

LESA Fochteloërveen

16 oktober 2025 - Public

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Gebiedsschets	6
1.2	Kader van de studie	6
1.3	Begrenzing van het onderzoeksgebied	7
1.4	Doel en onderzoeksvragen	8
1.5	Leeswijzer	9
2	Beschrijving en ligging gebied	10
2.1	Kenschets	10
2.2	Doelstellingen Natura 2000	11
2.2.1	Kernopgaven	11
2.2.2	Habitattypen	12
2.2.3	Habitatrichtlijnsoorten	13
2.2.4	Vogelrichtlijnsoorten	13
2.2.4.1	Broedvogels	13
2.2.4.2	Niet-broedvogels	13
3	Wat is een actief hoogveen	15
4	Landschapsecologische systeemanalyse	20
4.1	Opzet en methode	20
4.1.1	Doel en toepassingen	20
4.1.2	Wetenschappelijke basis voor de LESA	20
4.2	Synthese	21
4.2.1	De ontstaansgeschiedenis van het Fochteloërveen	21
4.2.2	Het hoogveenlandschap voor zijn ontginning	24
4.2.3	Huidige systeemfunctioneren	27
4.2.3.1	Een gedegrademd hoogveenrestant	27
4.2.3.2	Kwaliteitsverbetering door herstelmaatregelen	28
4.2.3.3	Huidig hydrologisch functioneren	29
4.2.4	Een 21e eeuwse hoogveenlandschap	33
5	Knelpunten	37
5.1	Waterhuishouding	37
5.1.1	Wegzijing en grondwaterdynamiek	37
5.1.2	Afvoer en berging	39

5.1.3	Meer verdamping door bos	40
5.2	Inrichting en beheer	40
5.3	Exoten	41
5.4	Isolatie en connectiviteit	41
5.5	Atmosferische stikstofdepositie	42
5.6	Hoogveenherstel en cultuurhistorie	42
6	Leemtes in kennis	43
7	Analyse van de hydrologische knelpunten	44
7.1	Inleiding	44
7.2	Invloed modeluitgangspunten op berekende effecten	44
7.3	Kadeherstel	45
7.3.1	Omschrijving berekening	45
7.3.2	Berekende effecten	47
7.4	Peilverhoging in de buffers en boswachterij	48
7.4.1	Omschrijving berekening	48
7.4.2	Berekende effecten	49
7.5	Omgevingspeil stabiel op een hoog niveau	51
7.5.1	Omschrijving berekening	51
7.5.2	Berekende effecten	52
7.6	Beleming van watergangen	53
7.6.1	Omschrijving berekening	53
7.6.2	Berekende effecten	53
7.7	Verhoging stijghoogte watervoerend pakket onder potklei	54
7.7.1	Omschrijving berekening	54
7.7.2	Berekende effecten	54
7.8	Infiltratieflexen van de scenario's	56
7.9	Conclusie gevoeligheidsanalyse	58
8	Doorkijk naar mogelijke maatregelen	59
8.1	Inleiding	59
8.2	Binnen het Natura 2000-gebied	61
8.3	Rond het Natura 2000-gebied binnen het studiegebied	62
8.4	Zoekgebiedenkaart voor maatregelen	63
8.5	Relatie Fochteloërveen met de omgeving	64
8.6	Ecologische verbinding	66

9	Conclusie	68
9.1	Samenvatting	68
9.2	Onderzoeksvragen	69
10	Referenties	76
11	Bijlagen	81
	Bijlage A: Bouwstenen voor de landschapsecologische systeemanalyse	82
11.1	Klimaat	82
11.2	Reliëf	83
11.2.1	Regionaal	83
11.2.2	Lokaal	84
11.3	Geologie	85
11.4	(Geo)morfologie	90
11.5	Hydrologie	92
11.5.1	Hydrologische modellering – kanttekeningen bij de modeluitkomsten	92
11.5.2	Grondwatersysteem	92
11.5.2.1	Vierde watervoerend pakket	93
11.5.2.2	Derde watervoerend pakket	94
11.5.2.3	Tweede watervoerend pakket	99
11.5.2.4	Eerste watervoerend pakket	106
11.5.2.5	Freatisch pakket	108
11.5.2.6	Dynamiek	110
11.5.2.7	Relatie grond- en oppervlaktewater	113
11.5.3	Oppervlaktewater	115
11.5.3.1	Watersysteem en stroomrichting	115
11.5.3.2	Neerslagafvoer	117
11.5.4	Waterbalans	119
11.6	Bodem	124
11.6.1	Bodemkaart	124
11.6.2	Restveenpakket	126
11.6.3	Hoogteligging minerale basis veenpakket	128
11.6.4	Aard van de veenbasis	129
11.6.5	Dwarsdoorsneden	132
11.6.6	Bodem en het begin van de veenvorming	139
11.7	Flora en fauna	141
11.7.1	Flora	141
11.7.2	Fauna	151

11.7.2.1	Vogels	151
11.7.2.2	Reptielen en amfibieën	153
11.7.2.3	Vlinders en libellen	154
11.7.2.4	Overige insecten	155
11.7.2.5	Zoogdieren	155
11.8	De mens (inclusief cultuurhistorie)	155
11.8.1	Het vroegmiddeleeuwse hoogveen en veenreconstructie	155
11.8.2	Het volmiddeleeuwse grensveen	164
11.8.3	Veenwinning	167
11.8.4	Veenkoloniale landschap	170
11.8.5	Boekweitbrandcultuur	172
11.8.6	Kolonie van Weldadigheid (Veenhuizen)	174
11.8.7	Werkverschaffing en bebossingen	180
11.8.8	Industrie (aardappelzetmeelfabriek en turfstrooiselwinning)	183
11.8.9	Natuurbehoud en -ontwikkeling	184
Bijlage B –	Oppervlaktewatermodel Fochteloërveen	186
Bijlage C –	Grondwatermodel Fochteloërveen	187
Bijlage D –	Kaartenbijlage effectberekeningen Fochteloërveen	188
Colofon		189

1 Inleiding

1.1 Gebiedsschets

Het Fochteloërveen is een hoogveenengebied van 2.596 ha, gelegen op de grens van Drenthe en Friesland, tussen Assen en Oosterwolde. Dit natuurgebied en Natura 2000-gebied is samen met het militair oefenterrein en Natura 2000-gebied Witterveld een restant van het vroegere uitgestrekte hoogveenlandschap van de Smilder Veenen. Het huidige Fochteloërveen was er een betrekkelijk jong onderdeel van. De hoogveenontwikkeling kwam er pas laat op gang, waardoor vrijwel alleen witveen of jong veenmosveen is gevormd en zwartveen nauwelijks voorkomt. In het gebied is op grote schaal boekweit verbouwd. Sporen daarvan en van de verveningsgeschiedenis zijn her en der zichtbaar in het landschap. Het tegenwoordige Fochteloërveen bestaat uit grotendeels afgegraven hoogveen en een niet verveende kern. Het niet afgegraven hoogveen bestaat uit witveen (jong veenmosveen).

Het Fochteloërveen ligt hoger dan zijn omgeving. Door de vervening (met bijbehorende ontwatering) en de daaropvolgende ontginning van de omgeving van het natuurgebied is sprake van verdroging van het reservaat: de waterhuishouding is ongeschikt voor een functionerend, levend hoogveen. Sterker nog, ze leidt tot verdere afbraak van het veen. Om daar verbetering in te brengen, zijn al in 1965 de eerste hydrologische herstelmaatregelen uitgevoerd. Vanaf 1980 – toen de vervening stopte – werd systematisch en grootschalig aan hydrologisch herstel gewerkt, om waterverliezen naar de omgeving, zowel horizontaal als verticaal te verminderen, met als doel wat nu het habitattype ‘actief hoogveen op landschapsschaal’ wordt genoemd, te herstellen. Dit is de belangrijkste en meest uitdagende Natura 2000-opgave voor het gebied. Veruit het grootste deel van het natuurgebied is in Natura 2000-terminen te karakteriseren als ‘herstellend hoogveen’.

De genomen herstelmaatregelen hebben (een grote en positieve) invloed op het huidige ecohydrologisch functioneren (Douwes & Straathof, 2019). Een goed inzicht in de effectiviteit van vroegere maatregelen is echter medebepalend voor het benoemen van effectieve, toekomstige maatregelen die gericht zijn op de hoofddoelstellingen voor dit Natura 2000-gebied: uitbreiding van de huidige oppervlakte en verbetering van de kwaliteit van het herstellend hoogveen en herstel van actief hoogveen op landschapsschaal. In 2013 was volgens hoogveendeskundigen (Jansen et al., 2013) het areaal actief hoogveen in het Fochteloërveen nog bescheiden doordat verstrekkende hydrologische herstelmaatregelen pas betrekkelijk recentelijk konden worden genomen.

Na een decennium hebben dezelfde hoogveendeskundigen (Van Duinen et al., 2021) het gebied opnieuw bezocht en vastgesteld dat in het Fochteloërveen als geheel het areaal actief hoogveen licht is afgenomen. Weliswaar treden in het centrale compartiment snelle, positieve ontwikkelingen op, maar het volledig verdwijnen van actief hoogveen in het noordelijk deel van het gebied steekt daar schril tegen af. Tegelijkertijd is het Fochteloërveen een leefgebied voor diverse bedreigde planten en dieren. Behalve reptielen, zoals de gladde slang, adder en ringslag, levendbarende hagedis, heikikker en bijzondere libellen en veenhooibeestje komen er bijzondere voor hoogvenen en heischrale graslanden kenmerkende plantensoorten voor.

In en rondom het Fochteloërveen werken gebiedspartners samen om doelen vanuit Natura 2000 (N2000), Waterbeheer 21e eeuw (WB21), Kaderrichtlijn Water (KRW) en landbouw zo integraal mogelijk te realiseren. In en om het gebied zijn door Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en de provincies Fryslân en Drenthe al verschillende herstelmaatregelen uitgevoerd. Er wordt nu gewerkt aan grootschalig kadeherstel binnen het Fochteloërveen (project Fochteloërveen Toekomstbestendig). De voorliggende landschapsecologische systeemanalyse (LESA) is in opdracht van Prolander opgesteld, waarbij gevraagd is niet alleen te kijken naar het N2000-gebied, maar ook naar de relatie van dit gebied met zijn omgeving en de onderlinge wisselwerking. Er is op dit moment veel aandacht voor ruimtelijke ontwikkelingen en bestaand gebruik rondom het Fochteloërveen, zoals bouw van de nieuwbouwwijk Kloosterveen in Assen, uitwerking van stikstofdepositie verlagende maatregelen, effect van onttrekking van water voor de landbouw (o.a. beregning) en benodigd foerageergebied voor ganzen.

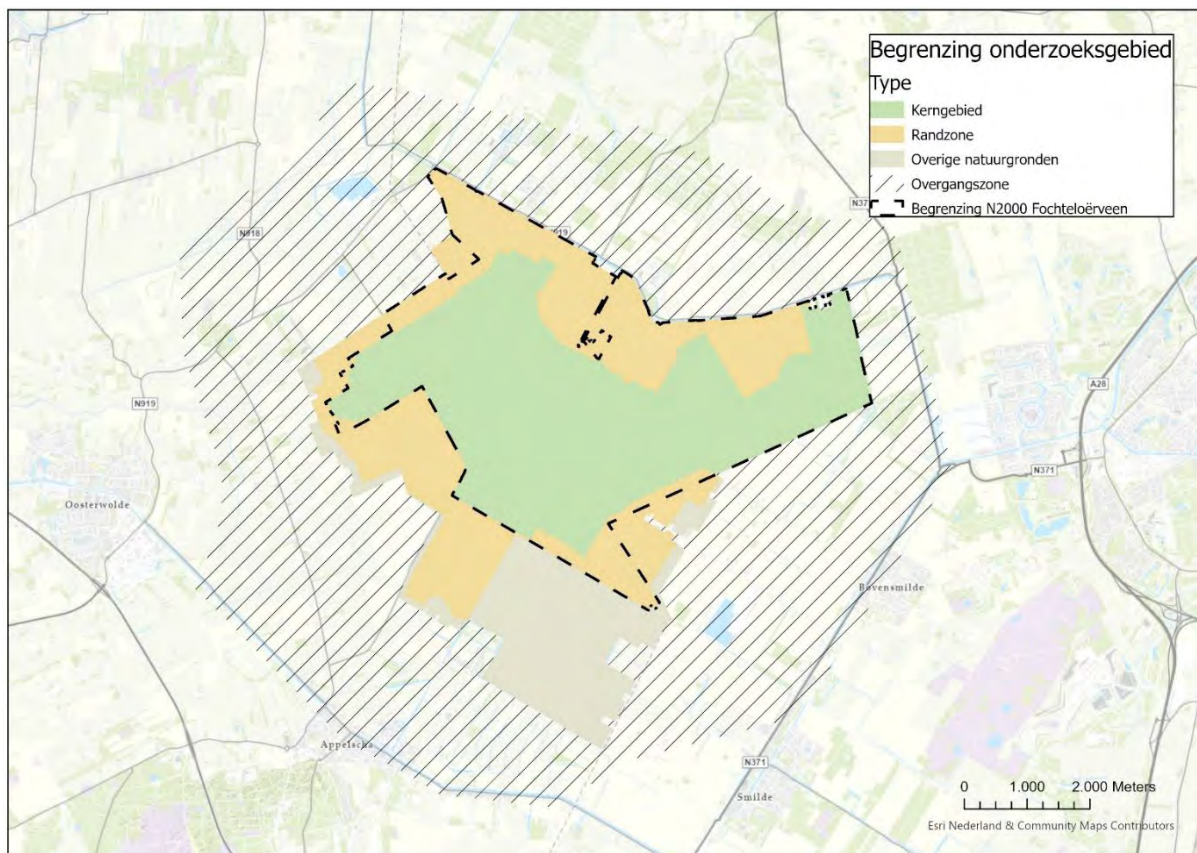
1.2 Kader van de studie

Om de effecten van bestaand gebruik, de natuurherstelmaatregelen en andere ontwikkelingen in relatie tot de N2000-doelstellingen en de omgeving van het Fochteloërveen in beeld te brengen, is een goede landschappelijke en hydrologische onderlegger noodzakelijk. Het gaat daarbij niet alleen over instandhouding van de huidige kwaliteiten, maar ook om inzicht in noodzakelijke maatregelen voor het duurzaam behalen van de instandhoudingsdoelen uit het aanmeldings- en aanwijzingsbesluit. Met dit onderzoek wordt een inhoudelijke basis gelegd, die gebruikt kan worden bij te maken keuzes binnen de ruimtelijke inrichting in en rondom het Fochteloërveen.

Hoewel stikstofdepositie de realisatie van de Natura 2000-doelstellingen bemoeilijkt, ook in het Fochteloërveen (Jansen et al., 2019) is deze depositie, als in andere landschapsecologische systeemanalyses (LESA's), geen onderwerp van studie. De (oplossing van de) stikstofproblematiek wordt onderzocht in andere beleids- en uitwerkingsprogramma's. Hetzelfde geldt voor recreatie als drukfactor en de uitstoot en vastlegging van CO₂. Ook deze factoren bepalen in de basis niet het landschapsecologisch c.q. ecohydrologisch functioneren van het systeem. Hoewel deze studie in de eerste plaats voortvloeit uit de vraag hoe de Natura 2000-doelstellingen kunnen worden behaald, draagt behalen hiervan ook bij aan de realisatie van andere doelen, zoals de vastlegging van CO₂ en het langer vasthouden van water (klimaatbuffer).

1.3 Begrenzing van het onderzoeksgebied

De begrenzing van het onderzoeksgebied, zoals die bij de opdracht is meegegeven, staat in Figuur 1-1. Binnen het onderzoeksgebied zullen zich naar verwachting de belangrijkste landschapsecologische relaties afspelen van het hoogveenrestant met zijn omgeving. Anders gezegd: mogelijk kan zich binnen dit gebied een functioneel hoogveenlandschap met overgangen naar het omringende zand- en beekdallandschap ontwikkelen. De begrenzing van het N2000-gebied is ter referentie op deze kaart opgenomen. Het bestaat uit een kerngebied en een deel van de randgebieden die grenzen aan het kerngebied. Binnen het kerngebied liggen (grotendeels) de gebieden die zijn aangewezen als habitatype 'herstellend hoogveen' of 'actief hoogveen'. Randgebieden zijn direct op het Natura 2000-gebied aansluitende bos- en natuurgebieden die op de eerste plaats bedoeld zijn het hydrologisch functioneren van het Natura 2000-gebied te bevorderen. Overgangszones zijn gebieden die mogelijk van invloed zijn op het hydrologisch functioneren van het Fochteloërveen óf waar mogelijk uitstralingseffecten van hydrologische herstelmaatregelen in de kern- en randzone kunnen optreden.



Figuur 1-1 Het N2000-gebied Fochteloërveen (zwarte stippellijn) met kerngebied (groen), randzone (oranje), overige natuur (grijs) en overgangszone (gearceerd en indicatief).

1.4 Doel en onderzoeksvragen

De binnen dit onderzoek uitgevoerde LESA moet in beeld brengen hoe grond- en oppervlaktewaterstromen de vegetatie, flora, fauna van het huidige Fochteloërveen bepalen. Dat vraagt om een zo goed mogelijke reconstructie van de historische situatie. Mede op basis daarvan kunnen de (on)mogelijkheden voor hoogveensysteemherstel worden benoemd. We gaan ervan uit dat vanwege de huidige gebruiksfuncties in de omgeving de vroegere situatie van een groot hoogveensysteem niet meer volledig kan worden hersteld. De vraag is daarom welke mogelijkheden er zijn om (in eerste instantie) binnen het Natura 2000-gebied de Natura 2000-doelstellingen te realiseren en wat daarbij de knelpunten zijn. Dit moet gezien worden in relatie tot het historisch hoogveenlandschap.

De hoofdvragen die worden beantwoord in deze LESA zijn:

1. Hoe functioneert het huidig systeem van hoogveen, overgangen (inclusief lagg-zone) en beekdalen en benoem de (potentiële) knelpunten hierin? De beschrijving gaat in op:
 - a. Voeding, wisselwerking en samenhang van het watersysteem Fochteloërveen met de omgeving, onder andere voor de omliggende beekdalen zoals Slokkert en Grootdiep.
 - b. Wijken en sloten in en rondom het Fochteloërveen.
 - c. Bos aan de noordzijde van het Fochteloërveen.
 - d. De 'sponswerking' van het gebied in relatie met de waterbalans.
2. Hoe heeft het hoogveen zich in de loop der tijd ontwikkeld en sluit deze reconstructie aan bij de huidige kennis over de opbouw van de ondergrond in termen van veendikte, veenweerstand, de tussenzandlaag en de keileem en potklei in de ondergrond?
3. Welke relevante inzichten in het ondergrondsysteem ontbreken of vereisen nader (veld)onderzoek?
4. Hoe is het huidige functioneren van het systeem in de tijd tot stand gekomen? Welke ingrepen in het verleden hebben tot veranderingen geleid die we, indien mogelijk, moeten herstellen om het gebied ecohydrologisch beter te laten functioneren?
 En wat kan niet en wat is de consequentie daarvan? Denk bijvoorbeeld aan kansen voor herstel van een lagg-zone aan de noordzijde en de overgangen naar de beekdalen. Zorg voor overzicht en gradaties in knelpunten.
5. Wat zijn de kenmerkende cultuurhistorische waarden van de Koloniën van Weldadigheid (Veenhuizen)?

Benoem vervolgens op basis van de LESA:

1. Welke knelpunten er zijn en welke omstandigheden moeten worden verbeterd voor het behalen van de N2000-instandhoudingsdoelen en bespreek daarbij:
 - a. De relatie tussen (grond)water en voorkomende en gewenste vegetatietypen en fauna.
 - b. Hoe deze relatie zich vertaalt naar oppervlak en kwaliteit van habitattypes.
 - c. Wat nodig is om de juiste omstandigheden voor actief hoogveen te verkrijgen en te behouden.
 - d. Hoe de andere N2000-doelstellingen zich daartoe verhouden.
 - e. Welke inrichting en (toekomstbestendig) beheer hier dan bij komt kijken.
2. Wat de invloed is van de cultuurhistorische patronen en de ontginningsgeschiedenis bij systeemherstel van het Fochteloërveen gericht op het realiseren van de N2000-doelen.
3. Wat de kansen en knelpunten zijn voor behoud en ontwikkeling van de cultuurhistorische waarden, die in de LESA zijn beschreven.

