlaktewaterpeilen in alle compartimenten, kartering van de veenbodem en de hydrochemische situatie). Aan de hand van al deze informatie worden een zestal ecohydrologische dwarsprofielen opgesteld die de basis vormen voor een detaillering van het herstelplan voor het Aamsveen, het overgangsgedebied en het dal van de Glanerbeek.

1.2 Aanpak hydrochemisch onderzoek

Een van de componenten van de ecohydrologische systeemanalyse is een hydrochemisch onderzoek. Om op oriënterende wijze de hydrochemische situatie van het Aamsveen inzichtelijk te maken, werd eenmalig met behulp van keramische cups op twee diepten (in de toplaag op ca. 10 cm-mv en dieper in het veenpakket op 50-100 cm-mv) poriewater uit het veen verzameld en geanalyseerd. Daarnaast werd op een aantal locaties de chemische samenstelling van het oppervlaktewater bepaald. De resultaten van dit onderzoek worden weergegeven en toegelicht in deze rapportage.

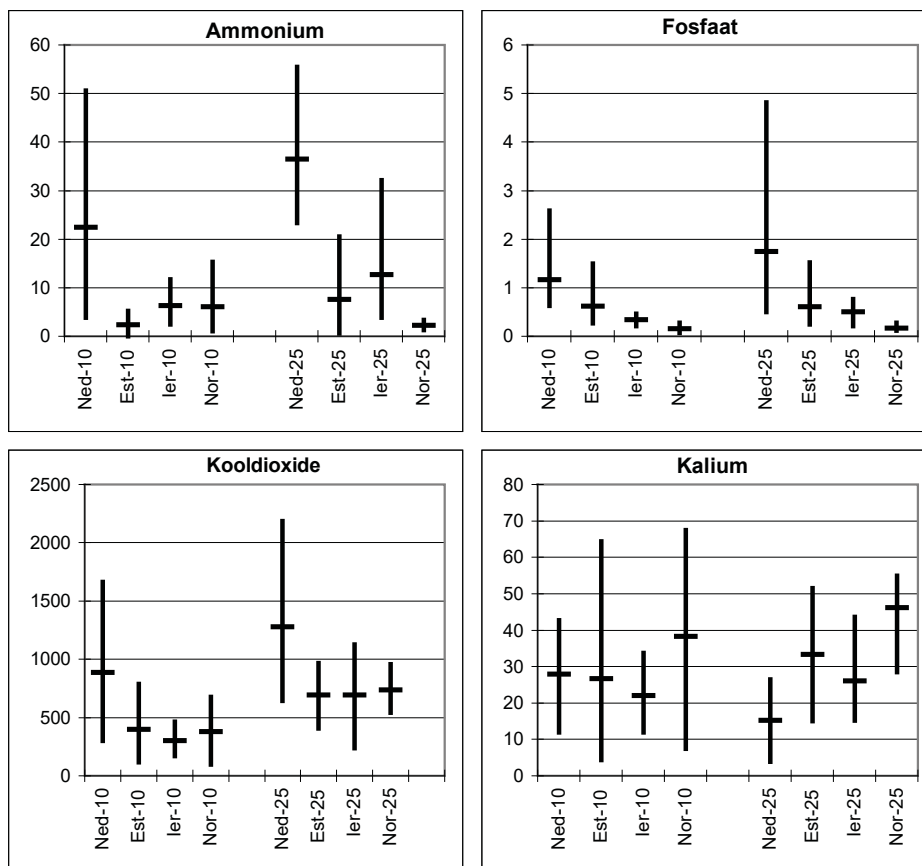
Aan de hand van het onderzoek is de actuele hydrochemische situatie op de onderzoekslocaties vastgesteld en welke consequenties dit heeft voor het beoogde hoogveenherstel. Daarnaast is de actuele vegetatiesamenstelling op de onderzoekslocaties in kaart gebracht. Bij de uitwerking van de resultaten wordt ingegaan op de volgende vragen:

- Wat is de actuele veenwaterkwaliteit in het Aamsveen en is deze geschikt voor een verder herstel van het hoogveen? Zo nee, wat zijn de knelpunten?
- Zijn er naast de beoogde peilverhoging en stabilisering van de waterpeilen nog andere maatregelen die kunnen bijdragen aan het herstel van het hoogveen?

Wanneer de metingen in de toekomst worden herhaald, kan worden vastgesteld welke invloed de inrichtingsmaatregelen hebben op de hydrochemische omstandigheden en vegetatieontwikkeling op de onderzoekslocaties.

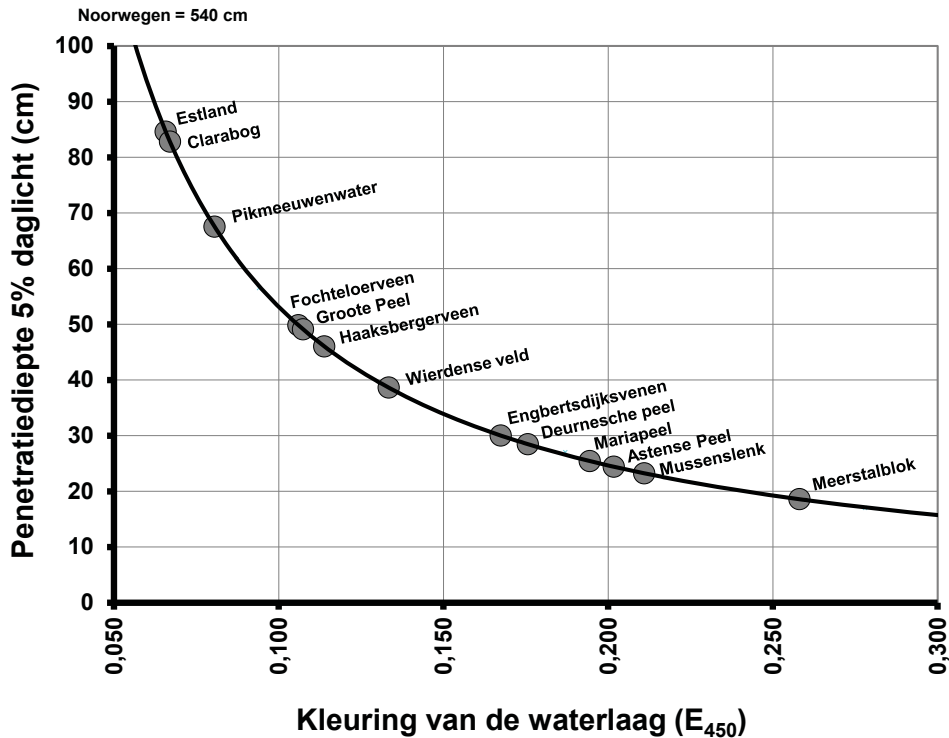
1.3 Hydrochemische randvoorwaarden voor veenmosontwikkeling

Hoogveenherstel richt zich in eerste instantie op het herstel van stabiele, hoge waterstanden in het veen om veenmosgroei te stimuleren. Daarnaast is ook de chemische samenstelling van dit water van belang. De beschikbaarheid van kooldioxide speelt bijvoorbeeld een belangrijke rol bij de groei van veenmossen. In evenwicht met de lucht bevat water ongeveer 15 $\mu\text{mol CO}_2/\text{l}$ per liter, terwijl voor een goede veenmosgroei zeker 30 keer (ca. 400-500 $\mu\text{mol/l}$) zoveel nodig is (Tomassen e.a., 2003). Toch vindt veenmosgroei onder natte condities plaats doordat ze koolstof kunnen gebruiken dat vrijkomt bij de afbraak van het onderliggende veen of dat aangevoerd wordt via oppervlakkig toestromend water uit aangrenzende veenmosbulten of dekzandruggen, het 'benthische' koolstof. In het poriewater van hoogvenen worden dan overwegend ook hoge concentraties opgelost kooldioxide gemeten, zeker onder de toplaag van het veen (Figuur 2). Een hoge beschikbaarheid van bentisch koolstof kan ook het verlandingsproces in hoogveenpoelen versnellen: de slenksoorten (o.a. Waterveenmos en Fraai veenmos) groeien sneller boven het water uit en bereiken zo eerder het punt waarop hun groei wordt geremd door een suboptimale vochtvoorziening, waarna de bultsoorten (o.a. Wrattig veenmos of Hoogveen-veenmos) het stokje kunnen overnemen.

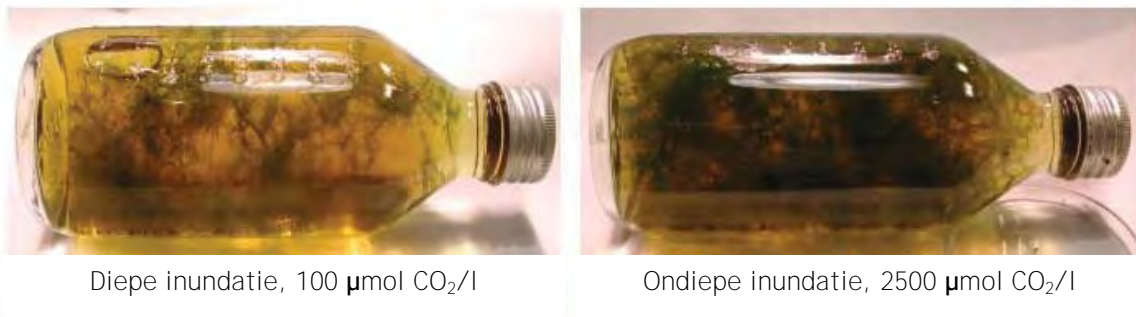


Figuur 2. Concentratie ammonium, fosfaat, koolstofdioxide en kalium ($\mu\text{mol/l}$) in het poriewater van verschillende hoogvenen in Nederland (n=19), Estland (n=3), Ierland (n=7) en Noorwegen (n=5) op 10 en 25 cm diepte (gemeten in de periode 1998-2000). Weergegeven zijn gemiddelden en de minimale en maximale gemeten concentratie. Bron: Tomassen e.a. (2003) & van Duinen e.a. (2011).