Op basis van de uitkomsten van de LESA wordt ingegaan op:

1. Welke interne (binnen N2000 en randzone) maatregelen zijn, naast de al uitgevoerde en geplande maatregelen, mogelijk om bij te dragen aan de N2000-doelstellingen, bijvoorbeeld:
 - a. Verder compartimenteren.
 - b. Opheffen van nog aanwezige detailontwatering.
 - c. Aanpassen bosgebied (geef daarbij de bepalende factoren en doe dit in relatie met de eerder geschetste knelpunten).
2. Wat zijn de ontwikkelmogelijkheden in randgebieden en overgangszones die hydrologisch en/of ecologisch iets toevoegen aan de bestaande en toekomstige (vereiste) ecologische waarden van het gebied? Bekijk de randzones vanuit twee invalshoeken; wat voegen ze zelfstandig toe en wat is (alleen) ondersteuning (hydrologisch-ecologisch) van het N2000 gebied:
 - d. Randgebieden zijn direct op het Natura 2000-gebied aansluitende gebieden die specifiek benoemd zijn (zie Figuur 1-1). Overgangszones (hydrologisch) zijn de gebieden die potentiële invloed hebben op het Fochteloërveen (zie grondwateronderzoek) óf waar uitstralingseffecten van ingrepen in het Fochteloërveen te verwachten zijn (zie Figuur 1-1).
 - e. Beoordeel de potentiële invloed c.q. uitstralingseffecten waarbij duidelijk is of de mate van beïnvloeding betekent dat mitigatie, compensatie of andere functie-inruiming noodzakelijk is.

- f. Maak hierbij onderscheid tussen optimalisatie van bestaande natuurgebieden (randgebieden), nieuw in te richten gebied en overgangsgebied.
3. Welke cultuurhistorische overgangen en gradiënten zijn bij systeemherstel haalbaar bij een vergelijking van de oorspronkelijke situatie (een hoogveenlandschap) en de huidige situatie (een hoogveenontginningslandschap). Ontwikkel binnen deze context en binnen de grenzen van het Unesco Werelderfgoed/de Kolonie van Weldadigheid en de N2000-doelen een zo goed mogelijke oplossing voor en rondom het noordelijk bosgebied.

1.5 Leeswijzer

Na deze inleiding beschrijven we in hoofdstuk 2 het gebied en zijn ligging en de kernopgaven vanuit Natura 2000. In hoofdstuk 3 volgt een beschrijving van wat een actief hoogveen is aangezien dit een de essentiële kernopgave is voor het Fochteloërveen. Daarna gaan we in hoofdstuk 4 verder met de landschapsecologische systeemanalyse van het Fochteloërveen beschreven ofwel de wijze waarop abiotische factoren en hydrologische processen op landschapschaal de standplaatsomstandigheden van de (veenvormende) vegetatie (en habitattypen) bepalen, bepalen en zullen bepalen in verleden, heden en toekomst. De beschrijving en analyse van de afzonderlijke landschapsecologisch factoren volgens het zogeheten "rangordemodel" komen aan de orde in bijlage A en zijn ter verdieping en onderbouwing van de synthese in paragraaf 4.2. In deze bijlage komen achtereenvolgens aan bod: klimaat, reliëf, geologie, hydrologie, bodem, flora en fauna en de rol van de mens, inclusief de sporen die van zijn vroegere activiteiten nog in het landschap kunnen worden aangetroffen (cultuurhistorie).

In hoofdstuk 5 beschrijven we op grond van de opgedane landschapsecologische kennis de knelpunten die het bereiken van de Natura 2000-doelstellingen belemmeren. Hoofdstuk 6 gaat in op de leemten in kennis. In hoofdstuk 7 presenteren we de resultaten van vier hydrologische berekeningen c.q. scenario's, die zijn uitgevoerd om op hoofdlijnen in beeld te brengen via welke ingrepen (sleutelfactoren, hydrologische draaiknoppen) het hydrologisch herstel is te realiseren, dat voor het behalen van de Natura 2000-doelstellingen noodzakelijk is. Daarop gebaseerd geven we in hoofdstuk 8 een doorkijk naar mogelijke maatregelen. In hoofdstuk 9, ten slotte, beantwoorden we de antwoorden op de gestelde onderzoeksvragen.

2 Beschrijving en ligging gebied

2.1 Kenschets

Het Fochteloërveen ligt tussen Veenhuizen, Smilde, Appelscha en Fochteloo en is in eigendom bij Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer en enkele particulieren. Het maakte in het verleden deel uit van de uitgestrekte Smilder Veenen die ooit grote delen van West-Drenthe en aangrenzend Fryslân bedekten. Het N2000-gebied wordt gekenmerkt door zijn uitgestrektheid en openheid. Het is grotendeels boomloos, met uitzondering van de randgebieden met de bossen bij Veenhuizen aan de noordkant en de bossen bij Ravenswoud in het zuiden. Plaatselijk kent dit hoogveenrestant jaarrond nog zeer hoge grondwaterstanden.

Door veenwinning en ontwatering binnen en buiten het Fochteloërveen is de grondwaterstand gedaald en is het gebied veel droger geworden. Ook de neerslag van stikstof heeft bijgedragen aan de achteruitgang van de natuur. Door deze ontwikkelingen is de natuur onder druk komen te staan waardoor bijzondere planten en dieren uit het gebied achteruit zijn gegaan of zijn verdwenen.

Het Fochteloërveen herbergt een kleine kern met actief hoogveen en diverse locaties met veenmosrijke begroeiingen. Een groot deel van het veen is echter in de twintigste eeuw verdroogd. Dit uit zich in de hoge bedekking van het gras pijpenstrootje. Ook bomen zoals berken doen het goed onder de droge omstandigheden, waarbij stikstofdepositie het effect van verdroging versterkt. Het dichtgroeien met bos is een bedreiging voor het hoogveenrestant. In het westelijk deel van het gebied komt een droge zandrug voor, de Bonghaar. Daar is droge heide te vinden, met overgangen naar natte heide en veen. De laatste decennia zijn diverse hydrologische herstelmaatregelen uitgevoerd. Deze hebben geleid tot een aanzienlijke stijging van de veengrondwaterstanden en forse uitbreiding van de arealen met veenmossen (Douwes & Straathof, 2019).

Het Fochteloërveen is rijk aan vele zeldzame en Rode Lijstsoorten, zowel planten als dieren. Er zijn de afgelopen tien jaar zo'n 300 Rode Lijstsoorten waargenomen. Diverse bijzondere vogelsoorten maken gebruik van het herstellende hoogveenlandschap. De meest tot de verbeelding sprekende vogelsoorten zijn kraanvogel en paapje. Andere bijzondere broedvogels komen voor aan de randen van het hoogveen, zoals roodborsttapuit, of in en rondom veenplassen, zoals geoorde fuut en porseleinhoen. Vele wintergasten en doortrekkers profiteren van het open water en de rust. Ze gebruiken de plassen in het veenrestant en in de bufferzones om veilig te kunnen overnachten, en foerageren in het aangrenzende landbouwgebied. Het Fochteloërveen is het nagenoeg laatste Nederlandse bolwerk van het veenhooibeestje en herbergt levensvatbare populaties van diverse libellensoorten die kenmerkend zijn voor hoogvenen en andere zure wateren. Van de flora spreekt het voorkomen van kenmerkende soorten van hoogvenen tot de verbeelding, zoals eenarig wollegras, lavendelhei, witte snavelbies, wrattig veenmos, hoogveenveenmos en kamveenmos. Bijzonder zijn ook de soorten van heiden en heischrale graslanden die aan zandopduikingen in het veen zijn gebonden zoals week veenmos, gevlekte orchis, gelobde maanvaren en valkruid.

In Figuur 2-1 zijn de toponiemen die in dit rapport zijn gebruikt, opgenomen.



Figuur 2-1 Toponiemenkaart van het Fochteloërveen en omgeving (met in zwart de veldnamen, blauw watergangen en rood dorpen).

2.2 Doelstellingen Natura 2000

2.2.1 Kernopgaven

De kernopgaven in het kader van Natura 2000 geven voor elk van de acht Natura 2000-landschappen de belangrijkste behoud- en herstelopgaven. Het gaat daarbij om habitattypen en soorten die sterk onder druk staan en/of waarvoor Nederland van (zeer) groot belang is. De kernopgaven geven richting aan de uitwerking van de instandhoudingsdoelen in de beheerplannen. De opgave landschappelijke samenhang en interne compleetheid voor het Natura 2000-landschap Hoogveen is als volgt geformuleerd (Ministerie van LNV, 2006):

- Voor herstel en kwaliteitsverbetering van de resten hoogveenlandschap is een essentiële randvoorwaarde dat de hydrologie (zowel intern als extern) op orde komt.
- Vorming van functionerende hoogveen door kwaliteitsverbetering van hoogveenresten en herstel van randzones én vergroting van de interne en externe samenhang ten behoeve van fauna.
- Herstel keten van komvenen langs de Duitse grens.
- Samenhang tussen gebieden is noodzakelijk voor het voortbestaan van aan hoogveen gebonden soorten. Door ingrepen in het verleden staat duurzame instandhouding onder druk.

In Tabel 2-1 zijn de kernopgaven voor het Natura 2000-landschap Hoogvenen (hoofdtype: resten hoogveenlandschap: de grote venen) opgenomen (Ministerie van LNV, 2006).

Tabel 2-1 Kernopgaven voor het Fochteloërveen conform het doelendocument. Passages die onderdeel zijn van de kernopgaven, maar niet van toepassing zijn voor het Fochteloërveen zijn in grijs opgenomen. W = wateropgave, Ω = sense of urgency beheeropgave volgens doelendocument. Bron: Ministerie van LNV, 2006.

Code	Kernopgave	Opgave
7.01	Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)	W
7.02	Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen H7120 in kansrijke situaties, met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen (hoogveenlandschap) *H7110_A (waar nodig uitbreiding oppervlakte H7120). Instandhouding van huidige relictfauna als bronpopulaties fauna. Herstel van grote veengebieden met voldoende rust onder andere voor de niet-broedvogel kraanvogel A127.	W
7.03	Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen (hoogveenlandschap) *H7110_A inclusief lagg-zones (met o.a. hoogveenbossen *H91D0, zure vennen H3160 en porseleinhoen A119, paapje A275 en watersnip A153).	Ω W

Een 'sense of urgency' voor een kernopgave is toegekend als binnen nu (het moment van aanwijzing) en tien jaar mogelijk een onherstelbare situatie ontstaat. Dat betekent dat de inschatting is gemaakt dat de kernopgave en de daaronder liggende verplichting om minimaal de huidige waarden in stand te houden, zonder speciale maatregelen op de korte termijn niet meer realiseerbaar is. Aan de kernopgaven van het Fochteloërveen is een 'sense of urgency' (beheer) toegekend voor de vogelsoorten Porseleinhoen en Paapje.

Aan kernopgaven die gebonden zijn aan habitattypen of soorten die afhankelijk zijn van grond- of oppervlaktewater, is in bepaalde N2000-gebieden een wateropgave toegekend. In deze N2000-gebieden zijn optimale watercondities van belang voor het behalen van de N2000-doelen. Voor alle drie kernopgaven van het Fochteloërveen is zo'n wateropgave toegekend (Ministerie van LNV, 2006).

2.2.2 Habitattypen

De kernopgaves zijn vertaald naar instandhoudingsdoelen voor habitattypen. In Tabel 2-2 zijn de instandhoudingsdoelen voor habitattypen samengevat. Voor elke habitatype in het Fochteloërveen wordt de betekenis (relatieve bijdrage) van het Fochteloërveen afgezet tegen de betekenis van de andere Habitatrictlijngebieden binnen Nederland die aan de selectiecriteria voldoen, gebaseerd op het actuele aandeel van de landelijke oppervlakte dat in het gebied aanwezig is. Alle in de tabel gepresenteerde informatie is afkomstig uit het Aanwijzingsbesluit.

Tabel 2-2 Instandhoudingsdoelstellingen habitattypen. Aangegeven is wat de relatieve bijdrage is van het Fochteloërveen voor deze habitattypen binnen Nederland, gebaseerd op het actuele aandeel van de landelijke oppervlakte dat in het gebied aanwezig was ten tijde van de aanwijzing. Hiervoor is de volgende klasseindeling gehanteerd, A1 = 15-30%, A2 = 30-50%, A3 = 50-75% en A4 = >75% B1 = 2-6% en B2 = 6-15% C = <2%. Kernopgave: W=wateropgave en SG=Sense of urgency. Bron: Ministerie van Economische zaken, 2013.

Code	Habitatype	Relatieve bijdrage	Doelstelling	Kernopgave
H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	C (<2%)	Behoud van oppervlakte en kwaliteit	-
H4010A	Vochtige heiden	C (<2%)	Uitbreiding van oppervlakte en behoud van kwaliteit	-
H4030	Droge heiden	C (<2%)	Behoud van oppervlakte en kwaliteit	-
H7110A*	Actieve hoogvenen	B1 (2-6%)	Uitbreiding van oppervlakte en verbetering van kwaliteit	7.01, W; 7.02, W; 7.03, SG, W
H7120	Herstellende hoogvenen	A1 (15-30%)	Uitbreiding van oppervlakte en verbetering van kwaliteit. Enige achteruitgang in oppervlakte ten gunste van *H7110A, is toegestaan	7.02, W

2.2.3 Habitatrichtlijnsoorten

In Tabel 2-3 is het doel voor de gevlekte witsnuitlibel samengevat, de enige Habitatrichtlijnsoort waarvoor het Fochteloërveen is aangewezen. Voor deze Habitatrichtlijnsoort wordt de betekenis (relatieve bijdrage) van het Fochteloërveen afgezet tegen de betekenis van de andere Habitatrichtlijngebieden binnen Nederland die aan de selectiecriteria voldoen, gebaseerd op het aandeel van de landelijke populatie dat (geregeld) in het gebied aanwezig is. Afhankelijk van de soort wordt dit afgemeten aan getelde aantallen, aantal bezette plekken of kilometerhokken. Alle in de tabel gepresenteerde informatie is afkomstig uit het Ontwerpwijzigingsbesluit (Ministerie van Economische Zaken, 2013).

Tabel 2-3 Instandhoudingsdoelstellingen Habitatrichtlijnsoorten. Aangegeven is wat de relatieve bijdrage is van het Fochteloërveen voor deze soorten binnen Nederland, gebaseerd op het aandeel van de landelijke populatie dat (geregeld) in het gebied aanwezig was ten tijde van de aanwijzing. Hiervoor is de volgende klasseindeling gehanteerd, A1 = 15-30%, A2 = 30-50%, A3 = 50-75% en A4 = >75% B1 = 2-6% en B2 = 6-15% C = <2%. Bron: Ministerie van Economische zaken, 2013.

Code	Habitatype	Relatieve bijdrage	Doelstelling	Kernopgave
H1042	Gevlekte witsnuitlibel	C (<2%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied voor behoud populatie	-

2.2.4 Vogelrichtlijnsoorten

2.2.4.1 Broedvogels

In Tabel 2-4 zijn de doelen voor broedvogels samengevat. Voor elke broedvogelsoort van het Fochteloërveen wordt de betekenis (relatieve bijdrage) van het Fochteloërveen afgezet tegen de betekenis van de andere Vogelrichtlijngebieden binnen Nederland die aan de selectiecriteria voldoen, gebaseerd op het aandeel van de landelijke populatie dat (geregeld) in het gebied aanwezig is. Alle in de tabel gepresenteerde informatie is afkomstig uit het Aanwijzingsbesluit (Ministerie van EZ, 2013).

Tabel 2-4 Instandhoudingsdoelstellingen voor broedvogelsoorten. Aangegeven is wat de relatieve bijdrage is van het Fochteloërveen voor deze broedvogelsoorten binnen Nederland, gebaseerd op het aandeel van de landelijke populatie dat (geregeld) in het gebied aanwezig was ten tijde van de aanwijzing. Hiervoor is de volgende klasseindeling gehanteerd, A1 = 15-30%, A2 = 30-50%, A3 = 50-75% en A4 = >75% B1 = 2-6% en B2 = 6-15% C = <2%. Bron: Ministerie van EZ, 2013.

Code	Habitatype	Relatieve bijdrage	Doelstelling	Kernopgave
A008	Geoorde fuut	B1 (2-6%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van ten minste 13 paren.	-
A119	Porseleinhoen	B1 (2-6%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van ten minste 20 paren.	7.03, SG, W
A275	Paapje	B2 (6-15%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van ten minste 60 paren.	7.03, SG, W
A276	Roodborsttapuit	C (<2%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van ten minste 65 paren.	-

2.2.4.2 Niet-broedvogels

In Tabel 2-5 zijn de doelen voor de enige aangewezen niet-broedvogel opgenomen. Daarnaast is het aantal gebieden aangegeven dat voor deze niet-broedvogelsoort binnen Nederland is aangewezen, is het landelijk doel aangegeven en is de functie van het gebied voor de soort aangegeven. In de laatste kolom is de toelichting uit het aanwijzingsbesluit opgenomen. Alle in de tabel gepresenteerde informatie is afkomstig uit het Aanwijzingsbesluit (Ministerie van EZ, 2013).

Tabel 2-5 Instandhoudingsdoelstellingen voor niet-broedvogelsoorten. Aangegeven is wat de relatieve bijdrage is van het Fochteloërveen voor deze niet-broedvogelsoorten binnen Nederland, gebaseerd op het aandeel van de landelijke populatie dat (geregeld) in het gebied aanwezig was ten tijde van de aanwijzing. Hiervoor is de volgende klasseindeling gehanteerd, A1 = 15-30%, A2 = 30-50%, A3 = 50-75% en A4 = >75% B1 = 2-6% en B2 = 6-15% C = <2%. Bron: Ministerie van EZ, 2013.

Code	Soort	Relatieve bijdrage	Doelstelling	Functie	Kernopgave
A037	Kleine zwaan	-	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 90 vogels (seizoensmaximum).	Slaap- en rustplaats	-
A038	Wilde zwaan	-	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 100 vogels (seizoensmaximum).	Slaap- en rustplaats	-
A041	Kolgans	-	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 2.300 vogels (seizoensmaximum).	Slaap- en rustplaats	-
A052	Wintertaling	B1 (2-6%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 600 vogels (seizoensgemiddelde).	Foerageergebied	-
A056	Slobeend	C (<2%)	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 40 vogels (seizoensgemiddelde).	Foerageergebied	-
A702	Toendrarietgans	-	Behoud omvang en kwaliteit leefgebied met een draagkracht voor een populatie van gemiddeld 11.100 vogels (seizoensmaximum).	Slaap- en rustplaats	-

3 Wat is een actief hoogveen

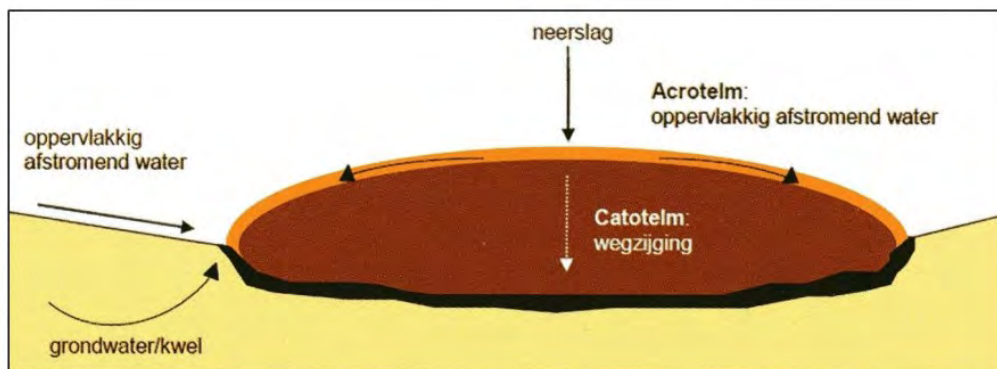
Om de ontstaansgeschiedenis te begrijpen en voor de kernopgaven voor het uitbreiden en ontwikkelen van actief hoogveen is het belangrijk te begrijpen wat een actief hoogveen is. Hieruit wordt duidelijk hoe een hoogveen vormt en wat nodig is voor een actief hoogveen. Dit vormt de basis voor de verdere beschrijvingen van het ontstaan, knelpunten en herstellen van actief hoogveen in het Fochteloërveen.