Naast kooldioxide is licht een belangrijke factor voor de ontwikkeling van veenmossen. Beschaduwning door bijvoorbeeld een dichte Pijpenstrootje vegetatie kan de veenmosontwikkeling belemmeren en slenksoorten zijn afhankelijk van de hoeveelheid licht onder water. Dit wordt bepaald door de diepte van de waterlaag en de bruinkleuring van het water. Voor Waterveenmos is een waterlaag dieper dan een halve meter in de meeste gevallen te diep, doordat het oppervlaktewater in veel hoogveenrestanten sterk bruin gekleurd wordt door humuszuren. Deze humuszuurkleuring verhindert dat dieper in het water nog voldoende licht doordringt voor de groei van veenmossen. Een goede en gemakkelijk te bepalen maat voor de kleuring door humuszuren is de extinctie voor licht met een golflengte van 450 nm (E_{450}). Naarmate het water bruiner is neemt de diepte waarop veenmossen nog kunnen groeien af. De kleuring van het water hangt af van de mate waarin het veen, onder invloed van onder andere veenoxidatie, afgebroken is. In relatief ongestoorde hoogvenen is het water in de veenpoelen vaak maar weinig gekleurd, waardoor het licht tot op grotere diepte kan doordringen. In de meeste Nederlandse hoogveenrestanten is de kleuring van het oppervlaktewater veel sterker, vanwege de veel sterkere veenafbraak, waardoor het licht hier maar tot op geringe diepte kan doordringen (Figuur 3). Licht en/of kooldioxide zijn in Nederlandse hoogveenrestanten vaak de beperkende factoren op locaties waar de veenmosontwikkeling vanuit een aquatische situatie niet op gang komt (Figuur 4).



Figuur 3. Verband tussen de kleuring van de het water en de diepte tot waar nog 5% van het Licht doordringt. Het water in Nederlandse hoogveengebieden is sterker gekleurd door humuszuren, dan bijvoorbeeld in Noorwegen, Estland of Ierland. Bron: aangepast naar Tomassen e.a. (2003).



Figuur 4. Biomassaproductie van Waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*) bij diepe inundatie met 100 µmol CO₂/l (links) en bij ondiepe inundatie met 2500 µmol CO₂/l (rechts) in het water. Waterveenmos komt alleen tot ontwikkeling bij voldoende licht (ondiepe inundatie) en hoge concentraties opgelost kooldioxide. Bron: Tomassen e.a. (2003).

Naast koolstof en licht, kan de beschikbaarheid van nutriënten het hoogveenherstel beïnvloeden. Hoogvenen zijn voedselarm doordat water en nutriënten vrijwel volledig via neerslag worden aangevoerd en neerslag is van nature arm aan nutriënten. Van de weinige voedingsstoffen die het veen via neerslag bereiken, wordt bovendien een belangrijk deel door de veenmossen vastgelegd in moeilijk afbreekbaar veen. Hierdoor wordt het hoogveensysteem steeds voedselarmer naarmate de tijd verstrijkt. Door menselijke invloeden is de samenstelling van het neerslagwater in Nederland sterk veranderd. De stikstofdepositie is dermate hoog dat de veenmossen niet meer in staat zijn om al het binnenkomende stikstof op te nemen. Het zogenoemde 'veenmosfilter' is verzadigd, waardoor zich stikstof ophoopt in het poriewater en beschikbaar komt voor hogere

planten. Vooral Pijpenstrootje en Berk zijn (mede) als gevolg daarvan zo gaan overheersen, dat dit voor de beheerders een belangrijk probleem vormt. Omdat deze soorten harder kunnen groeien dan de trage hoogveensoorten kunnen zij effectiever gebruik maken van de overmaat aan stikstof, vooral als dit gecombineerd wordt met minder stabiele waterstanden. De toename in vaatplanten is een zichzelf versterkend proces dat ten koste gaat van veenmosgroei en daarmee hoogveenherstel vertraagd.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de toepaste onderzoeksmethoden beschreven en in hoofdstuk 3 worden de resultaten van het hydrochemisch onderzoek gepresenteerd. In hoofdstuk 4 staan de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. In hoofdstuk 5 staat een overzicht van de gebruikte literatuur.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Veldwerkzaamheden

Op 15 locaties (zie Figuur 5), vastgesteld door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar, werd de chemische samenstelling van het poriewater in beeld gebracht. De locaties, uitgezonderd locatie 7, zijn gelegen in 6 dwarsprofielen door het Aamsveen (Figuur 7 en Figuur 8).

Op 1 en 2 februari 2017 werd op iedere locatie (zie Tabel 1 voor de XY-coördinaten) een ondiepe (10 cm-mv) en diepe (50 tot 95 cm-mv) keramische cup geïnstalleerd voor het bemonsteren van poriewater. Vanwege het eventueel oplossen van calciumcarbonaten uit de keramische cup in het zure veen, werd 4 weken gewacht met bemonstering van de cups. De keramische cups werden bemonsterd op 28 februari 2017 (Duitse deel) of 2 maart 2017 (Nederlandse deel). Hiertoe werd onder vacuüm met een 50 ml injectiespuit poriewater uit de veenbodem opgezogen (Figuur 6). Het poriewatermonster werd luchtdicht afgesloten en gedurende maximaal 24 uur bewaard bij 4 °C tot verdere analyse.



Figuur 5. Luchtfoto met de ligging van de 15 poriewatermonsterlocaties (1 t/m 15) en twee bemonsterde poelen in het Aamsveen. De witte nummers bij iedere locatie zijn de nummers van de peilbuizen die voor Ecohydrologisch onderzoek zijn geplaatst door Ecohydrologisch Adviesbureau Bell-Hullenaar. Zie Tabel 1 voor de XY-coördinaten van de locaties en Figuur 7 voor de ligging van de zes dwarsprofielen.

In aanvulling hierop werd op 6 locaties het oppervlaktewater bemonsterd: locatie 1, 10, 13, 15, een poel bij de grens met Duitsland en een poel bij het middenpad. Het oppervlaktewater werd verzameld in 500 ml HDPE-potten, luchtdicht afgesloten en gedurende maximaal 24 uur bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor de exacte ligging van de oppervlaktewaterlocaties zie Figuur 7.

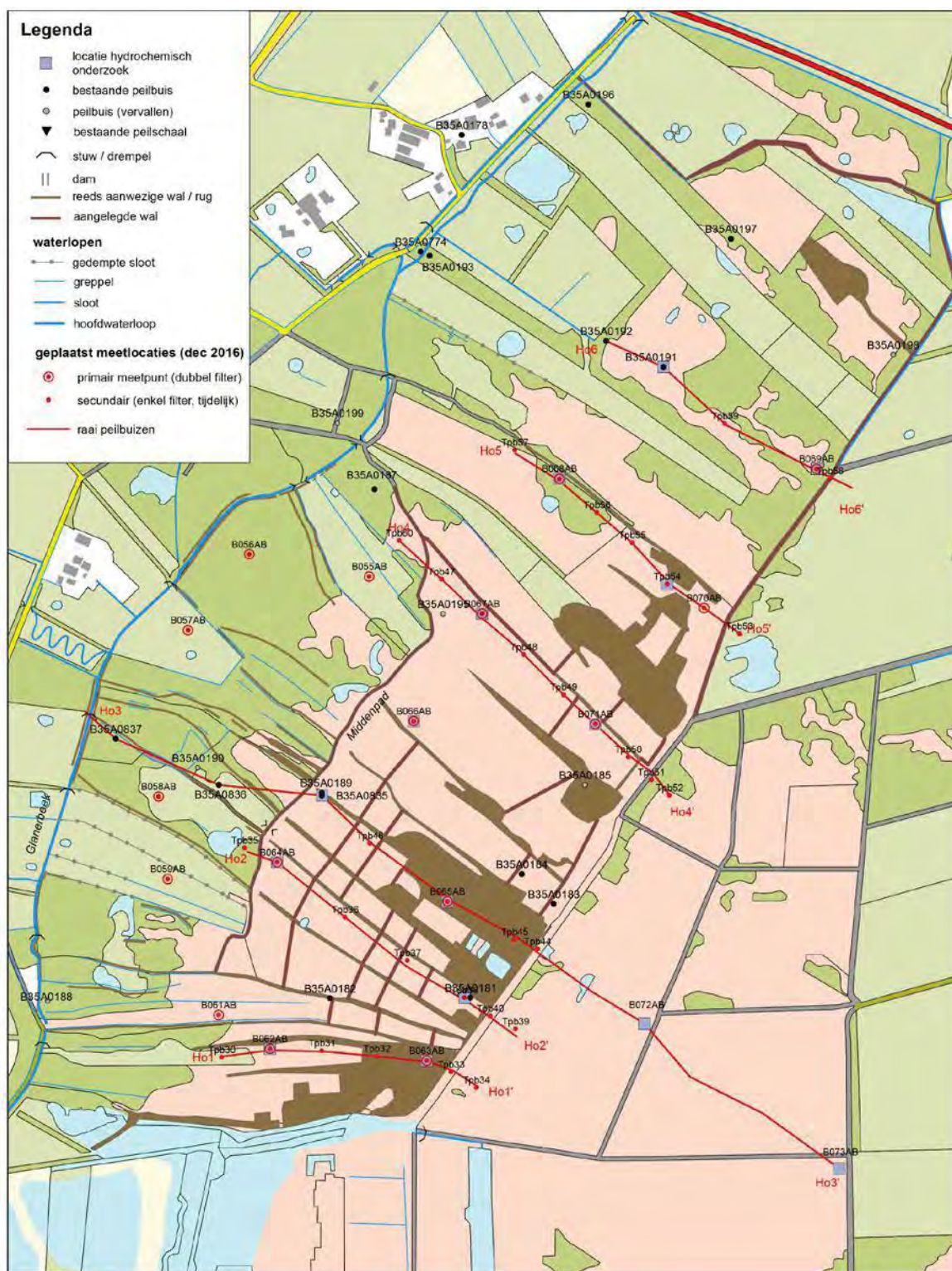


Figuur 6. Foto van de bemonstering van de keramische cups onder vacuüm met behulp van injectiespuiten.

Op 9 en 10 augustus 2017 werden door Bureau Dactylis vegetatieopnames gemaakt op de 15 monsterlocaties en de twee bemonsterde poelen. De vegetatie werd beschreven volgens een aangepaste Braun-Blanquet schaal (volgens Barkman, Doing en Segal). Voor de opname werd een plotgrootte van 4 x 4 m gebruikt, uitgezonderd locatie 9 (14 x 7 m) en de twee bemonsterde veenmospoelen (3 x 3 m).

Tabel 1. XY-coördinaten van de 15 monsterlocaties (en code nabijgelegen peilbuis), de diepte waarop poriewater is verzameld en de locaties waar het oppervlaktewater is bemonsterd (inclusief twee poelen met veenmossen) in het Aamsveen. Voor ligging van de locaties zie Figuur 5.

Locatie	X	Y	Peilbuis	Diepte PW (cm-mv)	Opp.water?	Omschrijving
1	261706	467068	B62	10 - 70	Ja	Herstellend hoogveen
2	261936	467051	B63	10 - 80	Nee	Verdroogd hoogveen
3	261716	467341	B64	10 - 95	Nee	Herstellend hoogveen
4	261991	467143	Tpb38	10 - 85	Nee	Herstellend hoogveen
5	261782	467443	B35A0835	10 - 90	Nee	Herstellend hoogveen
6	261966	467284	B65	10 - 85	Nee	Verdroogd hoogveen
7	261917	467548	B66	10 - 90	Nee	Actief hoogveen
8	262017	467706	B67	10 - 90	Nee	Herstellend hoogveen
9	262130	467903	B68	10 - 60	Nee	Bos (berkenbroek)
10	262508	467918	B69	10 - 85	Ja	Herstellend hoogveen (zeer nat)
11	262289	467749	Tpb54	10 - 85	Nee	Herstellend hoogveen
12	262183	467544	B71	10 - 95	Nee	Herstellend hoogveen
13	262283	468067	B35A0191	10 - 50	Ja	Herstellend hoogveen
14	262244	467106	B72	10 - 85	Nee	Herstellend hoogveen (Duitsland)
15	262533	446908	B73	10 - 70	Ja	Herstellend hoogveen (Duitsland)
poel Middenpad	261846	467547			Ja	Poel met veenmossen
poel grens	262059	467195			Ja	Poel met veenmossen

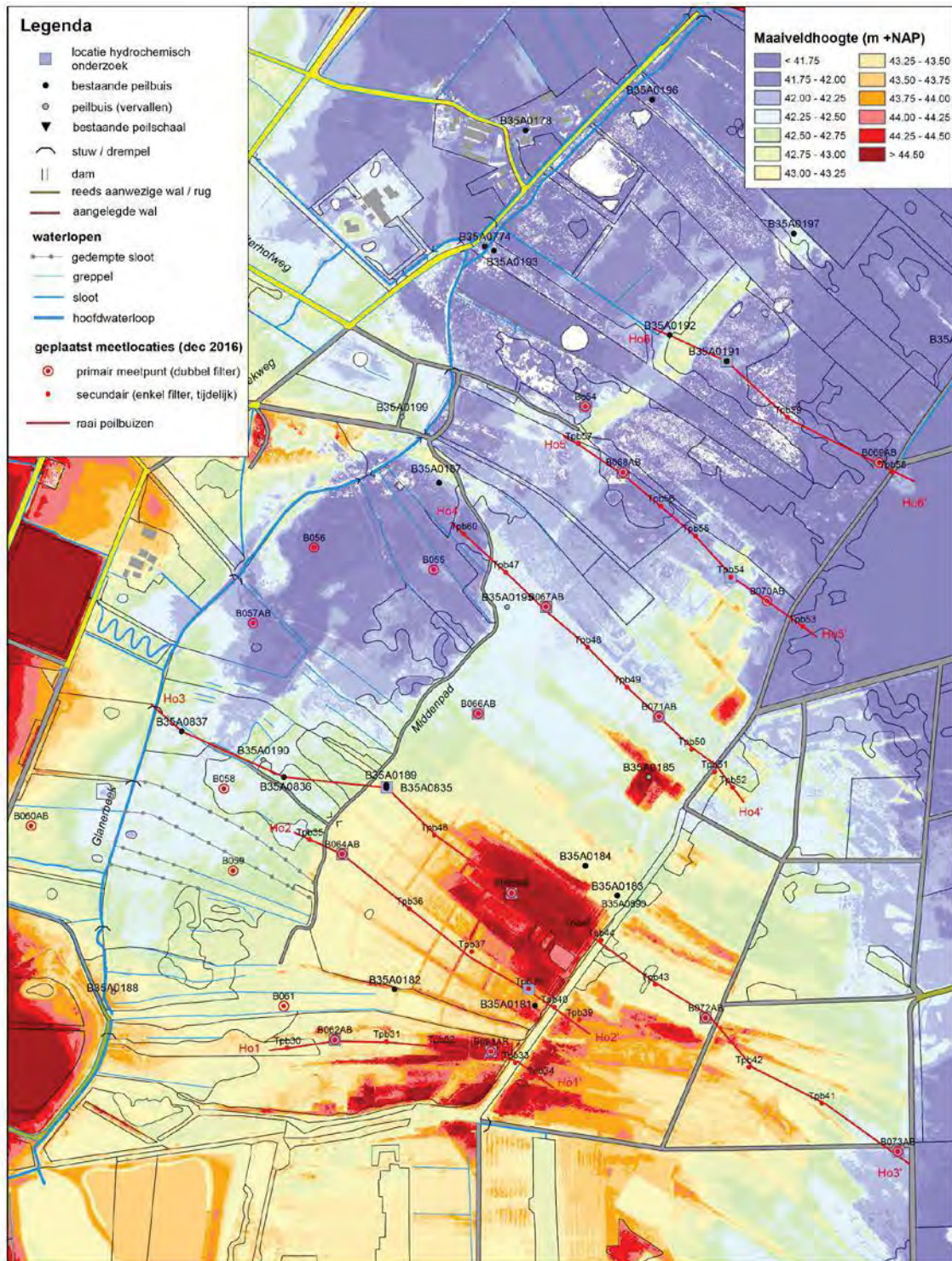


Bell Hullenaar
Ecohydrologisch
Adviesbureau

Hydrologisch meetnet Aamsveen

1:5000

Figuur 7. Topografische kaart met de ligging van de 15 poriewatermonsterlocaties (licht blauwe vierkantjes) in het Aamsveen. De aangegeven nummers zijn de codes van de peilbuizen. De peilbuizen liggen in 6 ecohydrologische dwarsprofielen (Ho1 t/m Ho6), uitgezonderd locatie 7 (B066AB). Bron: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell-Hullenaar.



Bell Hullenaar
 Ecohydrologisch
 Adviesbureau

Hydrologisch meetnet Aamsveen

1:5000

Figuur 8. Hoogtekaart met de ligging van de 15 poriewatermonsterlocaties (licht blauwe vierkantjes) in het Aamsveen. De aangegeven nummers zijn de codes van de peilbuizen. De peilbuizen liggen in 6 ecohydrologische dwarsprofielen (Ho1 t/m Ho6), uitgezonderd locatie 7 (B066AB). Bron: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell-Hullenaar.

2.2 Chemische analyse

De verzamelde watermonsters werden volgens onderstaande wijze geanalyseerd.

Analyse porie- en oppervlaktewater

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

Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)

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

3. RESULTATEN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het hydrochemisch onderzoek per dwarsprofiel (Ho1 t/m Ho6) toegelicht. Daarnaast worden de hydrochemie besproken van de locatie waar het habitatype Actief hoogveen (H7110A) voorkomt en een tweetal veenmospelen besproken.

3.1 Dwarsprofiel Ho1-Ho1' (Locatie 1 en 2)

Dwarsprofiel 1 (Ho1-Ho1') ligt in het zuidelijke deel van het Aamsveen (Figuur 7) en de poriewaterchemie is in beeld gebracht op 2 locaties: locatie 1 (bij peilbuis B62) en locatie 2 (bij peilbuis B63). Ter hoogte van locatie 1 is een pakket van ca. 50 cm veraard veenmosveen aangetroffen met daaronder een gliedelaag (locatie B15 in Sevink & Jansen, 2017). Het oppervlaktewater dat in de winterperiode (2 maart 2017; ca. 15 cm) op maaiveld stond is zuur (pH = 3,8) met 452 $\mu\text{mol/l}$ opgelost CO_2 (Tabel 2). In water dat in evenwicht is met lucht kan de concentratie opgelost CO_2 maximaal ca. 50 μmol worden, dus in het oppervlaktewater is CO_2 uit de veenbodem aanwezig (het zogenaamde bentische CO_2). Het poriewater op zowel 10 als 70 cm diepte is zuur (pH < 4,5) en inderdaad rijk aan opgelost kooldioxide (1555-4106 $\mu\text{mol/l}$). In het Aamsveen is nog op grote schaal witveen aanwezig en in witveen wordt er veel kooldioxide geproduceerd bij de mineralisatie van het veen (Tomassen e.a., 2003). Hoge CO_2 -concentraties in het water zijn gunstig voor de ontwikkeling van (water)veenmosvegetaties, maar de peilfluctuaties in het veen zijn op deze locatie zijn te groot (ca. 40 cm) waardoor in de zomer geen oppervlaktewater aanwezig is (zie Figuur 9 links). De vegetatie wordt gedomineerd door Pijpenstrootje met daartussen Fraai en Gewimperd veenmos (Tabel 3).



Figuur 9. Foto van locatie 1 (links) en locatie 2 (rechts) op 9 augustus 2017. Bron: Dactylis.

Tabel 2. Kwaliteit van het porie- en/of oppervlaktewater op locatie 1 en 2 (dwarsprofiel Ho1-Ho1'). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte cm	PW/OW	pH	Alk.	CO_2	HCO_3	Turb.	EGV	E_{450}	NO_3	NH_4	PO_4	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Si
				$\mu\text{eq/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	NTU	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	1	0	OW	3,83	0	452	1	12	82,5	0,225	5,3	6,0	0,5	179	0,6	125	16,8	38,5	15,5	33,4	1,1	47,7	24
2-3-2017		10	PW	4,01	0	1555	7		81,5	0,263	4,9	17,8	10,8	146	11,2	175	94,9	66,9	43,0	42,4	14,1	65,5	222
2-3-2017		70	PW	4,49	109	4106	53		53,8	0,118	1,8	28,3	2,8	141	8,6	153	60,3	59,8	42,4	56,3	4,0	24,4	214
2-3-2017	2	10	PW	4,02	0	63	0		53,8	0,233	4,4	3,1	0,7	85	0,7	69	88,0	22,5	12,3	16,6	0,6	31,4	91
2-3-2017		80	PW	4,36	52	4169	39		59,7	0,018	0,1	85,4	3,4	162	2,4	187	29,9	17,5	3,4	48,6	4,4	16,9	133

Het poriewater in de toplaag van het veen is relatief rijk aan fosfaat (10,8 $\mu\text{mol } \sigma\text{-PO}_4/\text{l}$), het ligt op deze locatie niet voor de hand dat dit fosfaat afkomstig is van nabijgelegen landbouwgronden. Het is waarschijnlijker dat in de periode dat water op het maaiveld staat, onder de anaerobe omstandigheden fosfaat wordt gemobiliseerd uit het veraarde veen (interne eutrofiering). De concentratie ammonium in het poriewater in de toplaag van het veen is ook hoger (18 $\mu\text{mol}/\text{l}$) dan op andere, drogere, locaties.