Uitgestrekte veenmosbegroeiingen met een ijle bedekking van kruiden en hier en daar een kwarrig boompje, zoals die in ongestoord functionerende hoogvenen voorkomen, zijn in Nederland verdwenen. Onze hoogveenrestanten zijn grotendeels begroeid geraakt met het gras pijpenstrootje en berken (*Figuur 3-1*). Slechts hier en daar resteren nog kleine oppervlakten kenmerkende, veenmosbegroeiingen van ongerepte, actieve of levende hoogvenen. In 2013 betrof het een schamele acht hectare (Jansen et al., 2013). En toen waren al sinds de jaren 1970 heel veel maatregelen genomen voor herstel van hoogvenen, dat wil zeggen herstel van gunstige hydrologische omstandigheden om de groei van veenmossen, de bouwer van het hoogveenecosysteem, te bevorderen.

Waarom is water zo belangrijk voor een hoogveen? Om dat te begrijpen moeten we ons verdiepen in wat een hoogveen is. Water is cruciaal voor het ontstaan en de instandhouding van hoogvenen omdat het, net als andere soorten venen, alleen kan ontstaan wanneer de afbraak van organische stof wordt geremd door een gebrek aan zuurstof. En dat is het geval op plaatsen die langdurig of permanent met water zijn verzadigd. Een levend hoogveen bestaat voor 97% uit water, melk voor “slechts” 88% (Joosten, 1989). De veenmossen kunnen alleen onder heel natte omstandigheden groeien. Ze scheiden zuren af die het veen voor afbraak behoeden, wat de stapeling van organische stof en daarmee de groei van het veen nog eens bevordert.

Een levend of actief hoogveen is gedefinieerd als een landschap dat door regenwater wordt gevoed, wordt gedomineerd door veenvormende levensgemeenschappen die door dat water worden gevoed en boven de regionale grondwaterspiegel uitgroeit of is uitgegroeid (Jansen & Grootjans, 2019). Dat laatste is alleen mogelijk indien er voldoende voeding optreedt via neerslag en de afvoer van water uit het veen wordt beperkt, zowel horizontaal als verticaal. Het zijn de veenvormende vegetatie en het veensubstraat zelf die in een levend hoogveen de afvoer reguleren (Joosten, 1993). Deze zorgen ervoor, dat de paradox “hoog en nat” kan blijven bestaan. Slechts een paar veenmossoorten hebben de juiste hydrologische eigenschappen om deze paradox te verzorgen. Deze soorten hebben voor hun voortbestaan een hoge en stabiele grondwaterstand nodig. Ze bouwen op termijn een stelsel van samenhangende processen en structuren op die een hoogveen in staat stellen zich, ondanks voortdurende weers- en klimaatwisselingen, te handhaven (Projectgroep de Groote Peel, 1990).

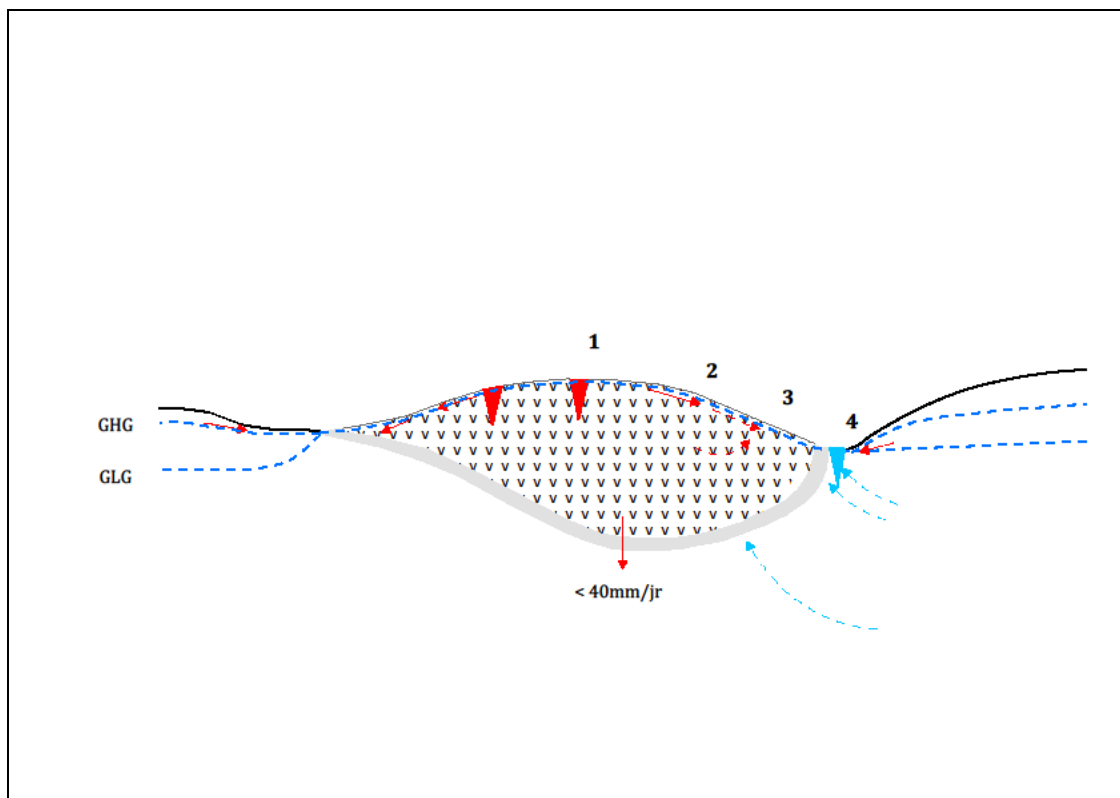
Deze zelfregulatie van levende hoogvenen is mogelijk dankzij de inhomogeniteit van het veen (Couwenberg & Joosten, 2005). Het veen is namelijk onder te verdelen in twee lagen – de acrotelm en de catotelm – met totaal verschillende hydrologische eigenschappen (Ivanov, 1981; Succow & Joosten, 2001; *Figuur 3-1*). De acrotelm (de bovenste laag) bestaat uit levende veenmossen, enkele kruid- en grasachtigen en weinig vergaan organisch materiaal gevormd door vooral veenmossen. Deze laag kan tot 30-70 cm dik zijn (Ivanov 1981) en heeft een hoge bergingscapaciteit (veel en grote poriën) en een goede waterdoorlatendheid (hoog doorlaatvermogen). Het veen in de catotelm (de onderste, veel dikkere laag) is veel meer samengepakt en heeft daardoor een veel geringere doorlatendheid.



Figuur 3-1 Schematische weergave van een intacte hoogveenkoepel met verschillende waterstromen, acrotelm, catotelm en in zwart de slecht doorlatende veenbasis (Bron: Van Duinen et al., 2011).

In de acrotelm neemt de doorlatendheid binnen 40 à 50 cm exponentieel af, wel met een factor 100.000 (Joosten & Bakker, 1987). Dankzij deze structuur – als het ware functionerend als een knijpstuw – treedt bij hoge waterstanden (in de winter) laterale waterafvoer op door die bovenste laag los, grofporig veen. In droge perioden (in de zomer) wordt de laterale waterafvoer juist sterk verminderd doordat het lateraal bewegelijke water door het onderliggende veen met fijnere poriën moet stromen (Joosten & Couwenberg, 2019). Deze gelaagdheid zorgt ervoor dat een hoogveen ondanks zijn hogere ligging in het landschap toch stabiele en hoge grondwaterstanden kent, ook tijdens langdurige perioden met een neerslagtekort.

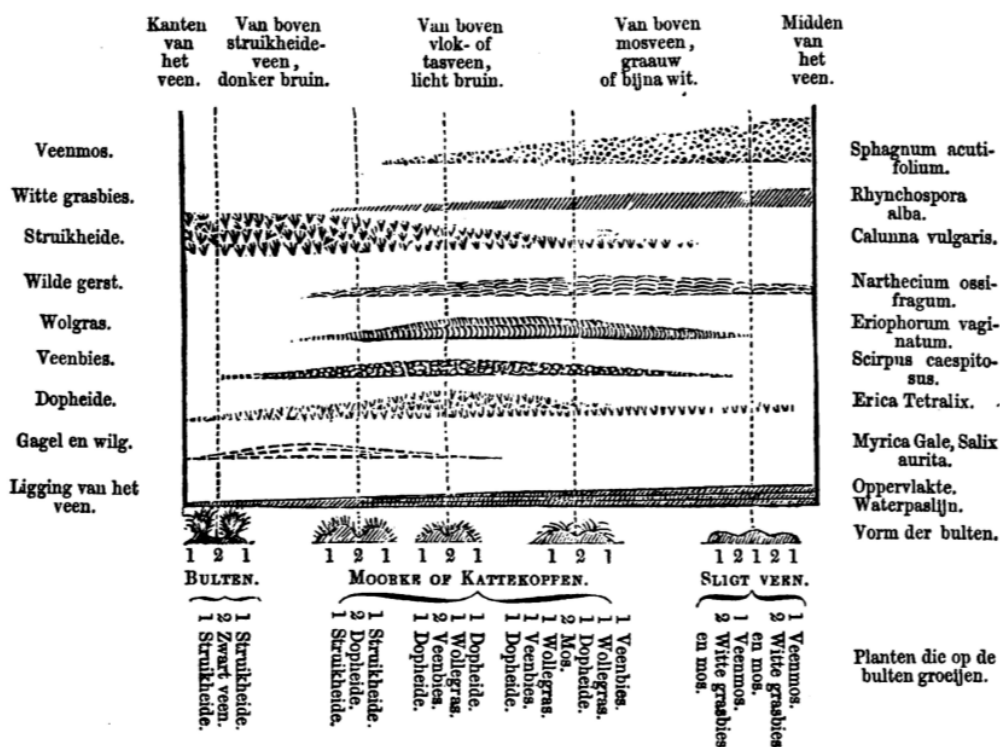
Grote hoogvenen zijn in ons land veelal na de ijstijd ontstaan uit laagveen, dat zich onder invloed van grond- en/of oppervlaktewater, vormde op de flanken, in de kommen en andere grondwatergevoede dalen van het zandlandschap. Wanneer dat laagveen zich in een laagte heeft opgestapeld tot het niveau van het grond- of oppervlaktewater, dan neemt de invloed van regenwater op het veenvormende milieu toe en die van grond- en/of oppervlaktewater af. Het aandeel open water in de laagte vermindert ook omdat dat (voor een steeds groter deel) is vervangen door veen. Het centrum van de laagte raakt daardoor geïsoleerd van zijn omgeving omdat veen een geringere doorlatendheid heeft dan open water. Gaande van de rand van het veen naar het centrum neemt de invloed van het grondwater uit de omgeving af, terwijl die van regenwater toeneemt (Joosten & Bakker, 1987; Ivanov, 1981); de condities in het centrum worden steeds meer bepaald door regenwater. Dit bevordert de vestiging en groei van veenmossen. Bij een jaarlijks neerslagoverschot, zoals in het Nederlandse klimaat, en dankzij het watervasthoudend vermogen van veenmossen kan het veen uitgroeien boven het hoogste waterniveau in zijn omgeving en daarbij toch nat blijven (Casparie, 1972). Dan is een hoogveen ontstaan, waarin neerslag de voornaamste bron van water, nutriënten en mineralen is geworden (Van Duinen et al., 2011). Deze uitdijende kleinere hoogvenen kunnen zich aaneensluiten en verder uitgroeien tot uitgestrekte hoogvenen, soms zelfs over dekzandruggen heen.



Figuur 3-2 Schematische dwarsdoorsnede van een hoogveen. Aangegeven zijn: veen (v), maaiveldhoogte (zwarte lijn), organische, slecht doorlatende basis (dikke grijze lijn), gemiddelde grondwaterstand in donkerblauw (GLG = Gemiddeld Laagste Grondwaterstand; GHG = Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand), en grondwaterstromen en watertypen: rood = hoogveenwater, zuur; lichtblauw = mineraal grondwater, zwak gebufferd-basisch. 1. Centrum of plateau; 2. Helling; 3. Rand; 4. Lagg. Bron: Everts et al. (2014).

De oudste regenwatergevoede veenmospakketten, het zogenoemde zwartveen, zijn sterk gehumificeerd. Vermoedelijk zijn veenmossen uit de *Acutifoliagroep*, vooral rood veenmos de belangrijkste veenvormers geweest (Joosten & Bakker, 1987). Rond 500 voor Chr. daalde de temperatuur aanzienlijk en werd het bovendien natter. Dit bevorderde de groei van hoogvenen, maar zorgde ook voor een wezenlijke verandering in de hoogveenvegetatie: het aandeel hogere planten verminderde en veenmossen van de *Cymbifoliagroep*, zoals bultveenmos en wrattig veenmos kwamen tot overheersing (Joosten & Bakker, 1987). Deze veranderde vegetatiesamenstelling resulteerde in een minder sterk gehumificeerd veen, het zogenoemde witveen. Het hoogveen kon zich nog verder over zijn omgeving uitbreiden (Casparie, 1972), vanwege het beter waterwegende vermogen van veenmossen van de *Cymbifoliagroep*.

De vroegere Nederlandse hoogvenen waren vermoedelijk een gewelfd, horlogeglasvormig. De opwelving in het centrum kon meerdere meters hoog zijn en de randen waren meer of minder sterk gebogen. Binnen dit type hoogveen worden drie eenheden, zogenoemde microtopen onderscheiden. Het eerste is het boomvrije centrum van het veen, dat relatief vlak was en erg nat, en ook wel plateau wordt genoemd (Figuur 3-2). Hier namen slenken (natte, langgerekte ondiepten) en meerstallen (permanent waterhoudende kolken met water dat rijk is aan humuszuren) de grootste oppervlakte in. Er kwamen bulten voor, maar deze waren laag; De slenken bestonden uit kaal veen (onbegaanbaar), of tapijten (zacht) of matten (stevig) van veenmossen (F). De tweede microtop betreft het hellende deel van het veenlichaam: het deel tussen het meer vlakke plateau en de rand (Figuur 3-2). Op die helling was een patroon van hogere bulten en slenken dwars op de richting van oppervlakkig afstromend water ontwikkeld (E). De hogere bulten bestonden uit bultvormende veenmossen met vaatplanten (Figuur 3-3). De rand, het derde microtop (Figuur 3-1, bestaat hoofdzakelijk uit bulten (C en D), en wel de hoogste binnen de hoogveenkoepel. (Venema, 1855; Figuur 3-3). De randen van de meeste hoogveencomplexen waren vermoedelijk grotendeels boomloos (zie de Hottingerkaarten in Versfelt 2003) en doorsneden door geulen (Rüllen) waardoorheen water oppervlakkig werd afgevoerd.

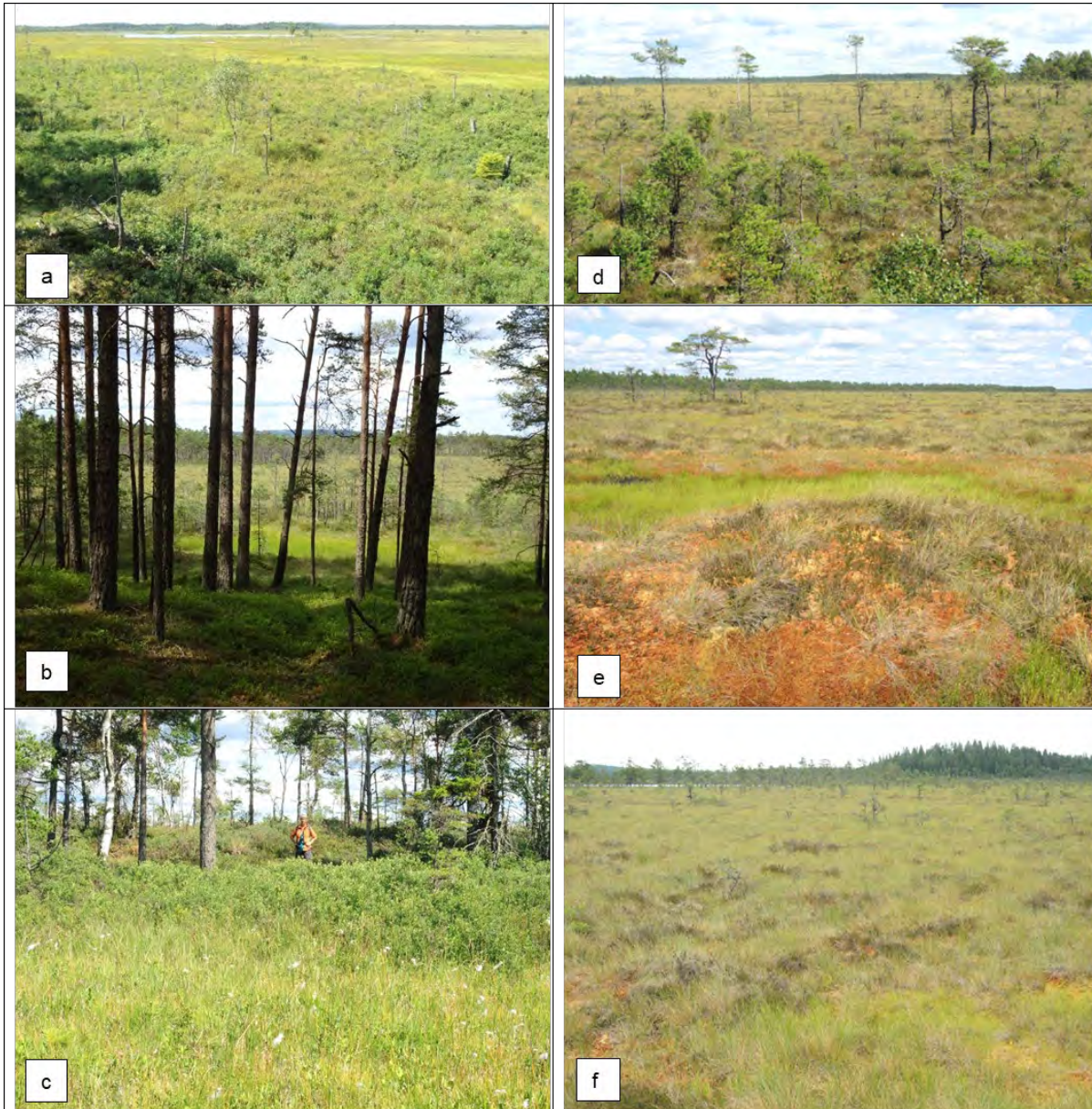


Figuur 3-3 Doorsnede door de helft van een veenkoepel met de verspreiding van soorten en de vorm van bulten van de rand (links) naar het midden (rechts) van een hoogveenkoepel in het Boertangerveen volgens Venema (1855). Voor de bijhorende beschrijving zie de tekst.

In Figuur 3-3 is eveneens te zien waar bepaalde aspectbepalende soorten voorkomen binnen een hoogveenkoepel. In de uiterste rand domineerde struikhei (*Calluna vulgaris*), dat hoge, horstvormige bulten vormde. Het veen opgaand was er eerst een gordel van struikhei en gewone dophei *Erica tetralix* in mozaïek met struweel van geoorde wilgen (*Salix aurita*.) en gagel (*Myrica gale*). Daarna volgde een zone met vooral hogere bulten van gewone dophei (met eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*), waarin het aandeel Struikhei, geoorde wilg en gagel afnam en dat van beenbreek (*Narthecium ossifragum*), gewone veenbies (*Trichophorum cespitosum*) en veenmossen (*Sphagnum spp.*) toenam. Nog verder hellingopwaarts verminderde de bedekking van deze vaatplanten, werden de bulten lager, en kregen slenkvormende begroeiingen van veenmossen en witte snavelbies (*Rhynchospora alba*) de overhand.

Rond de rand van een gewelfd hoogveen bevindt zich de zogenoemde lagg (naar het Zweeds) waar afstromend water uit het veenpakket zich met minerotroof grondwater mengt, dat van dichtbij (naastliggende zandruggen) afkomstig kan zijn en/of van verder weg (B). Tussen twee hoogvenen of grenzend aan een hoogveen kan ook een grondwater gevoed veen liggen, een zogenoemde soak, die eveneens door afstromend water uit de aangrenzende hoogvenen wordt gevoed (A). Laggs en soaks als functioneel deel van het hoogveensysteem zijn in ons land nagenoeg verdwenen.