Tabel 3. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 1 en 2 (dwarsprofiel Ho1-Ho1'), waarbij de bedekkingsgraad is: r $\leq 1\%$ (1 individu); + $\leq 1\%$ (2-5 individuen, aanwezig); 1 = $\leq 5\%$ (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); 2m = $\leq 5\%$ (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: s1 = struweellaag hoog, kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie			1	2
Bedekking totaal (%)			100	100
Bedekking struiklaag (%)			10	10
Bedekking kruidlaag (%)			100	100
Bedekking moslaag (%)			10	10
Hoogte (hoge) struiklaag (m)			2,5	3
Maximale hoogte kruidlaag (cm)			100	180
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	s1	2a	2a
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	s1	r	
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	s1	r	
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	kl		+
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl		+
<i>Dryopteris dilatata</i>	Brede stekelvaren	kl		+
<i>Epilobium hirsutum</i>	Harig wilgenroosje	kl		+
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenarig wollegras	kl	+	
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	5	2a
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	kl		+
<i>Pteridium aquilinum</i>	Adelaarsvaren	kl	2a	5
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	kl	+	
<i>Rubus sec. Rubus</i>	Zwarte braam	kl	r	1
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe en Rossige wilg	kl		r
<i>Polytrichum longisetum</i>	Gerand haarmos	ml		2a
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	2a	
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Gewimperd veenmos	ml	2a	

Ter hoogte van locatie 2 is een dik pakket van ca. 3,5 m veenmosveen aangetroffen met inschakelingen van wollegras- en zeggeveen (met houtresten) met daaronder een dunne laag gyttja (locatie B10 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 80 cm diepte is zuur (pH < 4,4), waarbij de concentratie opgelost kooldioxide laag is in de toplaag van het veen (63 $\mu\text{mol}/\text{l}$) en hoog (4169 $\mu\text{mol}/\text{l}$) op 80 cm diepte (Tabel 2). De locatie is veel te droog voor veenmosontwikkeling met een waterstand in het veenpakket op ca. 1,0 m-mv. De vegetatie op deze droge locatie wordt gedomineerd Adelaarsvaren (Tabel 3 en Figuur 9 rechts). Adelaarsvaren is een soort die graag groeit op een stikstofrijke bodem. De concentratie ammonium is op 10 cm diepte laag (3,1 $\mu\text{mol } \text{NH}_4/\text{l}$), maar dit kan een gevolg zijn van de opname van ammonium door de vegetatie. Op 80 cm diepte zijn wel hogere concentraties ammonium aanwezig (85 $\mu\text{mol}/\text{l}$; Tabel 2).

Conclusie dwarsprofiel Ho1-Ho1': In het oostelijke deel van dwarsprofiel 1 is herstel van hoogveenontwikkeling niet mogelijk door de lage waterstanden in het veenpakket. In het westelijke deel (ter hoogte van locatie 1) zijn de waterstanden in het veenpakket gunstiger, maar zakt nog te ver weg in de zomer. De hoge kooldioxideconcentraties in het poriewater zijn gunstig

voor de veenmosontwikkeling, mits voldaan wordt aan de hydrologische randvoorwaarden voor hoogveenherstel.

3.2 Dwarsprofiel Ho2-Ho2' (Locatie 3 en 4)

Dwarsprofiel 2 (Ho2-Ho2') ligt in het zuidelijke deel van het Aamsveen (Figuur 7) en de poriewaterchemie is in beeld gebracht op 2 locaties: locatie 3 (bij peilbuis B64) en locatie 4 (bij peilbuis Tpb38). Ter hoogte van locatie 3 is een veenpakket van ca. 90 cm aangetroffen met zandinschakelingen (locatie B33 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 95 cm diepte is zuur (pH < 4,4) en relatief rijk aan opgelost kooldioxide (701-2810 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 4). Het waterpeil in het veenpakket staat in de winterperiode tot aan maaiveld en zakt in de zomer ca. 30 cm weg. De omstandigheden zijn hiermee gunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt gedomineerd door Pijpenstrootje, Gewone dophei en Gewoon veenmos (Tabel 5).



Figuur 10. Foto van locatie 3 (links) en locatie 4 (rechts) op 9 of 10 augustus 2017. Bron: Dactylis.

Tabel 4. Kwaliteit van het poriewater op locatie 3 en 4 (dwarsprofiel Ho2-Ho2'). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte	PW/OW	pH	Alk.	CO ₂	HCO ₃	Turb.	EGV	E ₄₅₀	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Si
		cm			$\mu\text{eq/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	NTU	$\mu\text{S/cm}$		$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	3	10	PW	4,24	18	701	5		38,3	0,053	0,5	2,8	1,1	92	0,6	64	22,8	7,1	2,9	12,4	1,7	21,0	22
2-3-2017		95	PW	4,37	61	2810	27		42,9	0,068	1,0	2,9	1,4	175	0,1	61	50,3	29,0	13,0	40,9	2,6	30,2	234
2-3-2017	4	10	PW	3,88	0	972	3		82,6	0,136	2,1	7,5	0,4	122	0,2	93	70,5	29,6	6,2	34,3	0,5	84,6	157
2-3-2017		85	PW	4,28	48	4122	33		56,5	0,064	0,7	53,7	0,4	189	0,2	112	35,2	28,0	3,2	57,9	0,6	43,0	88

Ter hoogte van locatie 4 is een pakket veenmosveen van ca. 2,5 m aangetroffen daaronder een dun zeggeveenpakket (met Scheuchzeria) op een laag gyttja (locatie B36 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 85 cm diepte is zuur (pH < 4,3) en relatief rijk aan opgelost kooldioxide (972-4122 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 4). Het waterpeil in het veenpakket staat in de winterperiode ca. 30 cm onder maaiveld en zakt in de zomer nog ca. 10 cm verder weg. De hydrologische omstandigheden zijn hiermee suboptimaal voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie op deze locatie wordt vrijwel geheel gedomineerd door Pijpenstrootje met wat Gewone dophei en Fraai veenmos (Tabel 5).

Tabel 5. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 3 en 4 (dwarsprofiel Ho2-Ho2'), waarbij de bedekkingsgraad is: r ≤1% (1 individu); + ≤1% (2-5 individuen, aanwezig); 1 ≤5% (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); 2m ≤5% (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: s1 = struweellaag hoog, kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie			3	4
Bedekking totaal (%)			100	100
Bedekking struiklaag (%)			5	0
Bedekking kruidlaag (%)			70	100
Bedekking moslaag (%)			90	5
Hoogte (hoge) struiklaag (m)			1	0
Maximale hoogte kruidlaag (cm)			40	60
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	s1	+	
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	s1	2a	
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	kl	+	
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl	2m	+
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei	kl	2a	2a
<i>Drosera rotundifolia</i>	Ronde zonnedauw	kl	1	
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei	kl	2b	2b
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	kl	2m	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenarig wollegras	kl	2m	+
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	4	5
<i>Polytrichum longisetum</i>	Gerand haarmos	ml	+	
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	2b	2a
<i>Sphagnum palustre</i>	Gewoon veenmos	ml	4	

Conclusie dwarsprofiel Ho2-Ho2': Ter hoogte van dwarsprofiel 2 zijn de hydrologische omstandigheden relatief gunstig (waterstand zakt in het Nederlandse deel max. 40 cm weg), maar vegetatie wordt nog in sterke mate gedomineerd door Pijpenstrootje. In de lage delen van het profiel is sprake van de vorming van een secundair gevormd veenpakket (Bell e. a., 2018). De hoge kooldioxideconcentraties in het poriewater zijn gunstig voor de veenmosontwikkeling.

3.3 Dwarsprofiel Ho3-Ho3' (Locatie 5, 6, 14 en 15)

Dwarsprofiel 3 (Ho3-Ho3') ligt in het centrale deel van het Aamsveen (Figuur 7) en loopt vanaf het dal van de Glanerbeek, via het overgangsgedebied tot helemaal in het Duitse deel van het hoogveen (lengte dwarsprofiel meer dan 1300 m). De poriewaterchemie is op 4 locaties in beeld gebracht: locatie 5 (bij peilbuis B35A0835), locatie 4 (bij peilbuis B65), locatie 14 (bij peilbuis B72) en locatie 15 (bij peilbuis B73). De eerste twee locaties liggen in het Nederlandse deel van het hoogveen en de laatste twee locaties in het Duitse deel van het hoogveen (Figuur 7). Ter hoogte van locatie 5 is een (deels secundair) pakket veenmosveen van ca. 120 cm aangetroffen met daaronder een dunne gliedelaag (locatie B4 in Sevink & Jansen, 2017; aangetroffen veenpakket ca. 75 cm i.p.v. 120 cm). Het poriewater op zowel 10 als 90 cm diepte is zuur (pH < 4,4) en relatief rijk aan opgelost kooldioxide (323-3244 µmol/l; Tabel 6). Het waterpeil in het veenpakket staat in de winterperiode tot aan maaiveld en zakt in de zomer ca. 20 cm weg. De omstandigheden zijn hiermee gunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt gedomineerd door Pijpenstrootje, Gewoon veenmos en Fraai veenmos (Tabel 7).



Figuur 11. Foto van locatie 5 (linksboven), locatie 6 (rechtsboven), locatie 14 (linksonder) en locatie 15 (rechtsonder) op 9 of 10 augustus 2017. Bron: Dactylis.

Tabel 6. Kwaliteit van het porie- en/of oppervlaktewater op locatie 5, 6, 14 en 15 (dwarsprofiel Ho3-Ho3'). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte cm	PW/OW	pH	Alk. $\mu\text{eq/l}$	CO_2 $\mu\text{mol/l}$	HCO_3 $\mu\text{mol/l}$	Turb. NTU	EGV $\mu\text{S/cm}$	E_{450}	NO_3 $\mu\text{mol/l}$	NH_4 $\mu\text{mol/l}$	PO_4 $\mu\text{mol/l}$	Na $\mu\text{mol/l}$	K $\mu\text{mol/l}$	Cl $\mu\text{mol/l}$	Al $\mu\text{mol/l}$	Ca $\mu\text{mol/l}$	Fe $\mu\text{mol/l}$	Mg $\mu\text{mol/l}$	P $\mu\text{mol/l}$	S $\mu\text{mol/l}$	Si $\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	5	10	PW	4,02	0	323	1		63,8	0,143	2,7	3,9	0,3	120	0,3	96	36,5	22,3	9,2	28,4	0,2	47,2	24
2-3-2017		90	PW	4,36	57	3244	31		45,9	0,109	2,0	4,3	1,0	158	0,2	103	51,9	33,4	14,6	47,4	1,5	33,4	181
2-3-2017	6	10	PW	3,87	0	530	2		83,8	0,153	3,1	3,7	0,6	94	2,1	147	49,0	23,7	4,4	38,1	0,9	45,2	92
2-3-2017		85	PW	4,36	42	3445	33		51,1	0,044	0,2	58,7	1,7	173	1,0	117	36,8	13,9	5,2	43,7	2,5	20,4	101
28-2-2017	14	10	PW	4,02	0	2456	11		66,4	0,172	3,0	4,2	0,3	152	0,3	95	57,2	23,5	9,1	35,5	0,7	31,5	167
28-2-2017		85	PW	4,54	107	4366	63		47,7	0,058	0,4	14,5	0,4	162	0,2	105	29,2	22,5	39,2	77,4	0,8	26,7	69
28-2-2017	15	0	OW	3,99	0	372	2	8	68,4	0,174	4,3	6,7	0,6	153	2,7	92	12,5	35,6	8,5	40,0	0,5	47,5	23
28-2-2017		10	PW	4,02	0	1567	7		92,7	0,167	3,2	8,1	2,2	223	0,3	170	101,8	60,4	36,2	66,8	9,8	124,8	216
28-2-2017		75	PW	4,34	65	3887	36		65,2	0,218	4,1	3,4	1,4	241	0,3	154	98,8	94,1	29,8	96,7	2,9	45,3	190

Locatie 6 ligt hoog in het landschap (Figuur 8) en er is op deze locatie nog een dik veenpakket aanwezig van ca. 2,5 m. Uit de veenartering blijkt dat de bovenste 1,2 m opgebouwd is uit wollegrasveen, met daaronder ca. 80 cm veenmosveen, ca. 10 cm wollegrasveen, ca. 10 cm zeggeveen (met Scheuchzeria) op een gyttjalaag (locatie B7 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 85 cm diepte is zuur (pH < 4,4) en relatief rijk aan opgelost kooldioxide (530-3445 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 6). Het waterpeil in het dikke veenpakket staat in de winterperiode ca. 50 cm-mv en zakt in de zomer weg tot ca. 100 cm-mv. De waterstanden op deze locatie zijn veel te laag voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt op deze locatie gedomineerd door Adelaarsvaren (Tabel 7).

Locatie 14 ligt in het Duitse deel van het hoogveen en er is op deze locatie nog een dik veenpakket aanwezig van ca. 2,7 m. Deze locatie ligt wel lager dan locatie 6, omdat de minerale ondergrond hier op grotere diepte ligt (op ca. 40,5 m +NAP i.p.v. ca. 42 m +NAP). Uit de veenkartering blijkt dat de bovenste 25 cm is opgebouwd uit veenmosveen, met daaronder ca. 25 cm wollegrasveen en ruim 1,5 m veenmosveen. Een duidelijke gliede of gyttjalaag ontbreekt op deze locatie (locatie B17 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 85 cm diepte is zuur (pH < 4,5) en rijk aan opgelost kooldioxide (2456-4366 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 6). De keramische cups zijn op deze locatie in het lagere deel ten westen van peilbuis B72 geplaatst. Het waterpeil in het veenpakket ter hoogte van dit lagere deel zijn redelijk stabiel en staat op ca. 35 cm-mv (winter en zomer). De waterstanden op deze locatie zijn daarmee aan de ondergrens voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt op deze locatie gedomineerd door Pijpenstrootje, Eenarig wollegras en Fraai veenmos (Tabel 7).

Tabel 7. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 5, 6, 14 en 15 (dwarsprofiel Ho3-Ho3'), waarbij de bedekkingsgraad is: $r \leq 1\%$ (1 individu); $+ \leq 1\%$ (2-5 individuen, aanwezig); $1 \leq 5\%$ (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); $2m \leq 5\%$ (>50 individuen, sterk aanwezig); $2a = 5-15\%$; $2b = 16-25\%$; $3 = 26-50\%$; $4 = 51-75\%$ en $5 = 76-100\%$. Laag: s1 = struweellaag hoog, kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie			5	6	14	15
Bedekking totaal (%)			100	100	100	100
Bedekking struiklaag (%)			0	5	0	0
Bedekking kruidlaag (%)			100	100	100	100
Bedekking moslaag (%)			90	10	10	0
Hoogte (hoge) struiklaag (m)			0,0	2,0	0,0	0,0
Maximale hoogte kruidlaag (cm)			45	180	45	60
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking	Bedekking	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	s1		2a		
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	kl	+	+	r	r
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl	+	+		
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei	kl	1		2m	
<i>Drosera rotundifolia</i>	Ronde zonnedaauw	kl	+			
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei	kl	2a		3	r
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	kl	+		2m	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenarig wollegras	kl	2m		2a	
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	5	2a	4	5
<i>Pteridium aquilinum</i>	Adelaarsvaren	kl		5		
<i>Polytrichum longisetum</i>	Gerand haarmos	ml	1	2b		
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	3		2a	
<i>Sphagnum palustre</i>	Gewoon veenmos	ml	3			

Locatie 15 ligt ook in het Duitse deel van het hoogveen en er is op deze locatie nog een veenpakket aanwezig van ca. 110 cm. Uit de veenkartering blijkt dat de bovenste 50 cm is opgebouwd uit wollegrasveen, met daaronder ca. 10 cm veenmosveen (met houtresten). Een duidelijke gliede of gyttjalaag ontbreekt op deze locatie (locatie B21 in Sevink & Jansen, 2017). Het oppervlaktewater dat in de winterperiode (2 maart 2017) op maaiveld stond is zuur (pH = 4,0) met 372 $\mu\text{mol/l}$ opgelost CO_2 (Tabel 2). Het poriewater op zowel 10 als 75 cm diepte is zuur (pH < 4,3) en rijk aan opgelost kooldioxide (1567-3887 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 6). Het waterpeil in het veenpakket staat op deze locatie in de winter op ca. 5-10 cm onder maaiveld en zakt in de zomer weg tot ca. 65 cm onder maaiveld. In de zomer zakt het waterpeil hiermee te ver weg voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt op deze locatie geheel gedomineerd door Pijpenstrootje (Tabel 7).

Conclusie dwarsprofiel Ho3-Ho3': Door de grote verschillen in maaiveldhoogte (gevolg van de turfwinning) zijn de hydrologische omstandigheden in een groot deel van dwarsprofiel 3 niet geschikt voor hoogveenontwikkeling (veel te droog). Ter hoogte van locatie 5 is de waterstand

redelijk stabiel en komt de veenmosontwikkeling goed op gang. Het poriewater is rijk aan kooldioxide, wat gunstig is voor de groei van veenmossen.

3.4 Dwarsprofiel Ho4-Ho4' (Locatie 8 en 12)

Dwarsprofiel 4 (Ho4-Ho4') ligt in het centrale deel van het Aamsveen (Figuur 7) en de poriewaterchemie is in beeld gebracht op 2 locaties: locatie 8 (bij peilbuis B67) en locatie 12 (bij peilbuis B71). Ter hoogte van locatie 8 is een pakket veenmosveen (voornamelijk secundair) van ca. 100 cm aangetroffen (locatie B25 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 90 cm diepte is zuur (pH < 4,6) en rijk aan opgelost kooldioxide (1015-2795 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 8). Het waterpeil in het veenpakket staat in de winterperiode tot aan maaiveld en zakt in de zomer ca. 25 cm weg. De omstandigheden zijn hiermee gunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt gedomineerd door Fraai veenmos, Pijpenstrootje en Zachte berk (Tabel 9 en Figuur 12).



Figuur 12. Foto van locatie 8 (links) en locatie 12 (rechts) op 9 of 10 augustus 2017. Bron: Dactylis.

Tabel 8 Kwaliteit van het poriewater op locatie 8 en 12 (dwarsprofiel Ho4-Ho4'). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte cm	PW/DW	pH	Alk. $\mu\text{eq/l}$	CO ₂ $\mu\text{mol/l}$	HCO ₃ $\mu\text{mol/l}$	Turb. NTU	EGV $\mu\text{S/cm}$	E ₄₅₀	NO ₃ $\mu\text{mol/l}$	NH ₄ $\mu\text{mol/l}$	PO ₄ $\mu\text{mol/l}$	Na $\mu\text{mol/l}$	K $\mu\text{mol/l}$	Cl $\mu\text{mol/l}$	Al $\mu\text{mol/l}$	Ca $\mu\text{mol/l}$	Fe $\mu\text{mol/l}$	Mg $\mu\text{mol/l}$	P $\mu\text{mol/l}$	S $\mu\text{mol/l}$	Si $\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	8	10	PW	4,48	74	1015	13		36,6	0,080	0,9	4,3	0,4	131	0,7	97	29,8	28,3	12,8	23,1	0,6	19,3	53
2-3-2017		90	PW	4,62	108	2795	48		42,4	0,148	3,9	70,9	5,6	166	0,4	122	52,9	20,3	17,3	26,2	7,6	42,2	167
2-3-2017	12	10	PW	4,35	38	199	2		27,9	0,037	1,7	3,4	0,5	62	0,2	39	9,9	4,0	3,1	3,8	0,9	12,6	24
2-3-2017		95	PW	4,25	27	3862	29		51,1	0,157	4,4	3,8	0,9	181	0,3	101	62,1	24,2	16,5	38,8	1,8	36,5	256

Ter hoogte van locatie 12 is een veenpakket (deels secundair) van ca. 2 m aangetroffen. Volgens de veenbodemparkerteringen betreft het veenpakket uit een afwisseling van veenmos- en wollegrasveen op zeggeveen (ca. 10 cm) met daaronder een gyttjalaag (locatie B29 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 95 cm diepte is zuur (pH < 4,4) en in de toplaag van het veen arm aan opgelost kooldioxide (199 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 8). Het poriewater uit het diepe veen is rijk aan opgelost kooldioxide (3862 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 8). Het waterpeil in het veenpakket staat in de winterperiode tot aan maaiveld en zakt in de zomer ca. 30 cm weg. De omstandigheden zijn hiermee gunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt gedomineerd door Gewoon veenmos en Pijpenstrootje (Tabel 9 en Figuur 12).

Tabel 9. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 8 en 12 (dwarsprofiel Ho4-Ho4'), waarbij de bedekkingsgraad is: r ≤1% (1 individu); + ≤1% (2-5 individuen, aanwezig); 1 ≤5% (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); 2m ≤5% (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: s1 = struweellaag hoog, kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie			8	12
Bedekking totaal (%)			100	100
Bedekking struiklaag (%)			0	2
Bedekking kruidlaag (%)			60	85
Bedekking moslaag (%)			90	80
Hoogte (hoge) struiklaag (m)			0	1,5
Maximale hoogte kruidlaag (cm)			100	60
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	s1		+
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	s1		2m
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	kl	+	2m
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl	2b	2a
<i>Carex rostrata</i>	Snavelzegge	kl	2a	
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Smalle stekelvaren	kl	+	r
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	kl	1	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenarig wollegras	kl	2a	2a
<i>Juncus effusus</i>	Pitrus	kl	1	
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	2b	4
<i>Polytrichum commune</i>	Gewoon haarmos	ml		2m
<i>Polytrichum longisetum</i>	Gerand haarmos	ml	2m	
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	5	2a
<i>Sphagnum palustre</i>	Gewoon veenmos	ml	2a	4

Conclusie dwarsprofiel Ho4-Ho4': Ter hoogte van dwarsprofiel 4 zijn de hydrologische omstandigheden gunstig (waterstand zakt in het Nederlandse deel max. 30 cm weg), wat geresulteerd heeft in secundaire veenvorming in een groot deel van het dwarsprofiel (Bell e.a., 2018). De hoge kooldioxideconcentraties in het poriewater zijn gunstig voor de veenmosontwikkeling.