Uit de doorsnede van Venema (1855; Figuur 3-3) blijkt dat op een hoogveenkoepel nergens pijpenstrootje en berken veelvuldig voorkomen, soorten die in de tegenwoordige hoogveenrestanten de vegetatie domineren. Deze hoogvenen zijn gedegradeerd en worden herstellende hoogvenen genoemd. Op de beter ontwikkelde delen in deze herstellende hoogvenen worden deze soorten schaarser en voeren struikhei en gewone dophei de boventoon. In de best ontwikkelde delen, die vaak slechts kleine oppervlakten beslaan, neemt de bedekking van deze heideachtigen af en wisselen begroeiingen met veenmosbulten en veenmosslenzen elkaar af. Op de bulten groeien dan meestal wrattig veenmos, hoogveenveenmos, (soms rood veenmos), eenjarig wollegras, kleine veenbes, lavendelhei en ronde zonnedauw. De begroeiing van de slenken wordt bepaald door water- en of fraai veenmos, witte snavelbies, veenpluis en (regelmatig) snavelzegge. In deze herstellende venen wordt in tegenstelling tot actieve hoogvenen netto veen afgebroken in plaats van gevormd. Het Fochteloërveen is een herstellend hoogveen. Ondanks de rijkdom van veenmos in de kern van het Natura 2000-gebied ontbreekt op een heel kleine oppervlakte na een acrotelm. Zonder acrotelm kan geen actief hoogveen bestaan.



Figuur 3-4 In het Zweedse Store Mosse zijn de verschillende microtopen van een hoogveenlandschap nog allemaal aanwezig en goed herkenbaar. Tegen het hoogveen kan een grondwatergevoed verlandingsveen, een soak, liggen (a), die hier via een gordel met veel Gagel (*Myrica gale*) overgaat in de beboste rand van een hoogveenkoepel. Deze koepel gaat elders via een lagg over in de hoge, beboste minerale gronden (b). De lagg toont zich als een lichtgroene gordel van Veenbloembies (*Scheuchzeria palustris*) met een scherpe overgang naar de smalle hoogveenrand met ijle Grove dennen (*Pinus sylvestris*), Kraaihei (*Empetrum nigrum*; donkergroen) en Eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*; grijsgroen). De rand (c) kan meerdere meters hoog zijn en rijst steil op vanuit de gordel met Gagel die de overgang naar de soak vormt. Er groeien veel dwergstruiken, waaronder de grijsgroene Rijsbes (*Vaccinium uliginosum*). De steile rand gaat over in een ijl dennenbos (d) met veel Struikhei (*Calluna vulgaris*; donkergroen) en Eenarig wollegras. Het veen wordt steeds opener en in het licht hellende deel van een hoogveenkoepel (e) verschijnen hoge, langgerekte bulten van Hoogveenveenmos (*Sphagnum magellanicum*) en uitgesproken slenken van Witte snavelbies (*Rhynchospora alba*). Het vlakke centrum of plateau van de koepel (f) bestaat uit uitgestrekte, nauwelijks begaanbare veenmosmatten met cypergrassen (*Cyperaceae*) en lage bulten van Hoogveenveenmos (*Sphagnum magellanicum*) met Struikhei. Het open water op de achtergrond is een meerstal, die door Grove is omzoomd, terwijl rechts sparrenbos (*Picea abies*) staat op een hoge zandrug. Foto's: André Jansen.

4 Landschapsecologische systeemanalyse

4.1 Opzet en methode

4.1.1 Doel en toepassingen

In een landschapsecologische systeemanalyse (LESA) worden de abiotische processen achterhaald die op landschapsschaal sturend zijn voor de totstandkoming van de standplaatscondities van de vegetatie (Grootjans & Van Diggelen 2009, Kalkhoven 1999, Van der Molen et al. 2010, 2011; Besselink et al., 2017). Er wordt een beeld gevormd van zowel het historisch als het huidige abiotisch functioneren van een gebied en zijn omgeving door de samenhang tussen geologie, reliëf, grond- en oppervlaktewater, bodem, vegetatie, fauna, gebruik en beheer te onderzoeken.

De via de LESA verkregen inzichten in het functioneren van het landschapsecologische systeem zijn een belangrijke basis voor de opstelling van verdere plannen:

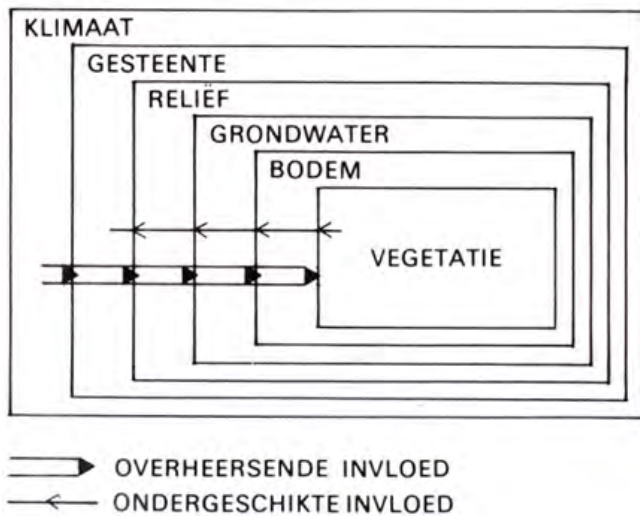
1. De LESA geeft inzicht in ruimtelijke patronen en sturende abiotische en biotische processen die bepalend zijn voor verspreiding en kwaliteit van habitattypen en leefgebieden.
2. Aan de hand van de LESA kunnen systeemgebonden knelpunten worden geïdentificeerd, die de realisatie van instandhoudingsdoelstellingen belemmeren.
3. De LESA vormt de grondslag voor het identificeren van doeltreffende (systeemgerichte) maatregelen om instandhoudingsdoelen te realiseren.
4. Op basis van de LESA én de instandhoudingsdoelstellingen voor het N2000-gebied wordt vastgesteld of maatregelen noodzakelijk zijn. Daarbij wordt de ruimtelijke en temporele samenhang tussen habitattypen, leefgebieden en hun doelstellingen geanalyseerd. Door gezamenlijke knelpunten te identificeren, kunnen gerichte maatregelen worden bepaald en geprioriteerd in ruimte en tijd om de doelen te realiseren.

4.1.2 Wetenschappelijke basis voor de LESA

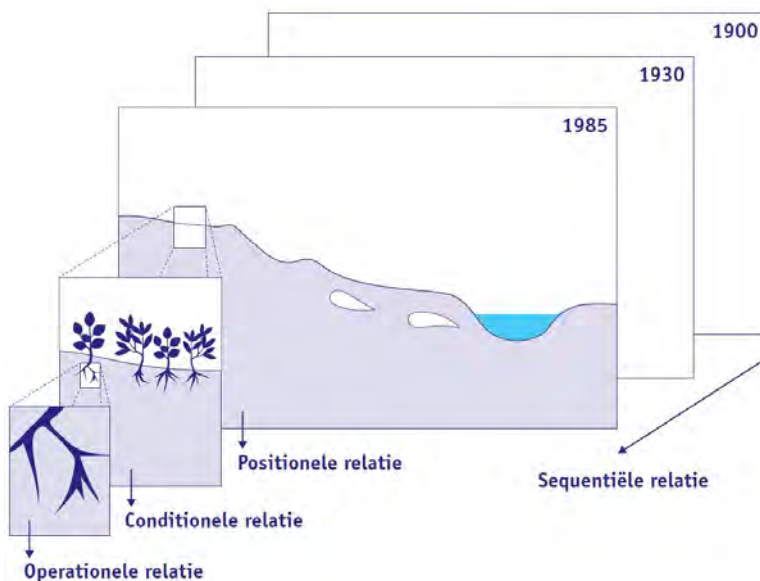
De habitattypen en de leefgebieden in N2000-gebieden zijn onderdeel van het landschap. In het landschap liggen (hoogte)gradiënten, waarlangs habitattypen en leefgebieden voorkomen in kenmerkende opeenvolgingen. Habitattypen (en de plantengemeenschappen waaruit ze zijn samengesteld) bezetten een standplaats die voor elk habitatype bestaat uit een kenmerkend bereik van standplaatsomstandigheden (standplaatscondities). De meest bepalende omstandigheden zijn grondwaterregime (vochttoestand), pH/basenverzadiging (zuur-basetoestand) en trofie (voedselrijkdom) en beheer (Limpens et al. 2013). Het zijn de abiotische processen op landschapsschaal die richtinggevend zijn voor die kenmerkende bereiken van die set van standplaatscondities. De volgordes of kenmerkende posities in een gradiënt van habitattypen en leefgebieden geven dus ook informatie over de abiotische omstandigheden langs die gradiënt en hoe die binnen de gradiënt veranderen (Van der Maarel 1976).

De processen binnen een landschap worden gedreven door factoren die elkaar beïnvloeden volgens een bepaalde hiërarchie of rangorde. Deze hiërarchie is samengevat in het zogenoemde rangordemodel (Bakker et al. 1981; Figuur 4-1). Deze beïnvloeding is wederzijds, maar in de regel van ongelijk belang: een factor van een hogere orde heeft meer invloed op een factor van lagere orde dan andersom. Dit denkmodel is leidend in een LESA. De paragraaf-indeling om toe te werken naar een synthese is er dan ook op gebaseerd. Om praktische, narratieve redenen is de volgorde waarin de factoren worden behandeld iets aangepast.

Op de standplaats heersen factoren of -condities die op de plantengroei direct werkzaam zijn, de zogenoemde 'operationele' factoren (Figuur 4-2; Van Wirdum 1979), zoals nutriënten- en vochtbeschikbaarheid. Deze operationele factoren worden gestuurd door zogenoemde 'conditionele' factoren (Van Wirdum 1979) zoals de zuurgraad in de wortelzone, het zuurstofgehalte van de bodem en het bodemtype, die op hun beurt weer in belangrijke mate worden bepaald door de waterstand en de chemische samenstelling van het grondwater. Deze conditionele factoren worden op hun beurt bepaald door de positie die ze innemen in het landschap, de zogenoemde 'positionele' factoren (Van Wirdum 1979). Deze positie bepaalt welke abiotische processen (in lucht, ondergrond en water) sturend zijn bij de totstandkoming van de conditionele factoren. Ten slotte onderscheidde Van Wirdum (1979) factoren die in het verleden zijn opgetreden maar ook nu nog van invloed zijn op de standplaats, de zogenoemde 'sequentiële' factoren. Een LESA richt zich op deze positionele en sequentiële factoren of anders gezegd onderzoekt relaties op landschapsschaal en de veranderingen daarin in de tijd.



Figuur 4-1 Het rangordemodell volgens Bakker et al. (1981).



Figuur 4-2 Relaties op verschillende schaalniveaus naar Van Wirdum (1979). Overgenomen uit Jalink & Jansen (1995).

4.2 Synthese

4.2.1 De ontstaansgeschiedenis van het Fochteloërveen

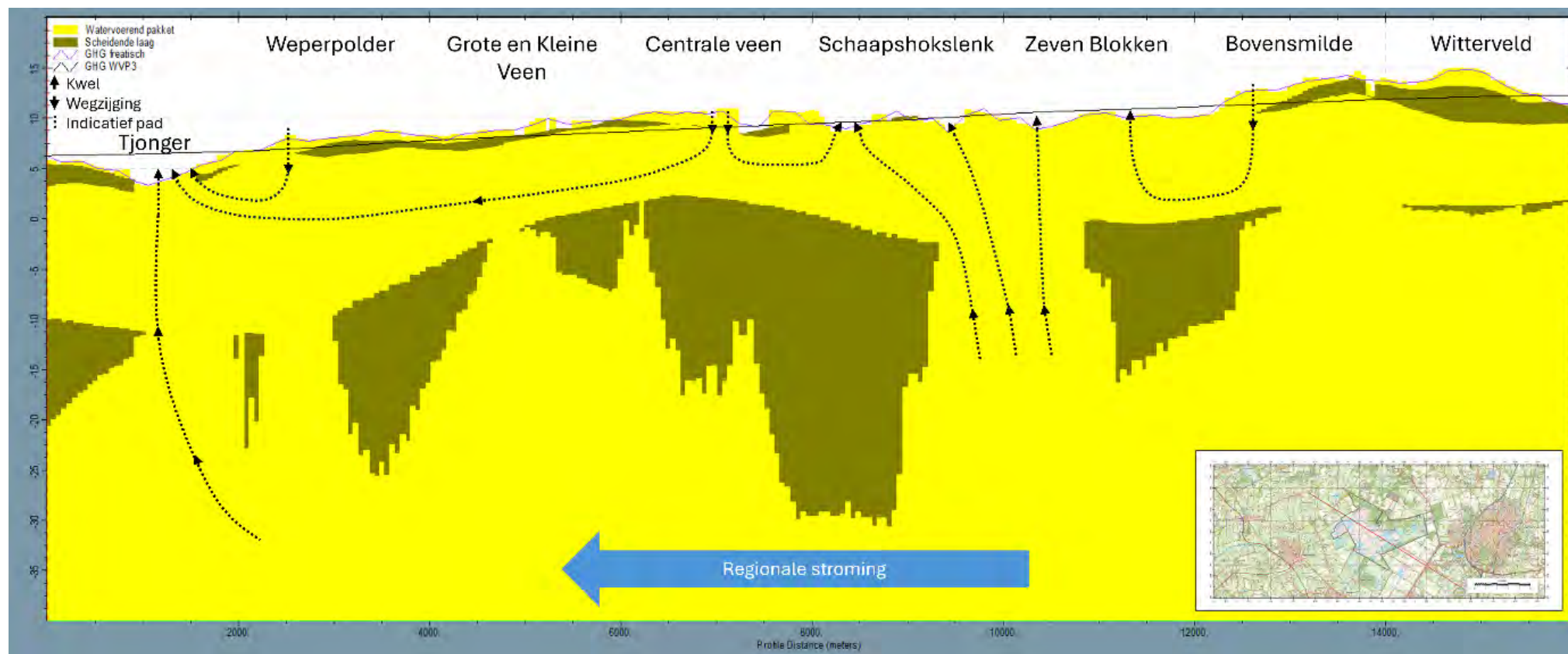
Het Fochteloërveen bevindt zich op de flank van het Drents Plateau op de overgang naar de beekdalen van Tjonger, Groot Diep en Slokkert, in de oksel van twee grote ruggensystemen (Figuur 11-2). In zo'n positie in het landschap ontstaan in lagere delen makkelijk natte omstandigheden, onder invloed van stagnerend regenwater en het uittreden van grondwater. Het diepe grondwater uit het derde watervoerende pakket stroomt in noordwestelijke richting (Figuur 11-10).

Door de gradiënt in stijghoogte die regionaal gezien afneemt vanaf zuidoost naar noordwest, kan grondwater vanuit het tweede en derde watervoerende pakket uittreden aan maaiveld wanneer de stijghoogte in deze diepere watervoerende pakketten hoger is dan het maaiveld. Of dat gebeurt en in welke mate is afhankelijk van de aanwezigheid van potklei en keileem en de weerstanden die deze slecht doorlatende lagen bieden tegen een opwaartse grondwaterstroming, ofwel een opwaartse (kwel)flux. Waar deze lagen ontbreken of dun zijn is de flux groter, voor potklei zie Figuur 11-11 en Figuur 11-15 en voor keileem Figuur 11-21 en Figuur 11-22.

Kwel vanuit het derde watervoerende pakket onder de potklei trad op in de beekdalen (het dal van het Grootdiep, de bovenloop van de Tjonger, de oorsprong van de Slokkert), maar ook in de Zeven Blokken, daar waar de potklei (en ook keileem) ontbreekt (Figuur 11-15). Daarnaast trad grondwater uit het tweede watervoerende pakket uit op laaggelegen plaatsen waar een (dik) keileempakket ontbreekt, namelijk het Esmeer (een pingo), de Schaapshokslenk, het Kleine Veen en polder Ravenswoud (Figuur 11-22).

Op zulke grondwatergevoede plekken kon grondwatergevoed veen gaan groeien, dat tijdens het bodemkundig transectonderzoek in diverse laagten is aangetroffen (zie paragraaf 11.6.5: Figuur 11-52 ten noorden van het Groot Veen, Figuur 11-54 voor het Kleine Veen en Figuur 11-56 voor de Schaaphokslenk). Ook de uitkomsten van Quik et al. (2023) bevestigen dat de veenvorming in laagten is begonnen. In grotere laagten, zoals in de tegenwoordige polder Ravenswoud en De Zeven Blokken, ontstonden uiteindelijk de dikste veenpakketten, aangezien hier nauwelijks verticale waterverliezen konden optreden, zoals ook blijkt uit het onderzoek van Worst (in prep., zie 9.9.1). Dat onderzoek bevestigt eveneens het voorkomen van grondwatergevoed veen in Pleistocene depressies; daar begon de eerste veenvorming onder invloed van grondwater. Soms, zoals in polder Ravenswoud, werd in het 19^e eeuwse onderzoek naar veendikten de zandondergrond zelfs niet bereikt. Daarom zal het areaal met grondwatergevoed veen nog groter zijn geweest dan de 19^e eeuwse bronnen tonen.

Om grondwatergevoede omstandigheden te krijgen voor veenvorming via het grondwater, kan afgeleid worden dat de stijghoogten in de ondergrond veel hoger moeten zijn geweest dan de huidige. Dat gaat over ordegrootte van 0,5 tot 1,0 meter, mogelijk 1,5 meter.



Figuur 4-3 Doorsneden noordwest naar zuidoost over het Fochteloërveen met veronderstelde functioneren van de diepere grondwatersystemen ten tijde van het begin van de veenvorming.

De grondwatergevoede veenvorming in de laagten werd bevorderd door het natter wordende klimaat en de daarmee samenhangende stijging van de grondwaterspiegel sinds het begin van het Holoceen, vooral gedurende het Atlanticum. Deze veenvorming zorgde voor een geremde afvoer van water, waardoor ook de hogere gronden geleidelijk verder vernatten (Figuur 11-45). Daarmee kwam de veenvorming in grote delen van het Fochteloërveen pas laat op gang. Dat blijkt ook uit de afwezigheid/ grote zeldzaamheid van het oudere zwartveen. Het hoogveenvormende veenmosveen dat in het studiegebied werd gevormd bestaat (vrijwel) volledig uit jong veenmosveen of witveen dat vanaf 500 v. Chr. werd gevormd. De basis van het Fochteloërveen kan vanuit hydrogenetisch opzicht dan ook getypeerd worden als een zogeheten vermorsingsveen (Succow & Joosten, 2001; Quik et al., 2023). Het eerste, steeds dikker wordende grondwatergevoede veen ontwikkelde zich tot een hoogveen door een steeds groter wordende invloed van regenwater. Vanuit de grondwatergevoede laagten ontwikkelden zich meerdere hoogveenkernen. Hierdoor werd de omgeving natter en zuurder en raakten de humus- en ijzerrijke inspoelingshorizonten (B-horizonten) van podzolen verkit. Door deze verkitting kon regenwater steeds moeilijker infiltreren waardoor veenmossen direct over de zandondergrond heen konden groeien en zich dikke pakketten jong veenmosveen konden vormen. Aldus zijn verschillende hoogveenkernen vermoedelijk aaneengegroeid.

De paleogeografische kaarten (Figuur 11-74) bevestigen het hierboven geschetste beeld. Aan het einde van het Atlanticum (2850 voor Chr.) was al een uitgestrekt veengebied ontstaan in het oosten (De Zeven Blokken, polder Ravenswoud en in de Schaapshokslenk) onder invloed van uittredend grondwater uit het tweede en/of derde watervoerende pakket. De veenvorming was ook goed op gang gekomen in de bovenlopen van de Tjonger en het Groot Diep, net als in polder Ravenswoud. Daarna ontstond in andere delen van het Fochteloërveen geleidelijk grondwatergevoed veen, onder andere in het Kleine Veen en aan de noordzijde van het Grote Veen. De bodemkundige doorsneden en toelichting zijn beschreven in hoofdstuk 11.7; waarbij zeggeveen, riet-zeggeveen en moerasbosveen (restveenpakket) en ondergronden met een AC-profiel met een gytja of bruine leem als veenbasis aangeven dat het veen hier grondwatergevoed is ontstaan.

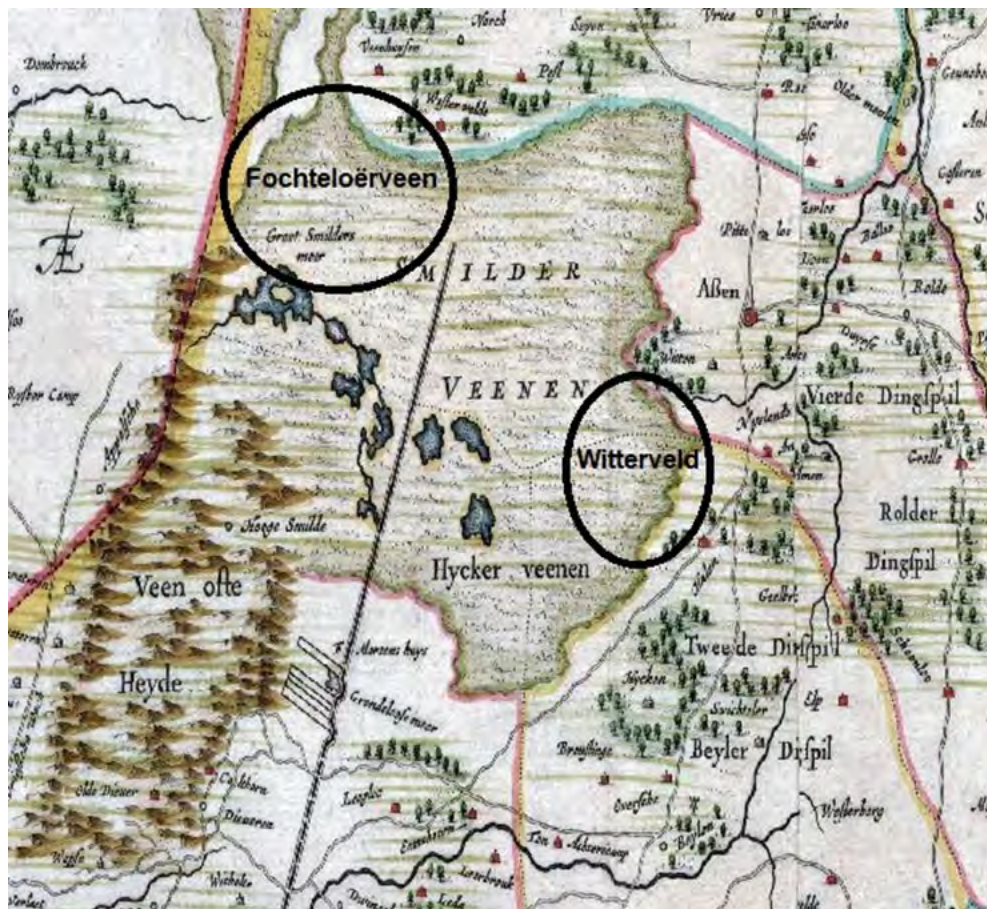
4.2.2 Het hoogveenlandschap voor zijn ontginning

Ten tijde van de maximale veenomvang (ca 1000 n.C. volgens de paleografische kaarten, Figuur 11-74) is het Fochteloërveen onderdeel van de veel grotere Smilder Veenen, een uitgestrekt, weinig door mensen beïnvloed hoogveenlandschap (Figuur 4-4). In dat landschap werd water vastgehouden en vond langzame afstroming plaats waar bij het ontbreken van weerstand sprake was van wegzijging (Figuur 4-5).

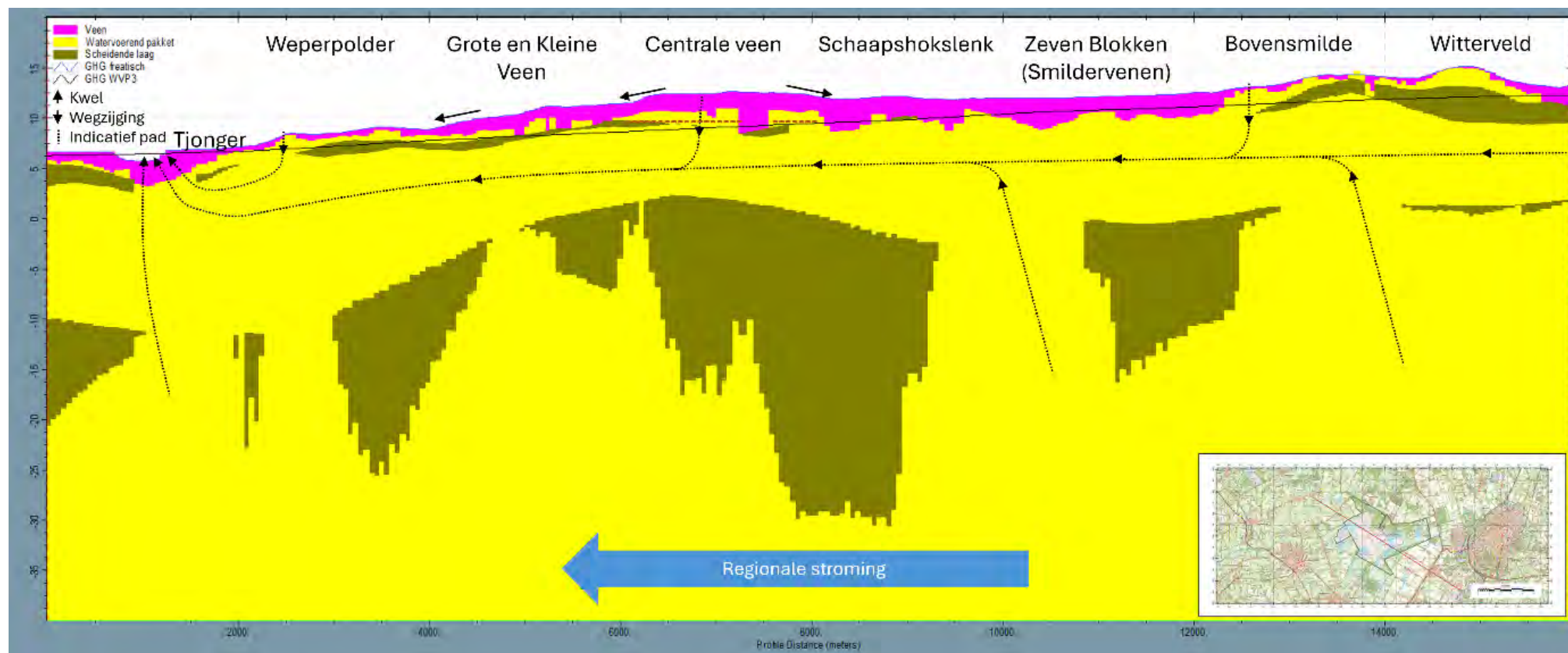
Een intact hoogveenlandschap bestaat naast hoogveenkoepels ook uit overgangen naar het omringende minerale landschap (Figuur 4-6). Dat zich vanuit verschillende laagten met grondwatergevoed veen een uitgestrekt hoogveenlandschap wist te ontwikkelen, de Smilder Veenen, zou kunnen betekenen dat meerdere hoogveenkoepels voorkwamen en dat in die koepels een acrotelm was ontwikkeld. Immers, een actief ofwel groeiend hoogveen zonder een acrotelm bestaat niet. De ligging van die verschillende koepels is niet te reconstrueren, maar duidelijk is dat afzonderlijke kleinere hoogveenkoepels naar elkaar toegroeiden en een uitgestrekt hoogveenlandschap vormden (Quik et al., 2023). Of er tussen de hoogveenkoepels meren en soaks lagen, is niet duidelijk maar wel aannemelijk. Op de 17^e eeuwse kaart van Pijnacker (Figuur 4-4) staan verschillende meren die via een beekje verbonden zijn, wat zou kunnen duiden op een serie van onderling verbonden soaks tussen twee hoogveenkoepels.

Alleen in deze (mogelijk aanwezige) soaks tussen verschillende hoogveenkoepel en in de lagg (zie hoofdstuk 3) d.w.z. langs de randen van het hoogveen, trad nog grondwater uit (Figuur 4-5). De veenbasis, waarin grondwater uittrad toen de veenvorming begon, staat nog wel in contact met het grondwater, maar dat grondwater bereikt het maaiveld niet meer aangezien zich tussen de veenbasis en het maaiveld inmiddels een dik pakket regenwatergevoed hoogveen heeft ontwikkeld.

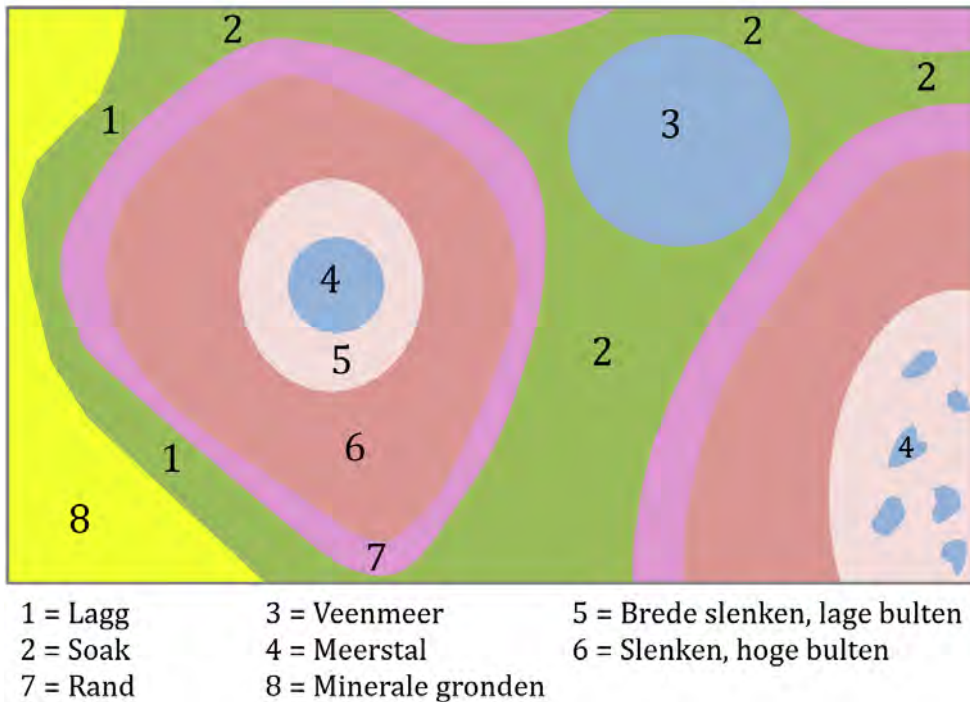
Waar lagen die randen van het vroegere hoogveen(landschap), waarvan het Fochteloërveen een restant is? In het oosten is in het Witterveld een hoogveendorand van ontginning gespaard; de aangrenzende lagg is wel ontgonnen (Jansen et al., 2021; Versluijs et al., 2022). In het noorden en westen bevond de lagg zich op grote afstand (twee kilometer of meer) van het hoogveen, waarvan het tegenwoordige hoogveendorand Fochteloërveen deel uitmaakte (zie 9.9.1). Die lagg kan worden gesitueerd langs het Grootdiep en diens bovenlopen, ter hoogte van de Hauler Veenpolder, bij de Tempelstukken en bij de Slokkert (Vledders). De lagg bestond vermoedelijk overwegend uit begroeiingen van basenarme standplaatsen, aangezien hier naar aller waarschijnlijk basenarm grondwater uit het tweede watervoerende pakket uittrad.



Figuur 4-4 Uitsnede van de historische kaart Drenthe (Pynacker, 1634) met hierop een indicatieve ligging van Natura 2000-gebieden het Fochteloërveen en Witterveld, die beide ooit onderdeel waren van de Smilder Veenen.



Figuur 4-5 Veronderstelde grondwaterstroming ten tijde van de maximale uitbreiding van het intacte hoogveenlandschap (circa 1000 na Chr.).



Figuur 4-6 Schematische weergave van een intact hoogveenlandschap (boven; Jansen, 2019).

Naar hoe de flora, vegetatie en fauna van dit hoogveenlandschap eruitzagen kunnen we alleen maar raden op basis van nog complete referentiehoogvenen in het buitenland en de schaarse beschrijvingen die overgeleverd zijn van Nederlandse hoogvenen voordat ze werden ontgonnen (zie hoofdstuk 3; Jansen et al., 2019). We weten dat slechts weinig planten en dieren zijn aangepast aan de natte, zure en voedselarme omstandigheden van hoogvenen. In de hoogveenkernen leven echte specialisten (Keetlaar et al., 2019). Op de eerste plaats gaat het om verschillende soorten veenmos, die als ecosysteemingenieurs functioneren; zij zorgen ervoor dat zich een acrotelm ontwikkelt en dat die in stand blijft. Daarnaast zijn plantensoorten als lavendelhei, kleine veenbes en witte snavelbies, echte (hoog)veenspecialisten, net als de diersoorten veenhooibeestje, noordse glazenmaker, hoogveenglanslibel, bosruiter en goudplevier. Langs de steilere rand waar de laterale waterafvoer onder groter verval optreedt zullen soorten die indicatief zijn voor laterale waterbeweging, zoals wilde gagel en beenbreek, zijn voorgekomen, net als, gebaseerd op de vegetatiegradiënt in het Witterveld, ook veenmosrijke natte heiden met veel eenarig wollegras (Versluijs et al., 2022). In een intact hoogveenlandschap zorgen de gradiënten van hoogveen naar grondwatergevoed veen en van hoogveen naar de minerale gronden voor een grote floristische en faunistische diversiteit (Jansen & Grootjans, 2019).

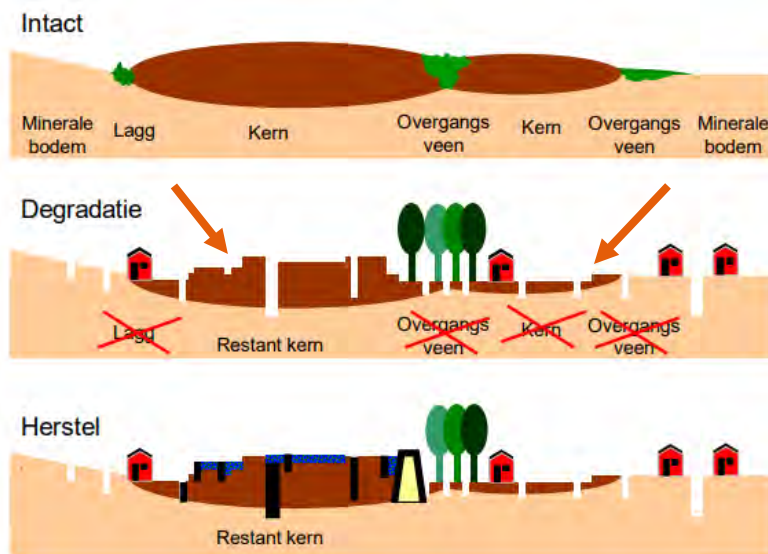
4.2.3 Huidige systeemfunctioneren

4.2.3.1 Een gedegrademd hoogveenrestant

Het Fochteloërveen is samen met het Witterveld een restant van het vroegere hoogveenlandschap van de Smilder Veenen. Het is een gedegrademd of herstellend hoogveen. Het Fochteloërveen beslaat circa 1/10 deel van dat vroegere uitgestrekte hoogveenlandschap van de Smilder Veenen, dat door veenwinning en de daaropvolgende ontginning voor de landbouw grotendeels is verdwenen (paragraaf 11.8). Ook binnen het restant getuigen wijken, sloten, wegen en bosaanplanten van ontginning. Zelfs in de best ontwikkelde delen tonen greppels van de 19^e eeuwse boekweitbrandcultuur vroegere menselijke invloed.

Het vroegere actieve hoogveen heeft een metamorfose ondergaan (Figuur 4-7). Het huidige hoogveenrestant is amper vergelijkbaar met een actief hoogveen; de zelfregulatiemechanismen met bijbehorende structuren, en veenvormende vegetatie die essentieel zijn voor het functioneren van een actief hoogveen (Joosten & Couwenberg, 2019), zijn verdwenen. In het bijzonder de acrotelm als fundamentele structuur die zorgt dat deze mechanismen kunnen functioneren.

Het restveenpakket is ernstig verdroogd. De vegetatie van grote delen van het Fochteloërveen werd dan ook gedomineerd door pijpenstrootje. Ook na het nemen van de vele herstelmaatregelen vormt dit gras nog eenvormige begroeiingen, ondanks de forse toename van veenmossen. Dit gras heeft eerst geprofiteerd van de sterk toegenomen waterstandfluctuaties door ontwatering en vervolgens - sinds de jaren 1980 - ook van een hoge stikstofdepositie. Het hoogveenrestant heeft geen verbinding met zijn (vroegere) lagg. De afstand van de oude rand van het hoogveen-landschap tot de huidige grenzen van het Natura 2000-gebied bedraagt circa 2 à 3 kilometer. De landschapsecologische gradiënt van hoogveen naar lagg met bijbehorende planten, vegetatie en dieren is dus verdwenen. Dankzij het actieve beheer is vrijwel geen bos ontstaan en is het gebied grotendeels open. Die grote mate van openheid is kenmerkend voor Atlantische hoogvenen (Joosten et al., 2017).

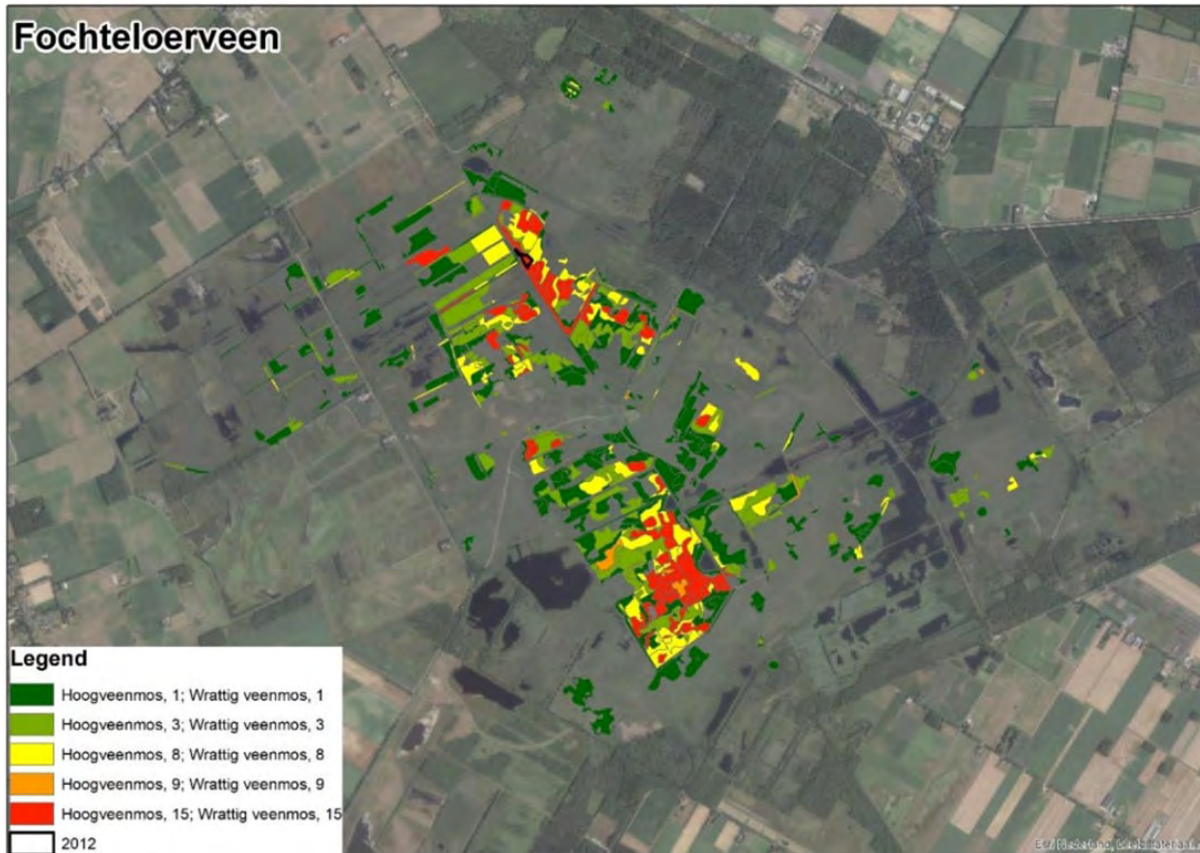


Figuur 4-7 Schematische weergave van een aangetast hoogveenrelict ten opzichte van intact hoogveen, waarin andere elementen uit het hoogveenlandschap zijn verdwenen (middelste plaatje) en een schematische weergave van de herstelstrategie van een hoog in het landschap gelegen hoogveenrelict (onderste plaatje). Voor de Smilderveen geldt dat het overgrote deel van dat hoogveenlandschap is afgegraven en in cultuur is gebracht. De restanten (rode pijlen in middelste deelfiguur) liggen in de linker hoogveenkoepel een stuk rechts van de lagg en in de rechter koepel geheel rechts (Witterveld). Bron: Van Duinen et al. (2011).