3.5 Dwarsprofiel Ho5-Ho5' (Locatie 9 en 11)

Dwarsprofiel 5 (Ho5-Ho5') ligt in het noordelijke deel van het Aamsveen (Figuur 7) en de poriewaterchemie is in beeld gebracht op 2 locaties: locatie 9 (bij peilbuis B68) en locatie 11 (bij peilbuis Tpb54). Locatie 9 ligt in een laagte direct ten oosten van een zandrug en op het veenpakket van ca. 90 cm dik staat in de winter open water (ca. 30 cm +mv). Het betreft veenmosveen en een duidelijke gliedelaag ontbreekt (locatie B45 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 60 cm diepte is net wat minder zuur dan in het hoogveen (pH = 4,9), is zwak gebufferd (313-363 µeq/l) en rijk aan opgelost kooldioxide (3023-3273 µmol/l; Tabel 10). Het poriewater op deze locatie is licht aangerijkt met calcium en ijzer (249-317 µmol Ca/l en 107-144 µmol Fe/l), zodat er sprake lijkt van enige invloed van toestromend freatisch grondwater vanuit de zandrug. In de toplaag van het veen is het poriewater relatief rijk aan fosfaat (11,3 µmol o-PO₄/l) en ammonium (59 µmol NH₄/l). In de zomer staat er geen water meer op maaiveld en zakt het water tot ca. 60 cm in het veenpakket weg (peilfluctuatie ca. 90 cm). De omstandigheden zijn ongunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie op deze wat voedselrijkere, minder zure locatie wordt gedomineerd door Grauwe abeel, Ruwe berk en Mannagras (Tabel 10 en Figuur 13).



Figuur 13. Foto van locatie 9 (links) en locatie 11 (rechts) op 9 augustus 2017. Bron: Dactylis.

Tabel 10. Kwaliteit van het poriewater op locatie 9 en 11 (dwarsprofiel Ho5-Ho5'). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte cm	PW/OW	pH	Alk. $\mu\text{eq/l}$	CO ₂ $\mu\text{mol/l}$	HCO ₃ $\mu\text{mol/l}$	Turb. NTU	EGV $\mu\text{S/cm}$	E ₄₅₀	NO ₃ $\mu\text{mol/l}$	NH ₄ $\mu\text{mol/l}$	PO ₄ $\mu\text{mol/l}$	Na $\mu\text{mol/l}$	K $\mu\text{mol/l}$	Cl $\mu\text{mol/l}$	Al $\mu\text{mol/l}$	Ca $\mu\text{mol/l}$	Fe $\mu\text{mol/l}$	Mg $\mu\text{mol/l}$	P $\mu\text{mol/l}$	S $\mu\text{mol/l}$	Si $\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	9	10	PW	4,94	363	3023	108		85,5	0,438	7,0	58,5	11,3	236	18,6	306	53,8	316,6	144,3	91,5	16,9	60,0	131
2-3-2017		60	PW	4,95	313	3273	122		92,8	0,261	4,2	59,6	2,2	276	7,0	330	123,7	248,6	107,4	71,5	3,4	103,5	259
2-3-2017	11	10	PW	4,19	0	48	0		48,3	0,126	32,5	19,7	0,8	70	2,4	87	39,1	18,2	3,2	17,6	0,4	22,4	148
2-3-2017		85	PW	4,39	55	224	2		44,1	0,084	3,9	44,9	3,2	120	0,6	102	42,5	22,3	11,5	21,3	3,9	18,3	248

Ter hoogte van locatie 11 is een veenpakket van ca. 1 m dikte aanwezig. Het betreft veenmosveen (met onderin houtresten), waarbij een duidelijke gliedelaag ontbreekt (locatie B41 in Sevink & Jansen, 2017). Het poriewater op zowel 10 als 85 cm diepte is zuur (pH < 4,4) en arm aan opgelost kooldioxide (48-224 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 10). In de winter staat de waterspiegel in het veenpakket op ca. 25 cm-mv en in de zomer zakt het waterpeil tot in de zandondergrond (peilfluctuatie ca. 40 cm). De omstandigheden zijn daarmee ongunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie wordt gedomineerd door Pijpenstrootje en Struikhei (Tabel 10 en Figuur 13).

Conclusie dwarsprofiel Ho5-Ho5': Ter hoogte van dwarsprofiel 5 zijn de peilfluctuaties groot (tot wel 1 m) en zakt in de zomer het water lokaal weg tot in de zandondergrond. Ten oosten van de zandrug is sprake van enige aanrijking met mineralen via toestromend grondwater. Het poriewater in de toplaag is relatief rijk aan nutriënten (fosfaat en ammonium). In tegenstelling tot veel andere locaties in het zure hoogveen, bevat het poriewater op locatie 11 weinig opgelost kooldioxide. De kansen voor hoogveenherstel in dit dwarsprofiel zijn ongunstig (te droog en weinig CO₂).

Tabel 11. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 9 en 11 (dwarsprofiel Ho5-Ho5'), waarbij de bedekkingsgraad is: r ≤1% (1 individu); + ≤1% (2-5 individuen, aanwezig); 1 ≤5% (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); 2m ≤5% (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: b1 = boomlaag hoog, s1 = struweellaag hoog, kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie			9	11
Bedekking totaal (%)			100	100
Bedekking boomlaag (%)			60	0
Bedekking struiklaag (%)			25	0
Bedekking kruidlaag (%)			80	100
Bedekking moslaag (%)			20	1
Hoogte (hoge) boomlaag (m)			12	0
Hoogte (hoge) struiklaag (m)			5,0	0
Maximale hoogte kruidlaag (cm)			60	50
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	b1	2b	
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	b1	2a	
<i>Populus x canescens</i>	Grauwe abeel	b1	3	
<i>Lonicera periclymenum</i>	Wilde kamperfoelie	s1	+	
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	s1	2a	
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe en Rossige wilg	s1	2a	
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	s1	2a	
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl	1	
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei	kl		2a
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Smalle stekelvaren	kl	+	
<i>Dryopteris dilatata</i>	Brede stekelvaren	kl	+	
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei	kl		+
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenarig wollegras	kl		+
<i>Galium palustre</i>	Moeraswalstro	kl	+	
<i>Glyceria fluitans</i>	Mannagras	kl	3	
<i>Holcus lanatus</i>	Gestreepte witbol	kl	2a	
<i>Juncus effusus</i>	Pitrus	kl	+	
<i>Lycopus europaeus</i>	Wolfspoot	kl	+	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	Grote wederik	kl	1	
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	2a	5
<i>Peucedanum palustre</i>	Melkeppe	kl	+	
<i>Poa trivialis</i>	Ruw beemdgras	kl	2a	
<i>Prunus serotina</i>	Amerikaanse vogelkers	kl	r	
<i>Pteridium aquilinum</i>	Adelaarsvaren	kl		+
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	kl	r	
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	kl		r
<i>Rubus sec. Rubus</i>	Zwarte braam	kl	+	
<i>Solanum dulcamara</i>	Bitterzoet	kl	+	
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	kl	r	
<i>Calliargon cordifolium</i>	Hartbladig puntmos	ml	+	
<i>Calliargonella cuspidata</i>	Gewoon puntmos	ml	+	
<i>Hypnum jutlandicum</i>	Heideklauwtjesmos	ml	2a	+
<i>Kindbergia praelonga</i>	Fijn laddermos	ml	2a	
<i>Mnium hornum</i>	Gewoon sterrenmos	ml	+	
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Gewimperd veenmos	ml	2a	

3.6 Dwarsprofiel Ho6-Ho6' (Locatie 10 en 13)

Dwarsprofiel 6 (Ho6-Ho6') ligt in het noordelijke deel van het Aamsveen (Figuur 7) en de poriewaterchemie is in beeld gebracht op 2 locaties: locatie 13 (bij peilbuis B35A0191) en locatie 10 (bij peilbuis B69). Locatie 13 ligt in een laagte ten oosten van een zandrug en het aanwezige veenpakket is slechts ca. 30 cm dik. Het oppervlaktewater dat in de winterperiode (2 maart 2017) op maaiveld stond is zuur (pH = 4,3) met 186 µmol/l opgelost CO₂ (Tabel 12). Het poriewater op 10 cm diepte is ook zuur (pH = 4,2) en relatief rijk aan opgelost kooldioxide (611 µmol/l; Tabel 12). Op 50 cm diepte is het poriewater net wat minder zuur (pH = 4,8) en zwak gebufferd

(alkaliniteit = 200 $\mu\text{eq/l}$). In de winter staat het water tot aan maaiveld en in de zomer zakt het water weg tot in de zandondergrond (peilfluctuatie ca. 100 cm). De omstandigheden zijn ongunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie op deze locatie wordt gedomineerd door Pijpenstrootje (Tabel 13 en Figuur 14).



Figuur 14. Foto van locatie 10 (links) en locatie 13 (rechts) op 9 of 10 augustus 2017. Bron: Dactylis.