4.2.3.2 Kwaliteitsverbetering door herstelmaatregelen

De afgelopen decennia zijn heel veel herstelmaatregelen getroffen in het Fochteloërveen, die op veel plekken tot een aanzienlijke kwaliteitsverbetering van de vegetatie hebben geleid (zie paragraaf 11.8; Douwes & Straathof, 2019; Jansen et al., 2013; Van Duinen et al., 2021). De veenmosbedekking is aanzienlijk toegenomen. De best ontwikkelde hoogveenbegroeiingen met bultvormende veenmossen zijn te vinden in het centrale compartiment, op de twee plekken met dikkere veenpakketten (Figuur 4-8). In de hoogveenkern is een klein oppervlakte van het habitatype actief hoogveen (H7110_A) vastgesteld (Jansen et al., 2013). Op de overgang van het hoogveenrestant naar de buffers is een nieuw type, voorheen in Nederland niet bestaande gradiënt ontstaan: van hoogveen naar dynamisch moeras. Die dynamische moerassen met veel open water en met her en der wilgenstruwelen en (water)riet herbergen vele bijzondere en bedreigde broedvogelsoorten en slapen er grote aantallen wintergasten. Ook hebben er zich verschillende plantensoorten van zachte wateren gevestigd, die aangeven dat plaatselijk zwak gebufferd, mineraal grondwater toestroomt.

Daarnaast is het Fochteloërveen een refugium geworden voor veel bijzondere planten- en diersoorten in een verder ontgonnen landschap. Kraanvogel, wilde zwaan, zeearend en grauwe klauwier, hebben zich als broedvogel gevestigd, en paapje en veenhooibeestje – soorten waarvoor het Fochteloërveen een van de belangrijkste refugia in Nederland is – hebben zich weten te handhaven of hervestigen, hoewel hun voorkomen onder druk staat.



Figuur 4-8 Bedekking van hoogveenveenmos en Wrattig veenmos in het Fochteloërveen in de vegetatiekartering van 2020 en de locatie met habitattypen actief hoogveen in 2012 (zwarte vlak in het Grote Veen). Bron: Van Duinen et al. (2021).

Dankzij de getroffen herstelmaatregelen, vooral de compartimentering, zijn vooral in het centrale compartiment (de huidige hoogveenkern) en plaatselijk in het Kleine Veen de hydrologische omstandigheden sterk verbeterd: over aanzienlijke oppervlakten bevinden de waterstanden zich aan maaiveld en bedragen de fluctuaties minder dan 30 cm bij GHG's aan of om en nabij maaiveld. Zulke hydrologische omstandigheden zijn gunstig voor de ontwikkeling van een acrotelm (Schouten, 2002). In 2013 kon een kleine oppervlakte van het habitattypen actief hoogveen (H7110_A) worden vastgesteld (Jansen et al., 2013). Maar het habitattypen is kwetsbaar en de voorkomens lijken voornamelijk nog niet stabiel, (mede) onder invloed van de extreme droogte van 2018 -2020 en lekkende kades (Van Duinen et al., 2021). Tegelijkertijd zijn er ook positieve ontwikkelingen, zoals de forse uitbreiding van bultvormende veenmossen in het centrale compartiment (Van Duinen et al., 2021), waar in 2021 bovendien twee kleine stukken actief hoogveen van samen 0,11 ha konden worden gekarteerd. Er treden in de best ontwikkelde delen dus zowel positieve en hoopvolle als negatieve ontwikkelingen op, waaruit blijkt dat de hydrologische omstandigheden voor voortgaande actieve hoogveenvorming in het centrale compartiment nog onvoldoende stabiel en robuust¹ zijn.

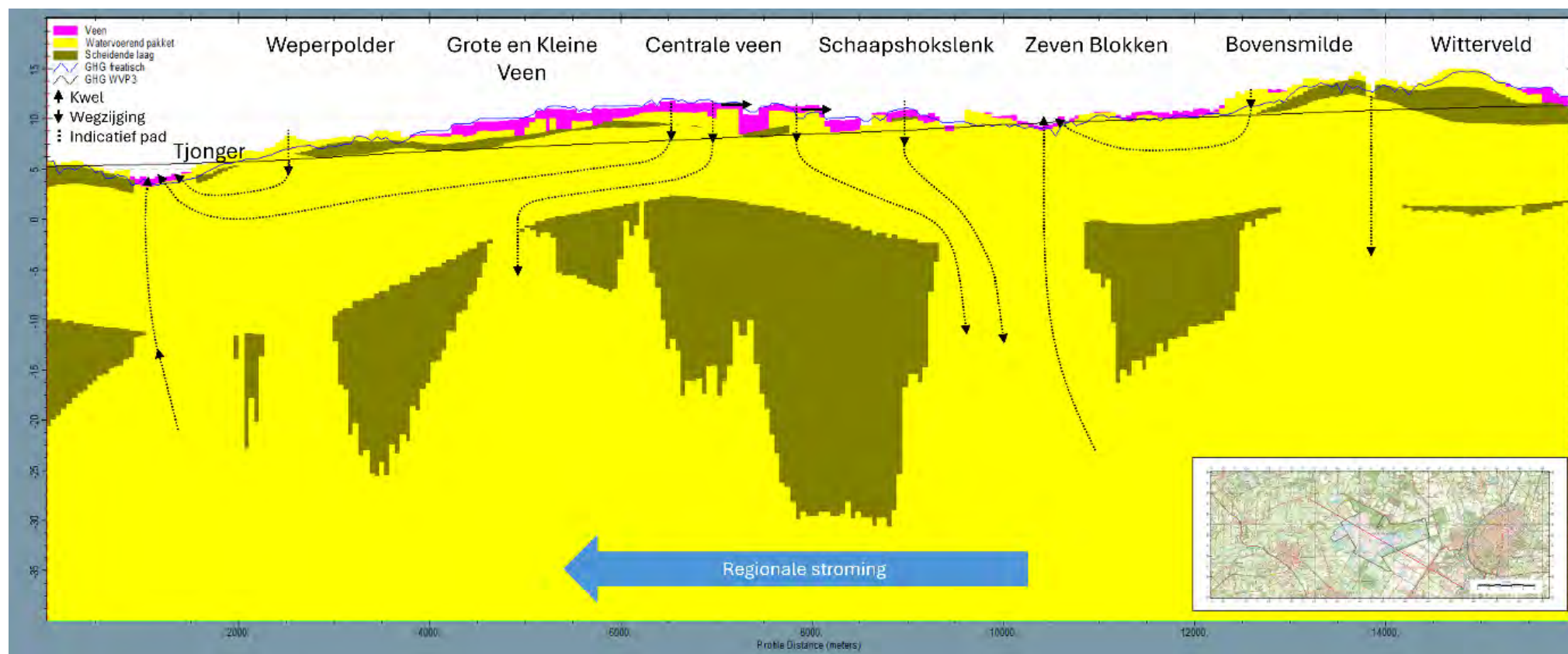
4.2.3.3 Huidig hydrologisch functioneren

Ondanks alle genomen herstelmaatregelen zijn buiten het centrale compartiment de waterstanden op de meeste plaatsen te laag en/of de waterstandsfluctuaties (veel) te groot voor herstel van een acrotelm, een voorwaarde voor hoogveenvorming.

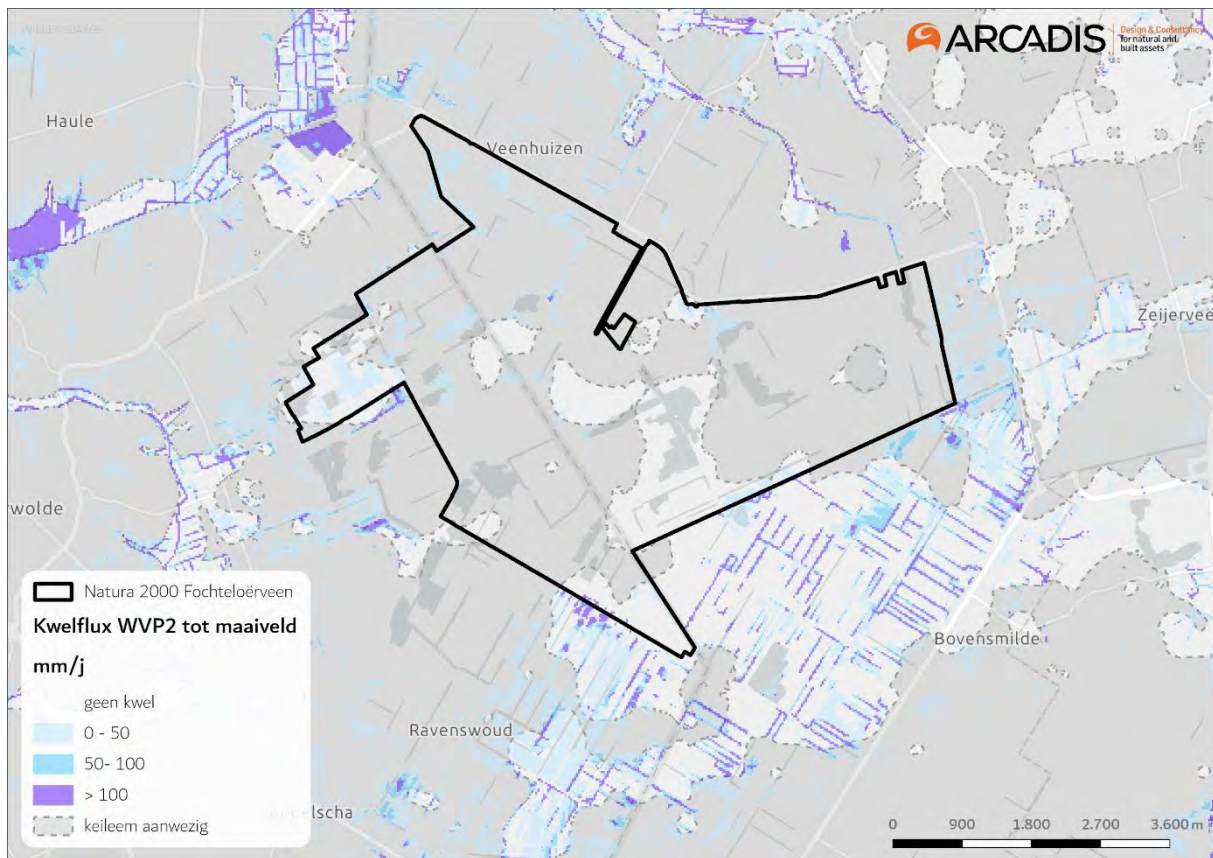
De tegenwoordige stijghoogte van het grondwater uit het derde watervoerende pakket (Figuur 4-9) is vergeleken met het intacte Middeleeuwse hoogveenlandschap fors gedaald (Figuur 4-5). Ze reikt in het overgrote deel van het hoogveenrestant niet meer tot in of vlak onder de veenbasis zoals dat wel gebeurde ten tijde van het intacte hoogveenlandschap. Daardoor is de wegzijgingsintensiteit vanuit het hoogveenrestant fors toegenomen, zeker in de delen waar keileem ontbreekt als scheidende laag.

¹ Onder robuust verstaan wij: het veensysteem kan tegen een stootje en is derhalve veerkrachtig.

De beste situaties doen zich nu voor ter hoogte van het Grote en Kleine Veen en tussen Centrale Veen en Schaaphokslenk. Daar reikt de diepe stijghoogte nu tot in de onderzijde van de keileem (Figuur 4-9), terwijl ze in het intacte hoogveenlandschap over grote lengtes tot in of boven de keileem en tot in de veenbasis reikte (Figuur 4-5). Diepe stijghoogten tot in of boven maaiveld bevinden zich nu (nog steeds of weer) in de bufferzone bij de Zeven Blokken en in het dal van de Tjonger (Figuur 4-9).



Figuur 4-9 Veronderstelde grondwaterstroming in de huidige situatie, gebaseerd op de uitkomsten van het grondwatermodel.



Figuur 4-10 Het jaargemiddelde beeld van de kwelflux over de (gaten in de) keileem dat reikt tot aan het freatisch pakket. Op andere plaatsen is wegzijging over de keileem of teveel tegendruk/weerstand in het freatisch pakket. Bron: ontwikkelde grondwatermodel.

In beide gebieden treedt grondwater uit, dat afkomstig is uit het tweede en/of derde watervoerende pakket. Kwel vanuit het watervoerende pakket onder de keileem (Figuur 4-10) treedt op daar waar keileem ontbreekt of diepe watergangen door de keileem zijn heen gegraven: het dal van de Slokkert polder Ravenswoud, de Zaagtand, De Zeven Blokken, boswachterij Veenhuizen en het landbouwgebied bij Veenhuizen, langs de Drentse weg, in en om het Kleine Veen (zowel in het landbouwgebied als in de buffers) en in Tachtig Bunder/Grootdiep.

Figuur 4-10 laat zien dat in het Kleine Veen en in de hoogveenkern plaatselijk positieve grondwaterdruk optreedt (kwelflux). Deze grondwaterdruk is een gevolg van opwaarts bewegend grondwater vanuit het tweede watervoerende pakket (positieve flux) over de keileem (Figuur 4-10). De herkomst is deels vanuit het grondwaterpakket zelf (dus water van verderweg), maar betreft ook lokaal grondwater dat in compartimenten met een hoog peil infiltreert door de keileem en in enige mate weer uittreedt (door de keileem) in een compartiment met een lager peil achter de kade. Door de compartimentering is een cascade van lokale infiltratie- en kwelzones ontstaan binnen een groter grondwatersysteem waarin wegzijging van (veen)grondwater naar de ondergrond domineert.

Hoogvenen zijn van nature immers infiltratiegebieden, aangezien de hoogveenkoepel boven zijn omgeving uitrijst. Naast verdamping verliezen ze water via laterale afvoer en door wegzijging naar de minerale ondergrond. In een functionerend actief hoogveen bedraagt die wegzijging hooguit enkele tientallen millimeters per jaar. Streefkerk & Casparie (1987) leggen de grens bij 40 mm/jaar; in deze studie hebben wij een wat ruimere grens van 50 mm/jaar gehanteerd. Ook in een gedegradeerd of herstellend hoogveen, waarvan het veen als een blok (ver) boven zijn omgeving uitsteekt, treedt infiltratie op maar vaak in grotere mate (met hogere intensiteit). De vraag is in welke mate en wat dat betekent voor hoogveenherstel?

Uit de waterbalansen voor grond- en oppervlaktewater, die tijdens deze studie voor vier deelgebieden werden opgesteld, blijkt dat in de huidige situatie de wegzijging vanuit het veenpakket naar de zandondergrond veel te groot is. Daardoor ligt de GLG op verschillende plaatsen onder de veenbasis d.w.z. in het dekzandpakket (eerste watervoerende pakket) onder het veen (Figuur 11-25).

Binnen het hoogveen zijn de wegzijgingsverliezen in de deelgebieden Friese buffer (inclusief Kleine Veen) en de hoogveenkern circa 1,5 tot 3 keer hoger dan in een actief hoogveen, en die in de deelgebieden Norger Petgaten en buffer De Zeven Blokken zelfs 4 à 5 keer hoger. Het hoogveen verliest (nog veel te veel) water naar zijn minerale ondergrond, in het bijzonder op plaatsen met een wat beter doorlatende veenbasis van gyttja's of dunne (kei)leemlagen. Deze (veel) te grote wegzijging naar de zandondergrond wordt veroorzaakt door de grote peilverschillen van het hoogveenrestant met zijn diep ontwaterde omgeving. Die diepe ontwatering is op de eerste plaats het gevolg van de hoogveenontginning op die plekken. Na de Tweede Wereldoorlog werden in het kader van ruilverkavelingen, landinrichtingen en peilbesluiten de wintergrondwaterpeilen nog verder verlaagd, terwijl ze 's zomers op een hoog/ hoger niveau worden gehouden door wateraanvoer vanuit de Drentse Hoofdvaart c.q. het IJsselmeer. Om die wegzijging te verminderen zijn tegen het hoogveenrestant verschillende buffers aangelegd. Desondanks is de wegzijging naar de zandondergrond nog steeds te groot.

Dankzij de compartimentering met bijbehorende trapsgewijs ingestelde peilen komt de mate van laterale afvoer ten westen van de Bonghaar wél dicht in de buurt van die van goed functionerende hoogvenen, hoewel de peilverschillen tussen de compartimenten hier en daar nog groot zijn. Verder wordt binnen het gecompartmenteerde deel procentueel beschouwd zelfs iets meer water geborgen dan in een actief hoogveen.

Op andere plaatsen werken bufferzones nog niet optimaal. De bufferzone aan de kant van de Zeven Blokken (compartimenten 21A, 21B, 21C) heeft een peil dat een meter lager is dan de naastliggende compartimenten, waardoor het amper als hydrologische bufferzone functioneert. Ook het Compagnonsveld (compartiment 17A, 17DE, 17F) functioneert niet als hydrologische bufferzone: de peilverschillen zijn te groot tussen de compartimenten, waardoor via de zandondergrond een sterke flux vanuit het veen naar de omgeving optreedt. Aan de zuidkant heeft ook het compartiment tussen de weg Fochtelooërveen en de Tachtig Bunder (compartiment 19A) een peil dat te laag is om tegendruk te bieden aan de compartimenten binnen het Natura 2000-gebied.

Wat betekent de gemiddeld genomen veel te grote verticale wegzijging naar de minerale ondergrond voor het beoogde hoogveenherstel? Het zorgt over grote oppervlakten voor een te snelle daling van de grondwaterstanden, waardoor de waterstanden 's zomers te laag zijn voor de vestiging, overleving dan wel groei van veenmossen. Zonder groeiende veenmossen, in het bijzonder bultvormende veenmossen die grofporig veen vormen, kan geen acrotelm ontstaan. Het steeds vaker optreden van extreem droge (voorjaren en) zomers onder invloed van klimaatverandering, zoals in 2018, 2019, 2020 en 2022, zal zorgen voor het regelmatig optreden van langere verdampingsperiodes zonder neerslag en daardoor voor nog eerder en dieper wegzakkende waterstanden.

Het zijn, naast stikstofdepositie, vooral deze ongunstige hydrologische omstandigheden die zorgen voor dominantie van pijpenstrootje en over grote oppervlakten nog (zeer) lage veenmosbedekkingen. Daardoor treden allerlei zogeheten positieve of degradatie versterkende terugkoppelingsmechanismen in werking die het ontstaan van een acrotelm op zijn minst bemoeilijken, maar veelal zullen belemmeren, zoals een toename van de verdamping (Schouwenaars et al. 2019), een afname van het poriënvolume van de veenlaag nabij maaiveld (minder berging), een grotere verdampingsreductie door de veenmossen en daling van de zomergrondwaterstanden. De hoge stikstofdepositie bevordert de groei van veenmossen totdat de veenmossen niet meer stikstof kunnen opnemen. De stikstof spoelt dan uit en komt beschikbaar voor dieper wortelende hogere planten, in het bijzonder pijpenstrootje en houtige gewassen (Limpens et al., 2019). Dit verklaart mede de hoge bedekking van pijpenstrootje, maar ook het optreden van boomopslag op plekken met permanent hoge grondwaterstanden d.w.z. niet dieper uitzakkend dan 30 cm onder de top van de veenmossen.

4.2.4 Een 21e eeuwse hoogveenlandschap

Herstel van het oorspronkelijke hoogveenlandschap van de Smilder Veenen is maatschappelijk ondenkbaar en onhaalbaar, alleen al omdat de ruimte daarvoor ontbreekt. De Nederlandse bevolking is sinds 1900 meer dan verdrievoudigd en het ruimtegebruik ingrijpend veranderd en geïntensiveerd. Tegelijkertijd ligt er vanuit Natura 2000 een maatschappelijke opdracht voor, kort samengevat (voor formele tekst van de kernopgaven zie 2.2.1):

- Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen (hoogveenlandschap).
- Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen in kansrijke situaties, met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen.
- Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen (hoogveenlandschap) inclusief lag-zones.

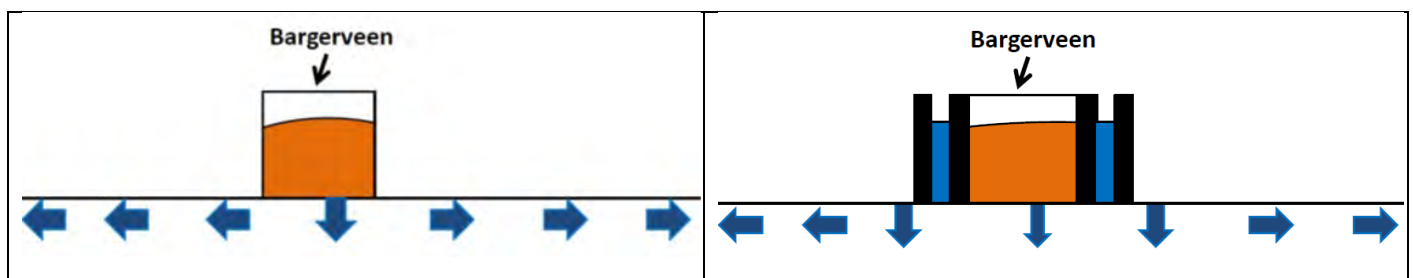
Bij realisatie van deze doelstellingen binnen het Natura 2000-gebied en zijn nabije omgeving zal er een ander hoogveenlandschap ontstaan dan het vroegere, dat ten offer viel aan veenwinning en ontginning. Dat hoogveenlandschap noemen we het hoogveenlandschap van de 21^e eeuw.

De contouren van zo'n landschap zijn als eerste voor het Bargerveen beschreven, het grootste Nederlandse hoogveenreservaat, door Grootjans et al. (2015). Later is dat door Jansen et al. (2019) ook gedaan voor de overige Nederlandse hoogveenrestanten. Het Bargerveen omvat, net als vermoedelijk het Fochteloërveen, nu slechts een klein deel van één hoogveenkoepel (Figuur 4-12-links en midden). Herstel hiervan tot een compleet hoogveenlandschap van meerdere hoogveenkoepels, laggs, soaks, meren en veenbeken, zoals dat halverwege de 19^e eeuw nog bestond is zoals gezegd, niet realistisch. Het hoogveenlandschap van de 21^e eeuw is veel kleiner dan het vroegere, dat grotendeels verdwenen is. Het centrum zal uit veen bestaan, waar op de meest gunstige plaatsen kleine kernen met veenvormende begroeiingen (zijn) ontstaan. Het hoogveenrestant is voor het overgrote deel gecompartmenteerd, waarbij de peilverschillen tussen de compartimenten gering zullen zijn om zo een geringe hellingshoek te creëren, net als in een niet-aangetast Atlantisch hoogveen (Van der Schaaf, 2002). Zo is een geleidelijke afvoer op een hoog niveau gecreëerd met geringe waterstandsschommelingen. Aan de randen bestaat het 21^e eeuwse hoogveenlandschap uit een stelsel van buffers op voormalige, afgegraven veenbodems met grote oppervlakten open water en is overmatige wegzijging naar de ondergrond sterk verminderd. Zo'n stelsel van buffers is een integraal onderdeel van het 21^e -eeuwse hoogveenlandschap, zoals we nu zullen toelichten.

Net als het Bargerveen is het hoogveenrestant Fochteloërveen een geïsoleerd, versneden hooggelegen blok te midden van een ontwaterde lage omgeving (Figuur 4-12-midden). Hoewel er ten tijde van de eerste verveningen nog steeds veenmosrijke begroeiingen voorkwamen, waaronder die van hoogveenbulten, werd het in de loop van de jaren 1970 duidelijk dat de kwaliteit (verder) achteruit zou blijven gaan als er niets zou worden ondernomen (Douwes & Straathof, 2019). Alleen ingrijpende maatregelen konden de aftakeling tot staan brengen en de situatie verbeteren.

Veel opties tot verbetering waren er niet. Het had geen zin om het hoge blok af te graven, om zo de waterstand dichterbij die van de omgeving te brengen en daarmee waterverliezen naar de intensief en diep ontwaterde omgeving te verminderen. Dat zou immers de nog goede hydraulische structuur van het overblijvende witveen (veen met een grote porositeit) vernietigen. Daarom werden er vanaf 1965 maatregelen genomen om water langer vast te houden in het veen door er dammetjes aan te leggen (Douwes & Straathof, 2019). Na de beëindiging van de veenwinning in 1980 werden kades met folieschermen aangelegd, later gevolgd door een fijnmaziger stelsel van kades met houten damwanden tot in de zandondergrond. Zo kwamen 40 compartimenten en 24,5 kilometer damwand tot stand, met tussen de compartimenten peilverschillen van hoogstens 50 cm.

Ondanks diverse plaatselijk, positieve ontwikkelingen bracht dit geen herstel op landschapsschaal. Om dat te bereiken waren en zijn maatregelen buiten het hoogveenrestant noodzakelijk om de effecten van buiten te kunnen bufferen. Het was technisch en ruimtelijk onmogelijk om de voormalige functionele veenstructuur van fijnmazige gecombineerde stagnatie (bulten) en berging (slenken en meerstallen) op landschapsschaal terug te brengen. Daarom werden deze functies ruimtelijk gescheiden door de aanleg van buffers met dammen en bassins. De dammen zorgen voor een betere stagnatiewerking dan het voormalige veen, terwijl bassins ruimtelijk effectiever water kunnen bergen dan het voormalige veen (Figuur 4-11).



Figuur 4-11 Het Bargerveen als restant van een voormalige hoogveenkoepel voor de aanleg van buffers (links) en het huidige Bargerveen met buffers. De buffers nemen de functie over van het verdwenen deel van de veenkoepel door de aanleg van dammen (zwart) - met een betere stagnatiewerking dan het voormalige veen - en van bufferbassins (blauw) - met een ruimtelijk effectievere waterberging dan het voormalige veen. Bron: Grootjans et al. (2015).

Doordat de dammen zeer weinig water doorlaten, stroomt het water niet te snel weg uit het hoogveenrestant, net als in de uitgestrekte zijdelingse veenpakketten vroeger. En net als deze uitgestrekte zijdelingse veenpakketten vroeger deden, zorgen de bufferbassins ervoor dat:

1. De verschillen in waterstandshoogte tussen hoogveenrestant en omgeving geringer zijn. Ze ondersteunen daarmee de kades die het zijdelingse waterverlies door en over het veenlichaam afremmen.
2. De waterstanden op deze lagere plekken zijn verhoogd, waardoor er minder water wegzijgt uit het hoogveenlichaam naar deze lagere plekken (zie de pijl in Figuur 4-11: onder het hoogveenrestant die smaller is vergeleken met de andere verticale pijlen; de wegzijging wordt deels overgenomen door de bassins).

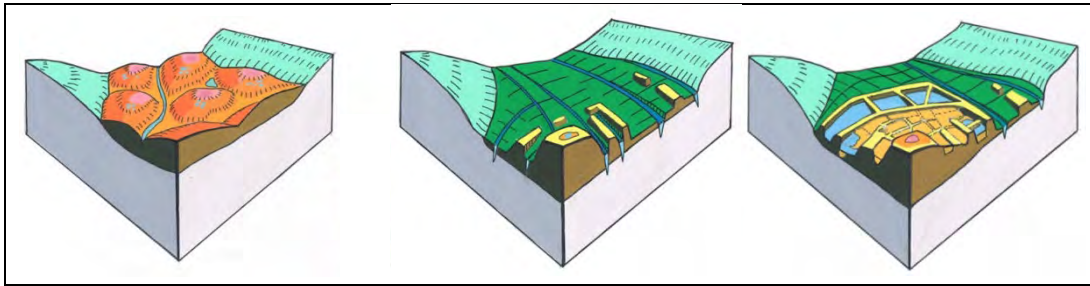
Compartimentering van het hoogveenrestant en de aanleg van een stelsel van adequaat functionerende buffers met hoge, getrapte peilen vormen de kern van het 21^e eeuwse hoogveenlandschap. Zoals in paragraaf 4.2.3 beschreven functioneren deze buffers goed aan de westkant van het Fochteloërveen, maar is aan de oost- en zuidkant nog verbetering in de hydrologische inrichting van de bufferzones te maken. Daarnaast zijn andere maatregelen nodig om een functioneel hoogveenlandschap van de 21^e eeuw te kunnen ontwikkelen conform de kernopgaven en doelstellingen van Natura 2000. Het gaat om het verhogen van de diepe stijghoogten en het dichtten van gaten in de keileem die ontstaan zijn bij het graven van diepe watergangen, om zo overmatige wegzijging tegen te gaan. Verhoging van de regionale drainagebasis zal het functioneren van de buffers bevorderen; het elimineren van niet-natuurlijke gaten in de keileem zal plaatselijk positief uitwerken op het grondwaterregime.

De groei van veenmossen zal bevorderd worden bij een geleidelijk steeds beter wordend hydrologisch regime. De keerzijde daarvan is dat de condities voor de groei van bomen en pijpenstrootje verslechteren en de verdamping zal afnemen. Daardoor treedt een zichzelf versterkend proces in werking waardoor de zomergrondwaterstanden verder zullen stijgen en steeds gunstiger omstandigheden voor de vorming van een acrotelm zullen ontstaan; het 21^e eeuwse hoogveenlandschap zal echter nog lang gekenmerkt zijn door grasrijke begroeiingen en kan alleen boomarm zijn doordat de terreinbeheerder boomopslag frequent blijft verwijderen. De brede kades die worden aangelegd zullen boomvrij blijven doordat ze in tegenstelling tot de vroegere goed maaibaar zijn. De verspreiding van invasieve exoten, in het bijzonder trosbosbes, zal aanzienlijk teruggedrongen zijn door te kaden jaarlijks te maaien. Hoe andere invasieve zich zullen ontwikkelen is met de huidige kennis niet te zeggen, maar het is niet uit te sluiten dat in nog niet optimaal herstelde delen grote veenbes een belangrijk aandeel zal innemen.

Voor het Fochteloërveen is de afstand van het hoogveenrestant en de omringende buffers tot de voormalige lagg te groot voor herstel van een compleet hoogveenlandschap. Via verbindingzones kan voor sommige soorten, maar niet voor het complete landschapsecologische systeem, de relatie tussen hoogveen en beekdal worden hersteld als nabootsing van de oorspronkelijke gradiënt van hoogveenkoepel naar lagg. Andersoortige, maar eveneens waardevolle gradiënten kunnen worden ontwikkeld tussen het hoogveenrestant en de buffers, onder voorwaarde dat dat niet ten koste gaat van het hydrologisch functioneren van de buffers i.c. het beperken van de wegzijging vanuit het hoogveenrestant naar de minerale ondergrond. Dat is hun primaire functie.

In de buffers rond het Fochteloërveen hebben zich sinds 2010 plaatselijk dynamische moerassen ontwikkeld met een hoge biodiversiteit. Gevarieerde, gradiëntrijke begroeiingen die in het niet tot weinig aangetaste hoogveenlandschap voorkwamen in de lagg en op overgangen van zand naar veen. De buffers zullen zich plaatselijk verder ontwikkelen en zijn in de toekomst onmisbaar voor veel diersoorten, die de hoogveenrestanten nu nog als wijkplaats gebruiken, maar door verdergaand hoogveenherstel onder druk zullen komen te staan.

Net als de meeste andere hoogveenrestanten, misschien met uitzondering van de diverse hoogveenrestanten in de Peel, ligt het Fochteloërveen geïsoleerd. De verbinding van het Fochteloërveen met andere hoogveenrestanten, in casu het Witterveld, het Bongeveen en het Bunnerveen, vraagt om een groot ruimtebeslag. Verbindingszones kunnen bijdragen aan het functioneren van het systeem, mits ze voldoende hoogveenkenmerken bezitten. Daarbij is het niet noodzakelijk dat deze zones een volledig hoogveenlandschap vormen; ook stapstenen en ecologisch geschikte verbindingen kunnen migratie en genetische uitwisseling tussen populaties ondersteunen.



Figuur 4-12 Blokdigrammen van het vroegere hoogveenlandschap van het zuidelijke deel van het vroegere Boertangerveen met in het centrum het Zwarte Meer voor de ontginning (links). Na het afgraven van het veen en de ontginning tot landbouwgrond resteren slechts enkele kleine stukken hoogveen, zoals op de voorgrond het Meerstalblok (midden). Na uitvoering van alle geplande herstelmaatregelen is een samenhangend hoogveenreservaat ontstaan, omringd door buffers (rechts). Bron: Jansen et al. (2019).

Hoogveenherstel kost veel tijd. Wat zich in enkele duizenden jaren heeft ontwikkeld, kan niet in een eeuw worden hersteld. Dat betekent echter wel dat zo snel mogelijk moet worden begonnen en verdergegaan.

De herstelmogelijkheden zullen moeten worden benut waar die zich voordoen, zoals de afgelopen halve eeuw ook is gedaan, en er zullen actief mogelijkheden moeten worden gecreëerd voor een werkelijk herstel van de hoogveengroei. De komende eeuw mogen we in restanten die hydrologisch zijn hersteld én waar de stikstofdepositie op zijn minst is gehalveerd, wellicht enkele kernen van groeiend hoogveen verwachten. Onder minder gunstige omstandigheden zullen in hoogveenrestanten met de beste potenties, hopelijk grotere oppervlakten veenmossen te vinden zijn met daarin bultvormende soorten die zich er langzaam zullen uitbreiden. Met goede wil kunnen er in de komende 50 jaar in veel hoogveenrestanten goed ontwikkelde overgangen naar het omringende cultuurland zijn ontwikkeld, waarbij hydrologische bufferzones de overgang zullen vormen tussen (deels) herstelde hoogveenrestanten en een nog steeds agrarische omgeving. Die bufferzones zijn onmisbaar voor het hoogveenherstel en dat herstel heeft prioriteit boven eventuele eigen ecologische waarden in de buffers. Ook de landbouw zal op diep ontwaterde (veen)gronden rondom hoogveenrestanten kunnen bijdragen aan verbetering van de hydrologische omstandigheden van hoogvenen in de 21^e eeuw. Hierbij kan de hydrologische situatie van de landbouw ook verbeterd worden gezien het snel veranderende klimaat.

Tot besluit, hoogvenen en het hun omringende veenkoloniale landschap vertellen een bijzonder verhaal, niet alleen ecologisch en landschappelijk, maar ook cultuurhistorisch en sociaaleconomisch. Het 21^e eeuwse hoogveenlandschap en zijn omgeving is een vervolg en daarmee onderdeel van dit verhaal dat met zijn vele facetten en in samenhang verteld moet worden en beleefbaar moet zijn.

5 Knelpunten

Door veenwinning, ontginning en ontwatering is de voor actief hoogveen noodzakelijke acrotelm verdwenen met bijbehorend grondwaterregime en radiaal grondwaterstromingspatroon. Door alle uitgevoerde hydrologische herstelmaatregelen zijn de condities voor kwaliteitsverbetering van herstellend hoogveen en herstel van actief hoogveen (op landschapsschaal) verbeterd, maar nog niet voldoende.

Hieronder beschrijven wij de belangrijkste knelpunten voor verdere kwaliteitsverbetering van herstellend hoogveen en herstel van actief hoogveen (op landschapsschaal).

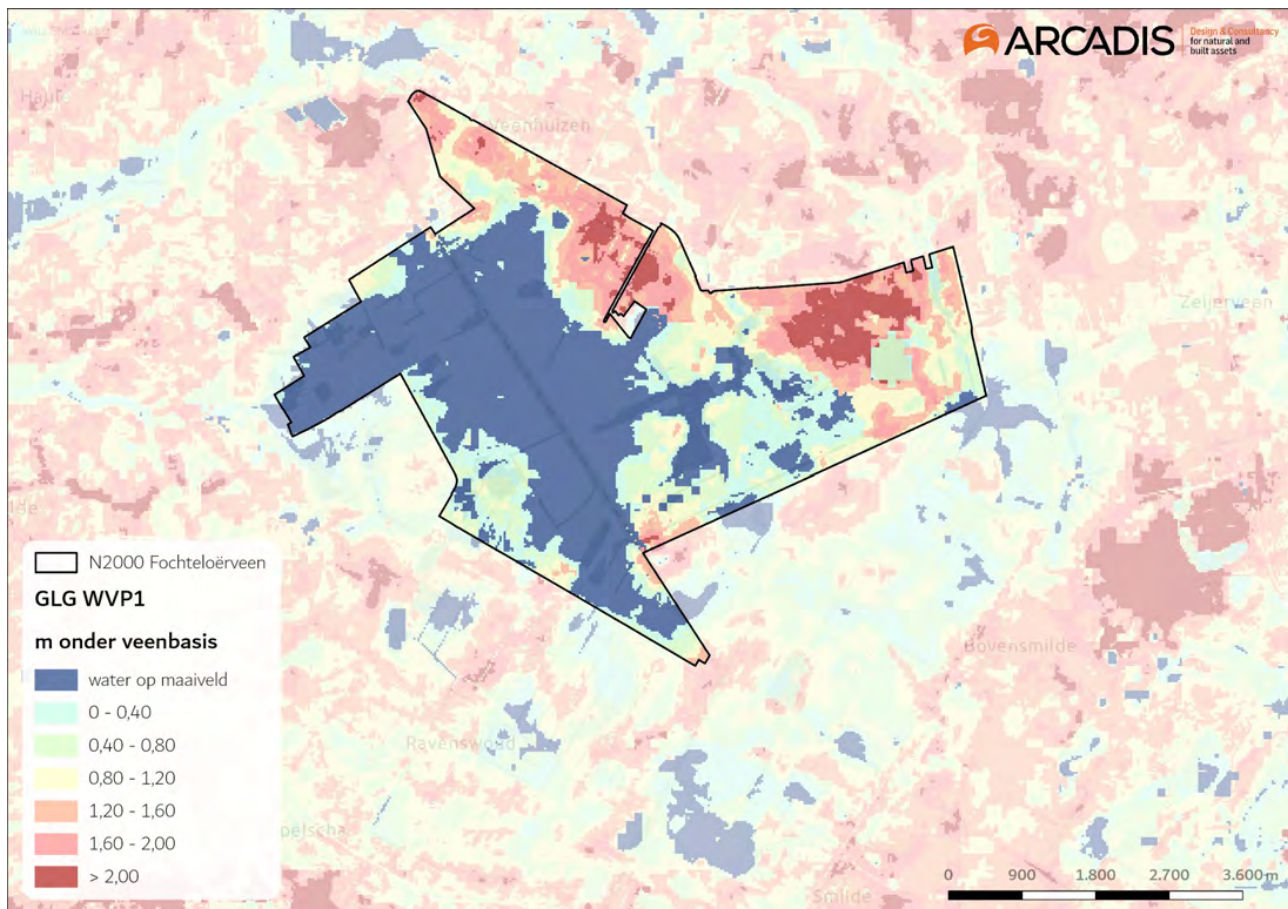
5.1 Waterhuishouding

5.1.1 Wegzijging en grondwaterdynamiek

De veel te grote wegzijging is het hoofdprobleem.

Uit de waterbalans (paragraaf 11.5.4) blijkt dat zelfs in de best ontwikkelde delen de wegzijging een factor 2 tot 3 te groot is in vergelijking met een natuurlijk, actief hoogveen. Dat is inherent aan een geïsoleerde hoogveenrestant omringd door afgegraven veengebieden met waterhuishouding ten behoeve van de landbouw. De enige plaats waar de wegzijging nog enigszins in de buurt komt van de toelaatbare wegzijging zijn de gebieden waar de grondwaterdruk in de ondergrond weinig verschilt met de freatische waterstanden of waar de weerstand zo groot is dat een groot drukverschil maar weinig effect heeft, zoals in delen van het Grote en Kleine Veen en het centrale compartiment. Dit betekent dat in vrijwel het hele gebied de wegzijging van het veen naar de dekzandondergrond moet verminderen om de hydrologische situatie voor hoogveen geschikter te maken. Zeker in de Friese randgebieden, in grote delen van de boswachterij en in het oostelijk deel van het hoogveenrestant zelf (Schaaphokwijk, Norger Petgaten) zakken de zomergrondwaterstanden (GLG) diep uit.

De hoge, overmatige wegzijging is een gevolg van het grote drukverschil tussen de peilen in het hoogveenrestant, en de (aanzienlijk) lagere stijghoogten in de ondergrond. Wanneer de veenbasis dan weinig weerstand biedt, treedt sterke wegzijging op. Dan kan de GLG zelfs dalen tot onder de veenbasis, zoals in grote delen van het gebied gebeurt (zie Figuur 5-1).