Tabel 12. Kwaliteit van het porie- en/of oppervlaktewater op locatie 10 en 13 (dwarsprofiel Ho6-Ho6'). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte cm	PW/OW	pH	Alk. $\mu\text{eq/l}$	CO ₂ $\mu\text{mol/l}$	HCO ₃ $\mu\text{mol/l}$	Turb. NTU	EGV $\mu\text{S/cm}$	E ₄₅₀	NO ₃ $\mu\text{mol/l}$	NH ₄ $\mu\text{mol/l}$	PO ₄ $\mu\text{mol/l}$	Na $\mu\text{mol/l}$	K $\mu\text{mol/l}$	Cl $\mu\text{mol/l}$	Al $\mu\text{mol/l}$	Ca $\mu\text{mol/l}$	Fe $\mu\text{mol/l}$	Mg $\mu\text{mol/l}$	P $\mu\text{mol/l}$	S $\mu\text{mol/l}$	Si $\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	10	0	OW	4,21	9	161	1	10	53,1	0,138	2,1	2,1	0,2	159	2,5	121	9,2	58,1	19,8	30,4	0,7	33,4	33
2-3-2017		10	PW	4,20	0	1660	11		65,8	0,301	6,7	10,9	0,9	161	2,8	218	77,0	83,3	53,0	35,7	1,0	38,5	120
2-3-2017		85	PW	4,75	199	2987	69		65,4	0,209	3,5	73,9	4,9	139	0,9	156	53,0	134,9	64,9	35,5	7,3	36,0	149
2-3-2017	13		OW	4,30	15	186	2	6	44,8	0,076	2,5	3,7	0,2	118	23,9	84	8,6	26,9	11,7	14,9	0,3	32,7	36
2-3-2017		10	PW	4,18	0	611	4		50,8	0,125	3,5	7,8	0,4	86	7,0	88	46,5	31,5	29,5	9,4	0,5	34,3	81
2-3-2017		50	PW	4,76	200	2815	67		40,2	0,054	1,2	7,9	0,2	163	0,5	36	97,4	77,8	56,0	17,2	0,5	32,1	218

Locatie 10 ligt ter hoogte van de rijksgrens en er een veenpakket van ca. 1 m dikte aanwezig met daaronder een laag gyttja. Het oppervlaktewater dat in de winterperiode (2 maart 2017) op maaiveld stond is zuur (pH = 4,2) met 161 $\mu\text{mol/l}$ opgelost CO₂ (Tabel 12). Het poriewater op 10 cm diepte is ook zuur (pH = 4,3) en rijk aan opgelost kooldioxide (1660 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 12). Op 85 cm diepte is het poriewater net wat minder zuur (pH = 4,8), zwak gebufferd (alkaliniteit = 199 $\mu\text{eq/l}$ en 135 $\mu\text{mol Ca/l}$) en relatief rijk aan ammonium (74 $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$). Er lijkt sprake te zijn van enige aanrijking met mineralen op 85 cm diepte, maar de herkomst is onduidelijk. In de winter staat het waterpeil op deze locatie tot net boven maaiveld en in de zomer zakt het waterpeil in het veenpakket tot ca. 35 cm weg. De omstandigheden zijn daarmee gunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De vegetatie op deze locatie wordt gedomineerd door Pijpenstrootje en Fraai veenmos (Tabel 13 en Figuur 14).

Conclusie dwarsprofiel Ho6-Ho6': Ter hoogte van dwarsprofiel 6 zijn de peilfluctuaties groot (tot wel 1 m) en zakt in de zomer het water lokaal weg tot in de zandondergrond. Het poriewater bevat relatief veel opgelost kooldioxide, wat gunstig is voor de ontwikkeling van veenmossen (mits aan de hydrologische randvoorwaarden wordt voldaan).

Tabel 13. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 10 en 13 (dwarsprofiel Ho6-Ho6'), waarbij de bedekkingsgraad is: $r \leq 1\%$ (1 individu); $+ \leq 1\%$ (2-5 individuen, aanwezig); $1 \leq 5\%$ (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); $2m \leq 5\%$ (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: b1 = boomlaag hoog, s1 = struweellaag hoog, kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie		10	13	
Bedekking totaal (%)		100	100	
Bedekking boomlaag (%)		10	0	
Bedekking struiklaag (%)		40	0	
Bedekking kruidlaag (%)		80	80	
Bedekking moslaag (%)		40	40	
Hoogte (hoge) boomlaag (m)		7	0	
Hoogte (hoge) struiklaag (m)		4	0	
Maximale hoogte kruidlaag (cm)		100	140	
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	b1	2a	
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	s1	2b	
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	s1	2a	
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe en Rossige wilg	s1	2a	
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	kl	+	
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl	+	+
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei	kl	+	+
<i>Dryopteris carthusiana</i>	Smalle stekelvaren	kl	+	
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei	kl	+	1
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	kl		+
<i>Juncus effusus</i>	Pitrus	kl	3	
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	3	5
<i>Phragmites australis</i>	Riet	kl		2m
<i>Rhamnus frangula</i>	Sporkehout	kl	+	
<i>Hypnum jutlandicum</i>	Heideklauwtjesmos	ml	2m	2a
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	2b	3
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	Gewimperd veenmos	ml	2b	

3.7 Locatie 7 (actief hoogveen)

Op locatie 7 (bij peilbuis B66; Figuur 7) is de vegetatie gekarteerd als het habitatype Actief hoogveen (H7110A), dus er is sprake van actieve hoogveenvorming en typische hoogveenveenmossen zijn op deze locatie aanwezig. Op deze locatie is de samenstelling van het poriewater op 10 en 90 cm diepte bepaald. Het poriewater op 10 en 90 cm diepte is zuur (pH < 4,5) en rijk aan opgelost kooldioxide (707-2942 $\mu\text{mol/l}$; Tabel 14). De vegetatie op deze locatie wordt gedomineerd door Gewoon veenmos, Fraai veenmos, Pijpenstrootje en Gewone dophei (Tabel 15 en Figuur 15). De hydrologische omstandigheden op deze locatie zijn zeer gunstig met stabiele hoge waterstanden (GHG = 5 cm-mv en GLG = 24 cm-mv; een fluctuatie van slechts 19 cm; Bell e.a. (2018).



Figuur 15. Foto van locatie 7 op 10 augustus 2017. Op deze locatie is het habitatype actief hoogveen (H7110A) aanwezig. Bron: Dactylis.

Tabel 14. Kwaliteit van het poriewater op locatie 7 (actief hoogveen). Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte	PW/OW	pH	Alk.	CO ₂	HCO ₃	Turb.	EGV	E ₄₅₀	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Si
		cm			$\mu\text{eq/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	NTU	$\mu\text{S/cm}$		$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	7	10	PW	4,49	65	707	9		30,9	0,059	0,6	3,4	1,0	106	2,8	66	30,6	9,9	4,5	14,5	1,7	19,0	55
2-3-2017		90	PW	4,18	0	2942	19		63,0	0,233	6,5	19,8	2,0	222	0,1	203	72,1	37,9	18,8	51,8	3,1	40,1	293

Tabel 15. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) op locatie 7, waarbij de bedekkingsgraad is: r \leq 1% (1 individu); + \leq 1% (2-5 individuen, aanwezig); 1 \leq 5% (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); 2m \leq 5% (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: kl = kruidlaag en ml = moslaag.

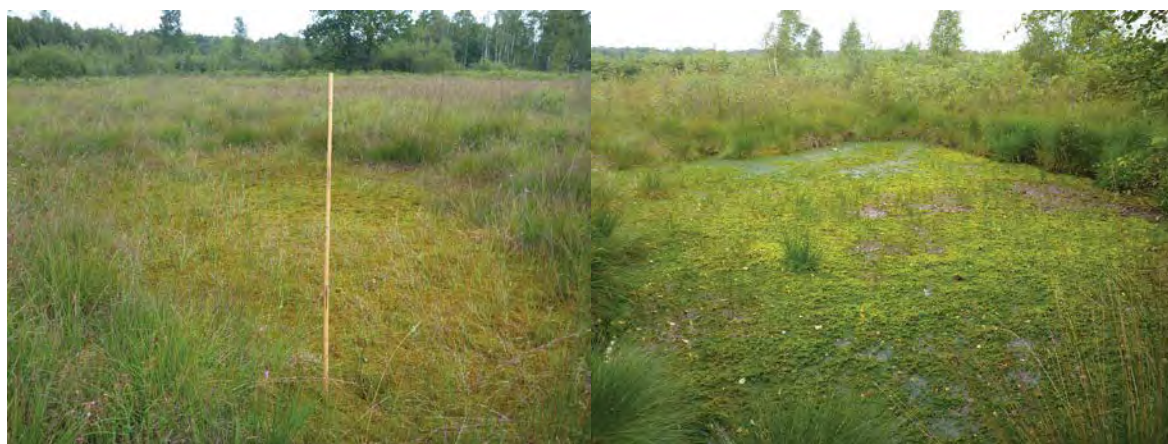
Locatie	7		
Bedekking totaal (%)	100		
Bedekking kruidlaag (%)	70		
Bedekking moslaag (%)	100		
Maximale hoogte kruidlaag (cm)	45		
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	kl	+
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk	kl	+
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei	kl	2a
<i>Drosera rotundifolia</i>	Ronde zonnedaauw	kl	+
<i>Erica tetralix</i>	Gewone dophei	kl	2b
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	kl	2m
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenaarig wollegras	kl	2a
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl	3
<i>Aulacomnium palustre</i>	Roodviltmos	ml	+
<i>Polytrichum longisetum</i>	Gerand haarmos	ml	1
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	3
<i>Sphagnum palustre</i>	Gewoon veenmos	ml	4

Conclusie locatie 7: De hoge concentraties opgelost kooldioxide en de stabiele hoge waterstanden zijn gunstig voor de ontwikkeling van veenmossen. De perspectieven voor hoogveenherstel in dit deel van het Aamsveen zijn zeer gunstig.

3.8 Veenmospoelen

Het oppervlaktewater van twee met veenmossen gedomineerde veenpoelen/slenken is bemonsterd en geanalyseerd. Het betreft zowel een poel naast het Middenpad als nabij de Duitse grens (Figuur 5). Het oppervlaktewater op beide locaties is zuur (pH < 4,0) met relatief weinig opgelost kooldioxide (76-111 $\mu\text{mol/l}$). Uitgaande van een minimale concentratie opgelost kooldioxide van 400-500 $\mu\text{mol/l}$, zijn deze concentraties te laag. Er is echter sprake van een sterke ontwikkeling van veenmossen en de lage concentraties zijn het resultaat van de opname van CO_2 uit het water door de veenmossen. Het oppervlaktewater is licht gekleurd door humuszuren ($E_{450} = 0,114-0,160$), wat inhoudt dat de veenmossen tot op een diepte van 30-50 cm kunnen groeien (Figuur 3). De kleuring van het water ligt in dezelfde range als gemeten in andere hoogveenrestanten in Overijssel (Wierdense Veld, Haaksbergerveen en Engbertsdijksvennen; Figuur 3).

In de poel bij het Middenpad wordt de vegetatie gedomineerd door Fraai veenmos, Gewoon veenmos en Veenpluis (Tabel 17 en Figuur 16). In de poel bij de Duitse grens komen Waterveenmos en Fraai veenmos voor (Tabel 17 en Figuur 16).



Figuur 16. Foto van de poel bij het Middenpad (links) en de Duitse grens (rechts) op 9 of 10 augustus 2017.
Bron: Dactylis.

Tabel 16. Kwaliteit van het oppervlaktewater van een veenmospoel bij het Middenpad en aan de Duitse grens. Concentraties zijn, gegeven in $\mu\text{mol/l}$ met uitzondering van pH, Alk. = alkaliniteit (zuurbufferend vermogen) in $\mu\text{eq/l}$. E_{450} = extinctie bij 450 nm. EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in $\mu\text{S/cm}$. Turb. = turbiditeit in NTU.

Datum	Locatie	Diepte cm	PW/OW	pH	Alk.	CO ₂	HCO ₃	Turb.	EGV	E ₄₅₀	NO ₃	NH ₄	PO ₄	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Si
				$\mu\text{eq/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	NTU	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
2-3-2017	middenpad	0	OW	4,04	0	111	1	34	57,0	0,114	2,5	6,8	0,3	138	8,0	104	10,2	32,7	10,6	35,3	1,2	32,3	21
2-3-2017	grens	0	OW	3,75	0	76	0	8	87,4	0,160	3,5	2,8	0,2	128	6,2	105	11,8	21,0	5,1	29,1	0,4	41,9	11

Tabel 17. Braun Blanquet vegetatieopname (door Dactylis) van de veenmospoel bij het Middenpad en aan de Duitse grens, waarbij de bedekkingsgraad is: r ≤1% (1 individu); + ≤1% (2-5 individuen, aanwezig); 1 ≤5% (6-50 individuen, duidelijk aanwezig); 2m ≤5% (>50 individuen, sterk aanwezig); 2a = 5-15%; 2b = 16-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% en 5 = 76-100%. Laag: kl = kruidlaag en ml = moslaag.

Locatie			poel middenpad	poel grens
Bedekking totaal (%)			100	90
Bedekking kruidlaag (%)			5	10
Bedekking moslaag (%)			100	90
Maximale hoogte kruidlaag (cm)			20	60
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Laag	Bedekking	Bedekking
<i>Carex rostrata</i>	Snavelzegge	kl	r	
<i>Drosera rotundifolia</i>	Ronde zonnedauw	kl	+	
<i>Eriophorum angustifolium</i>	Veenpluis	kl	2a	+
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Eenarig wollegras	kl	1	2m
<i>Molinia caerulea</i>	Pijpenstrootje	kl		2a
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	Waterveenmos	ml		3
<i>Sphagnum fallax</i>	Fraai veenmos	ml	5	3
<i>Sphagnum palustre</i>	Gewoon veenmos	ml	2a	

Conclusie veenmospoelen: Ondanks de relatief lage concentraties opgelost kooldioxide (ca. 100 µmol/l) is in de poelen sprake van een goede veenmosontwikkeling. De lage concentraties zijn waarschijnlijk het resultaat van de sterke opname van CO₂ door de aanwezige veenmossen.

3.9 Samenvatting hydrochemie Aamsveen

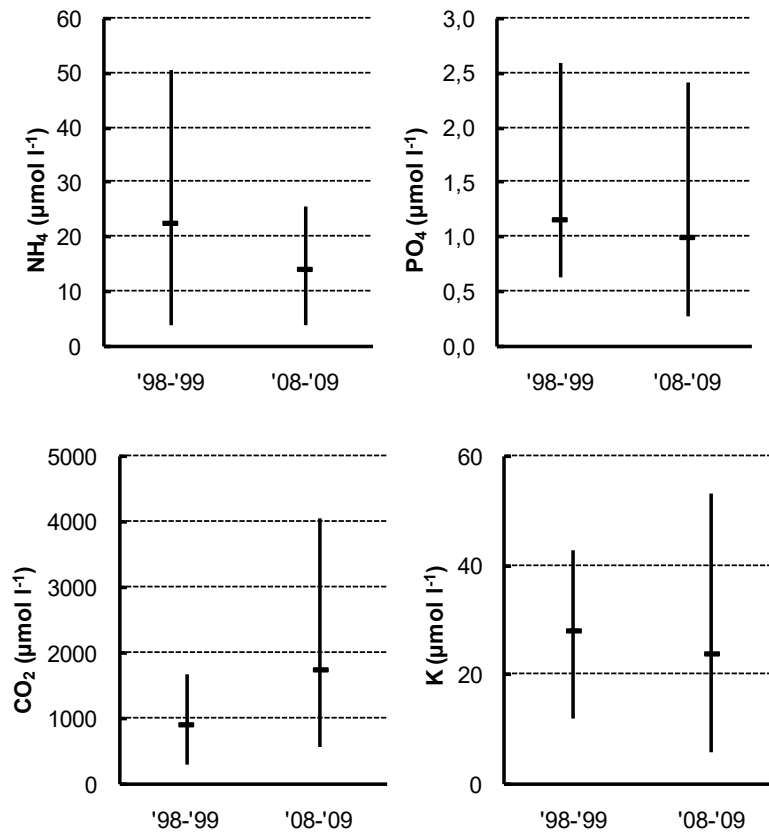
Het poriewater in het Aamsveen is overwegend zuur (pH < 4,5) en rijk aan opgelost kooldioxide. Op grotere diepte (50-95 cm-mv) in het veen zijn de concentraties opgelost kooldioxide vaak hoger dan in de toplaag van het veen. In de toplaag zijn de concentraties lager door opname door de (veenmos)vegetatie en de emissie naar de atmosfeer.

Er zijn geen sterke aanwijzingen gevonden voor aanrijking met nutriënten vanuit omringende landbouwgebieden. Op locatie 1 en 9 zijn hogere concentraties fosfaat aanwezig in het poriewater in de toplaag van het veen. Op deze locaties staat in de winter water op het (veraarde) veen en kan er sprake zijn van de nalevering van nutriënten vanuit het veen.

In het diepere veen zijn, uitgezonderd locatie 9 en 10, geen duidelijke aanwijzingen gevonden voor aanrijking met mineralen vanuit het grondwater. Lokaal vindt enige aanrijking plaats via het toestromen van freatisch grondwater uit de zandruggen in het gebied.

De chemische samenstelling van het poriewater in het Aamsveen komt goed overeen met die van andere Nederlandse hoogveenrestanten. De fosfaat- en ammoniumconcentraties zijn relatief laag, zeker in vergelijking met metingen in de periode 1998-2000 in andere hoogveenrestanten (Figuur 2). Als gevolg van de afgenomen stikstofdepositie zijn ook in andere hoogveenrestanten de ammoniumconcentraties afgenomen (Figuur 17) en de toename van de ontwikkeling van veenmosvegetaties in veel restanten (de Hoop e.a., 2011; Jansen e.a., 2013) heeft geleid tot een vastlegging van nutriënten in nieuw gevormd veenmosveen (secundair veen).

Op basis van de hydrochemie zijn er geen belemmeringen gevonden voor een verdergaand herstel van hoogveenvegetaties in het Aamsveen. De ontwikkeling van een kleine oppervlakte van het habitatype Actief hoogveen geeft ook duidelijk de potenties van het gebied aan (Jansen e.a., 2013). In grote delen van het Aamsveen (vooral de hoger geleden delen) is het wel noodzakelijk dat de waterstanden in het veenpakket in de toekomst hoger moeten worden en de fluctuaties moeten afnemen.



Figuur 17. Concentratie ammonium, fosfaat, kooldioxide en kalium (in $\mu\text{mol/l}$) in het poriewater op 10 cm diepte in verschillende Nederlandse hoogveengebieden in 1998-1999 (n = 12; Tomassen e.a. 2003) en 2008-2009 (n = 18). Weergegeven zijn gemiddelden en 5^e en 95^e percentielen. Bron: Tomassen e.a. (2011).

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 Belangrijkste conclusies hydrochemie Aamsveen

- De chemische samenstelling van het poriewater en oppervlaktewater in het Aamsveen is kenmerkend voor Nederlandse hoogveenrestanten.
- Het poriewater is over het algemeen zuur, rijk aan opgelost kooldioxide en arm aan nutriënten. Het poriewater is daarmee geschikt voor de ontwikkeling van hoogveenvormende vegetaties.
- In grote delen van het Aamsveen (vooral de hoger geleden delen) is het wel, zoals bekend, noodzakelijk dat de waterstanden in het veenpakket in de toekomst stijgen en in de zomer minder ver wegzakken (geringere fluctuatie).
- Op basis van de hydrochemie zijn er geen belemmeringen gevonden voor een verdergaand herstel van hoogveenvegetaties in het Aamsveen.

4.2 Aanbevelingen

- De geïnstalleerde ceramische cups blijven in het gebied staan voor eventuele bemonsteringen in de toekomst. Het is interessant om te volgen wat de effecten van herstelmaatregelen zijn op de hydrochemische omstandigheden in het Aamsveen.

5. LITERATUUR

- Bell, J.S., J.W. van 't Hullenaar & A.J.M. Jansen (2016) Ecohydrologische systeemanalyse dal van de Glanerbeek. Verkenning van de mogelijkheden voor herstel en uitbreiding van heischrale graslanden in het natura2000-gebied Aamsveen. Rapport Bureau Bell Hullenaar en Unie van Bosgroepen.
- Bell, J.S., J.W. van 't Hullenaar & A.J.M. Jansen (2018) Ecohydrologische systeemanalyse Aamsveen. Rapport Bureau Bell Hullenaar en Unie van Bosgroepen.
- Hoop, E. de, B. van Tooren, B. van den Boom, J. Holtland, L. van Tweel, A. van den Berg & I. de Ronde (2011) Evaluatie hoogveengebieden in Nederland. Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer, Landschap Overijssel & Ministerie van Defensie, 's-Graveland.
- HullenDuinen, G. van, H. Tomassen, J. Limpens, F. Smolders, S. van der Schaaf, W. Verberk, D. Groenendijk, M. Wallis de Vries & J.G.M. Roelofs (2011) Perspectieven voor hoogveenherstel in Nederland. Samenvatting onderzoek en handleiding hoogveenherstel 1998-2009. Rapport Bosschap, Driebergen.
- Jansen, A.J.M., R. Ketelaar, J. Limpens, M.G. Schouten & L. van Tweel-Groot (2013) Kartering van de habitattypen Actief en Herstelend hoogveen in Nederland. Rapport nr. 2013/OBN182-NZ, Programmadirectie Natura 2000, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag.
- Jansen, A.J.M., G.A. Van Duinen, H.B.M. Tomassen & N.A.C. Smits (2013) Herstelstrategie H7110A: Actieve hoogvenen (hoogveenlandschap). PAS-bureau, Ministerie van Economische Zaken Utrecht.
- Sevink, J. & A.J.M. Jansen, 2017. Bodemonderzoek Aamsveen, 29 oktober 2017. Notitie (in opdracht van Landschap Overijssel).
- Tomassen, H.B.M., A.J.P. Smolders, J. Limpens, G.J. van Duinen, S. van der Schaaf, J.G.M. Roelofs, F. Berendse, H. Esselink & G. van Wirdum (2003) Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse hoogvenen. Eindrapportage 1998-2001. Rapport EC-LNV nr. 2003/139. Expertisecentrum LNV Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ede.
- Tomassen, H.B.M., A.B. Grootjans & A.J.P. Smolders (2011) Herstel van biodiversiteit en landschapsecologische relaties in het natte zandlandschap - Herkomst van CO₂ voor hoogveengroei en basenverzadiging in hoogveentjes. Eindrapport deel 3. Rapport nr. 2011/OBN147-3-NZ. Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.