Figuur 5-1 Kaart van de GLG ten opzichte van de veenbasis (bovenkant dekzand waar veen afwezig is). De donkerblauwe kleur geeft aan dat het eerste watervoerende pakket (dekzand) verzadigd blijft bij de GLG; de stijghoogte komt tot aan of hoger dan de veenbasis. Andere kleuren geven aan dat de stijghoogte hier lager ligt dan de veenbasis

Daar ontbreken de condities voor hoogveenherstel. Daarnaast treedt er ook wegzijging op van het tweede naar het derde watervoerende pakket (onder de potklei). De druk in de ondergrond was vroeger – in ieder geval ten tijde van de veenvorming – echter veel hoger en de wegzijging navenant veel kleiner. De lage delen werden zelfs gevoed met grondwater vanuit het derde watervoerend pakket. De verlaagde stijghoogten in de watervoerende pakketten in de diepere ondergrond zijn een gevolg van o.a. de sterk verlaagde waterpeilen in de omgeving. Om overmatige wegzijging te beperken of op te heffen is verhoging van de regionale stijghoogte zeer wenselijk.

De omgeving van het hoogveenrestant bestaat uit beekdalen en hoogveenontginningen. Deze gebieden zijn hoofdzakelijk in gebruik voor landbouw, waarop het oppervlaktewaterpeil is afgestemd. Dit peilbeheer (zie paragraaf 11.5.3) zorgt voor een zeer sterke wegzijging in de winter. In de zomer moet echter veel water ingelaten worden in het oppervlaktewatersysteem van deze gebieden om het grondwater niet te diep te laten uitzakken. Om overmatige wegzijging te verminderen en veenontwikkeling mogelijk te maken is een stabiel hoog oppervlaktewaterpeil in de omgeving van het hoogveenrestant een voorwaarde.

Om een stabiel en hoger grondwaterpeil in het hoogveenrestant te creëren, moeten de verliezen naar een aantal plaatsen in de omgeving worden verminderd. De verschillen in grondwaterstanden zijn het grootst met de diepe, venige beekdalen, die vaak beneden het niveau van de keileem liggen. Hier liggen de waterstanden tussen +3 m tot +4 m NAP (Tjonger), +4 tot +5 m NAP (Grootdiep) en +4 m tot +7 m NAP (de Slokkert). De veenontginningen polder Ravenswoud en De Zeven Blokken, laagten waar de veenvorming is begonnen, hebben grondwaterstanden tussen +8 m tot +9 m NAP. Deze (beek)dalen zijn diep ontwaterd met jaarrond wegzijging in de percelen, wat erop duidt dat de hydrologische basis hier veel dieper is komen te liggen dan in het verleden. Het grondwater treedt nu alleen nog uit in watergangen.

De diepe insnijding van de watergangen zorgt voor een (te) sterke afvoer van grondwater in de winter, waardoor meer water uit het hooggelegen veenrestant wordt aangetrokken, en daar bijgevolg de wegzijging sterk is toegenomen. Dit leidt in het hoogveen uiteindelijk tot zomergrondwaterstanden die behoud en herstel van hoogveen(vegetatie) onmogelijk maken. Om de wegzijging naar de diep gelegen en diep ontwaterde gebieden te verminderen, zal het verschil in waterstanden tussen hoogveenrestant en zijn omgeving moeten worden verminderd of geleidelijker moeten verlopen.

Binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied zorgt de compartimentering voor een geleidelijk, stapsgewijs verloop van de veengrondwaterstanden. Op enkele plaatsen worden de grondwaterstanden nog verlaagd door wijken en andere watergangen. Vooral in de boswachterij van Veenhuizen hebben de watergangen grote invloed; deze watergangen zijn diep uitgegraven, op enkele plaatsen zelfs tot onder het niveau van de keileem. Verder hebben binnen het gecompartmenteerde deel van het hoogveenrestant de wijken die vanaf het centrale compartiment afwateren naar de Schaapshokwijk (waaronder de Reservaatwijk en de Lange Wijk) een sterke verdrogende werking op het veenpakket, doordat in open water geen opbolling van regenwater ontstaat zoals dat wel gebeurt in veen.

Ten slotte zorgen de sloten en greppels aan de Friese zijde van het hoogveenrestant voor veel en snelle afvoer. Het thans in uitvoering zijnde kadeherstel maakt de effecten hiervan alleen rond de Schaapshokslenk deels ongedaan. Voor hydrologisch herstel in het kader van realisatie van de Natura 2000-doelen is reductie van de snelle afvoer gedurende het winterseizoen noodzakelijk.

5.1.2 Afvoer en berging

Door het verminderen van de laterale afvoer is de waterhuishouding van het hoogveenrestant al aanzienlijk verbeterd. Maar de situatie is nog onvoldoende om over grotere oppervlakten groei van bultvormende veenmossen en hoogveenontwikkeling mogelijk te maken. Verbeteringen zijn mogelijk door de huidige lekkende kades te vervangen en het peilbeheer te optimaliseren, zoals momenteel gebeurt.

Lekkende kades verhinderen het handhaven van de peilen in de compartimenten doordat ze te veel en snel waterverlies veroorzaken. Na gereedkoming van de kadeherstelmaatregelen zullen ongewenste lekverliezen voor de herstellende compartimenten minimaal zijn en kan het gewenste peil beter gehandhaafd worden. Daardoor ontstaat in de compartimenten een situatie met een geringere, maar gecontroleerde laterale afvoer (meer in de winter, minder in de zomer) en een geringere berging, onder invloed van stabielere, minder fluctuerende waterstanden. Komt onder deze omstandigheden veenmosgroei op gang, bij een afnemend aandeel van Pijenstrootje, dan neemt de verdamping af, wat voor verdere stabilisering van de waterstanden zorgt. Onder deze omstandigheden kan zich – te beginnen plaatselijk – een acrotelm met grofporig veen ontwikkelen. Dan kan actieve hoogveenvorming gaan plaatsvinden.

Uit de waterbalans (zie 3.6.23) blijkt echter dat de laterale afvoer, ook na kadeherstel, nog te groot is. Bij grote overgangen in peil op plaatsen waar de bodem doorlatend is, ontstaat een flux van het bovenliggende compartiment naar het lager liggende compartiment. Deze flux draagt bij aan het uitzakken van de grondwaterstand in droge perioden. Daarom is voor optimale omstandigheden voor hoogveen het streven naar een zo klein mogelijk peilverschil tussen compartimenten.

Dit nodigt uit tot nadenken over verdere optimalisatie van de compartimentering. Zo zijn ten zuidwesten van het centrale compartiment richting de Tachtig Bunder compartimenten gemiddeld 500 m breed met onderlinge peilverschillen van 1 m ofwel abrupte maaiveldovergangen van ongeveer 1 meter. Het ligt het voor de hand dat hier een verbeteringsslag is te slaan door de compartimenten op te splitsen in kleinere eenheden met geringere onderlinge peilverschillen of anders gezegd een cascade van peilen te creëren. Drie compartimenten die 3 m peilverschil overbruggen zouden dan bijvoorbeeld opgedeeld kunnen worden in negen à tien compartimenten met onderlinge peilverschillen van 30 cm. Zo ontstaat een geleidelijkere overgang van grondwaterstanden, waarin het water trager wordt afgevoerd met grotere kansen op acrotelmontwikkeling. Een nadeel hiervan is dat dit erg veel ruimte vraagt; een kade is circa 15 m breed.

Tabel 5-1 Opbouw van een goed functionerende hoogveenkoepel naar ecotypische kenmerken (van Duinen, et al., 2011) en bijbehorende helling (Couwenberg en Joosten, 2005).

Ecotoop	Indicator voor hydrologisch regime van aquatisch naar droog	Helling
Centraal	Poelen en slenken <i>Sphagnum cuspidatum</i>	< 0,25 m/100 m
Sub-centraal	Vlakten met lage bulten <i>Sphagnum magellanicum</i>	0,30/100 m tot 0,50 m/100 m
Sub-marginaal	Vlakten met lage bulten <i>Sphagnum magellanicum</i>	0,50/100 m tot 0,95 m/100 m
Marginaal	<i>Calluna vulgaris</i>	>0,95 m/100

Regelbare stuwen zorgen ervoor dat er zo veel mogelijk water wordt vastgehouden door een zo hoog mogelijke peilinstelling. Om verdrinking te voorkomen zijn de beginpeilen lager dan de eindpeilen. Wanneer de veenmosgroei op gang komt kan het peil stapsgewijs verhoogd worden, met het groeiende veenmos mee. Voldoende gedimensioneerde stuwen zorgen ervoor dat de fluctuaties bij veel neerslag beperkt blijft om schade (verdrinking) te voorkomen (maximaal 30 cm ten hoogste 2-3 weken). Met deze stuwen wordt het krimp-en-zwelmogelijk en de doorlatendheidsgradiënt van de acrotelm nagebootst gedurende de regeneratie van het herstellende hoogveen.

5.1.3 Meer verdamping door bos

De actuele verdamping wordt beïnvloed door voornamelijk de meteorologische factoren zonnestraling, temperatuur en waterbeschikbaarheid en de vegetatiefactoren transpirati weerstand, vegetatiehoogte, ruigheid, reflectie, bodembedekking en beworteling (Allen, 1998). Een bos verdampt meer water dan een lage vegetatie, zoals heide, doordat bos uit hogere vegetatie bestaat met een grotere ruigheid, die weinig straling terugkaatst (donkere kleur, weinig reflectie) en dieper wortelt. De grondwateraanvulling onder bos is dan ook geringer dan die onder kruidachtige begroeiingen. De grondwateraanvulling onder naaldbossen, in het bijzonder de donkere naaldbossen van douglas en sparren, is geringer dan onder loofbomen, niet alleen, doordat ze jaarrond groen zijn, maar vooral doordat ze veel regenwater vasthouden tussen hun naalden (interceptie) dat aldus nooit het maaiveld kan bereiken om te infiltreren. Bovendien is het gebied ten noorden van het hoogveenrestant in het verleden diep ontwaterd ten behoeve van de aanplant van bos.

De hydrologische relatie tussen het bosgebied (de boswachterij) en het aangrenzende veenrestant is beperkt; door de bodemopbouw werkt de invloed van het bos niet ver door.

5.2 Inrichting en beheer

De kades in het veen liggen hoger in het landschap en zijn daardoor droger dan het omliggende veen. Ze vormen een belangrijk (nieuw) leefgebied (uitwijkgebied na vernatting) voor reptielen en andere dieren die zich minder goed thuis voelen in een actief hoogveen dan in een herstellend c.q. degraderend hoogveen. De aangelegde kades in het Fochteloërveen bevorderen tegelijkertijd ook de toename van berken en andere houtige gewassen, zoals bramen, trosbosbes, grove den en Amerikaanse vogelkers, in het veen. Het begroeiën van de kades met houtachtigen zorgt voor toename van de verdamping. Deze kolonisatie door al dan niet inheemse houtachtige gewassen zorgt verder voor aantasting van de kades waardoor deze hun hydrologische functie (zie 3.11.1) steeds minder goed kunnen vervullen. Hun wortels brengen daarnaast zuurstof in de kades, waardoor mineralisatie van veen in oudere kades sneller verloopt. Worden de houtachtigen groter dan zijn de kades niet langer maaibaar. De wortels van de houtachtigen drukken de oudere (smalle) kades dan uiteen, waardoor de kades verzwakken en hun stabiliteit aangetast raakt. Het veen in deze oude type kades zal vervolgens verder mineraliseren en steeds waterdoorlatender worden. Dit veroorzaakt een negatieve feedback. Ook zal het veen hierdoor in droge(re) jaren gevoeliger worden voor branden. Voor de oudere kades blijft het van groot belang de opslag van houtachtigen tegen te gaan door maaien en afvoeren. Ook voor de nieuwe kades is dit noodzakelijk, eveneens vanuit oogpunt van bestrijding van eventuele natuurbranden.

Binnen de compartimenten zelf is de verdamping van de vegetatie van invloed op de waterhuishouding. Zolang er voldoende water beschikbaar is op of nabij het maaiveld, verdampen pijpenstrootje en veenmos in gelijke mate; veenmossen ondervinden dan geen beperking. Veenmossen beschikken echter niet over wortels en zijn afhankelijk van capillaire nalevering tot circa 20 à 30 cm onder maaiveld (Schouwenaars, 1990). Wanneer de waterstand onder dit niveau daalt, moeten veenmossen interen op hun interne waterreserves, wat leidt tot verbleking (verhoogd albedo als terugkoppelingsmechanisme).

Onder deze omstandigheden kunnen veenmossen hun verdamping reduceren tot circa 60% van het potentieel, terwijl pijpenstrootje dankzij zijn wortels blijft verdampen en groeien. Door de dominantie van pijpenstrootje en andere wortelende vaatplanten blijft de verdamping bij lage waterstanden onverminderd hoog. Dit leidt tot een versterkend terugkoppelingsmechanisme waarbij de waterstand verder daalt en de verdroging van het hoogveen toeneemt, ten koste van de veenmossen.

Pijpenstrootje heeft baat bij het dieper uitzakken van de waterstand, waarbij nutriënten vrijkomen door veenafbraak (Jansen, 1951). Dat is opnieuw een voorbeeld van een positief d.w.z. versterkend terugkoppelingsmechanisme. Datzelfde mechanisme werkt ook wanneer bij hoge grondwaterstanden overmatige stikstofdepositie optreedt. Er komt meer stikstof beschikbaar voor de vegetatie, waarvan in eerste instantie Fraai veenmos weet te profiteren (Limpens et al., 2019). Van het overschot van de stikstof die niet door dit veenmos kan worden opgenomen weet pijpenstrootje te profiteren, ondanks de denitrificatie die bij hoge grondwaterstanden optreedt (zie 3.11.4).

5.3 Exoten

Een ander knelpunt in het beheer zijn invasieve exoten. Eén daarvan is trosbosbes die onder andere op de kades in het gebied groeit (zie 5.1.2) en zich zo door het gebied verspreidt. Het gaat vaak om solitaire struiken, maar in het Kolonieveld en op de drogere kades zijn kleine bosjes ontstaan. Ook de toename van grote veenbes, een andere invasieve exoot, en in mindere mate ook van trosbosbes vormt een bedreiging voor de (herstellende) hoogveenvegetaties. Volgens de Natuurdoelanalyse (Ecologische Autoriteit, 2024) is de grote veenbes een van de sterkst toegenomen soorten in het Natura 2000-gebied. In de vegetatie- en florakartering van 2021 staat dat grote veenbes een toenemend probleem is in alle natte delen van het hoogveen en de overgangen van natte heide naar hoogveen. Door de verhoogde humusbeschikbaarheid en lichte oppervlakkige ontwatering in het hoogveen ontstaat in een verder vrij arm, nat en oppervlakkig zuur milieu geschikt leefgebied voor deze soort. Ook zwarte appelbes, een potentieel invasieve exoot, is meerdere keren in het gebied waargenomen (Jongman 2021).

De precieze negatieve gevolgen voor instandhoudingsdoelen van de habitattypen door invasieve exoten zijn onbekend (Provincie Drenthe, 2024), maar ervaringen uit andere veengebieden, zoals de Mariapeel, leert dat niet tijdig ingrijpen leidt tot overwoekering van de autochtone vegetatie, waardoor de habitattypen in kwaliteit of oppervlakte achteruitgaan (Blankers & Van Noorden, 2019; Ecologische Autoriteit, 2024). In de Mariapeel heeft het verwijderen van trosbosbesstruwelen door ze uit te trekken geleid tot geultjes via welke versnelde oppervlakkige afvoer optreedt (Jansen et al., 2025b).

5.4 Isolatie en connectiviteit

Het Fochteloërveen en het Witterveld zijn de restanten van de Smilder Veenen, een groot aaneengesloten hoogveenlandschap. De vroegere aaneengesloten leefgebieden van soorten van hoogvenen zijn versnipperd geraakt, niet alleen door de hoogveenontginning, maar ook door de daaropvolgende intensivering van het landgebruik. Waar minder mobiele soort(groep)en eerst door en langs de randen van een uitgestrekt hoogveenlandschap konden migreren, kunnen zij dat nu alleen nog binnen het 'bescheiden' en 'gedegradeerde' Fochteloërveen. In het verdroogde hoogveenrestant leven bovendien heel veel thans zeldzame en bedreigde soorten die niet kenmerkend zijn voor hoogvenen, maar daar wel een (laatste) refugium hebben gevonden (Ketelaar et al. 2019).

Zo zijn soorten die normaliter beperkt waren tot de struweelrijkere randzones van het hoogveen uitgeweken naar de struwelen in de kern van het Fochteloërveen, die zich daar onder invloed van verdroging (tijdelijk) ontwikkelden. Een aanzienlijk deel van deze soorten behoort tot (deels) minder mobiele soortgroepen als reptielen, amfibieën, vlinders en andere insecten. Andere soorten verdwenen doordat het landgebruik rondom het hoogveenrestant sterk werd geïntensiveerd, zoals het Korhoen. Met andere woorden de meeste voor hoogvenen kenmerkende soorten zijn verdwenen en het leefgebied van diverse andere soorten die daarvoor in de plaats kwamen - vaak zeldzame en bedreigde, maar niet voor hoogvenen kenmerkende soorten - is sterk verkleind, terwijl verbindingen naar andere veengebieden met hier nog levende populaties zijn verdwenen. De leefgebieden van veel soorten zijn zodoende in de loop der jaren versnipperd geraakt waardoor veel soorten opgesloten geraakt zijn in het Fochteloërveen.

Door het ontbreken van ecologische verbindingen met het Witterveld, het Bunnerveen en Bongeveen – andere hoogveenrestanten van de venen tussen Donderen en Norg –, de Drentse en de Friese beekdalen en het Drents-Friese Wold is uitwijking naar die gebieden onmogelijk, evenals genetische uitwisseling met de populaties in die gebieden. Dat geldt niet alleen voor de genoemde minder mobiele diersoort(groep)en, maar eveneens voor de kenmerkende hogere plantensoorten van hoogveengebieden.

Zelfs voor soorten met een behoorlijk verspreidingsvermogen, zoals de gevlekte witsnuitlibel, liggen de leefgebieden in het Fochteloërveen ver van die van andere populaties in de laagveengebieden van Noordwest-Overijssel.

Het huidige hoogveenlandschap is incompleet vanwege het ontbreken van overgangen naar een grondwatergevoede lagg-zone. De oorspronkelijke lagg ligt enkele kilometers verwijderd van het huidige Natura 2000-gebied. Voor de ontwikkeling van een landschapsecologisch samenhangend hoogveenrestant (Norger Petgaten) met lagg (De Vledders) vormt de Kolonievlaart in de huidige situatie een belemmering. Hoewel de vroegere lagg hier het dichtst bij het vroegere hoogveen ligt, lijkt het hoogveenrestant Norger Petgaten nog maar heel erg weinig op een hoogveen en is regeneratie ervan in vergelijking met het deel ten westen van de Schaapshokwijk een veel complexere opgave. Herstel van de hydrologische relatie tussen het Fochteloërveen en de historische lagg is een proces van eeuwen, waarbij tussenliggende landbouwgronden slechts geleidelijk kunnen transformeren. Gedurende die tijd functioneren lagg en herstellend hoogveen nauwelijks als samenhangend hoogveenlandschap. Hierdoor zijn de mogelijkheden voor herstel van de oorspronkelijke lagg beperkt.

5.5 Atmosferische stikstofdepositie

Stikstofdepositie wordt in de concept Natuurdoelanalyse (Provincie Drenthe, 2023b) en het Advies van de Ecologische Autoriteit (Ecologische Autoriteit, 2024) in combinatie met het overheersende voorkomen van pijpenstrootje beschouwd als het grootse (ecologische) knelpunt van het Fochteloërveen. De meeste stikstofdepositie is afkomstig uit de directe omgeving van het gebied. Voor de habitattypen H4030 (Vochtige heide), H7110A (Actief hoogveen (op landschapsschaal)) en H7120 (Herstellend hoogveen) wordt in het Fochteloërveen de kritische depositiewaarde (KDW) twee tot drie keer overschreden (Aeriusmonitor, 2024). De Ecologische Autoriteit geeft dan ook aan dat een reductie van stikstofdepositie noodzakelijk is omdat anders de uitgevoerde en geplande (herstel)maatregelen niet voldoende zullen zijn voor het behalen van de Natura 2000-doelstellingen (Ecologische Autoriteit, 2024).

Een LESA richt zich op de hydrologische processen die op landschapsschaal de standplaatscondities /habitats bepalen van planten en dieren en hun levensgemeenschappen. Daarom – en omdat deze problematiek primair in andere beleidsvelden aan de orde is – is in dit rapport weinig aandacht aan stikstofdepositie besteed. Desondanks heeft deze depositie een groot direct en indirect effect op de (hoogveen)vegetatie en fauna in het gebied (Limpens et al., 2019). Stikstofdepositie belemmert op de langere termijn ook de opbouw van een acrotelm doordat veenmossoorten die van stikstofrijke omstandigheden profiteren niet in staat zijn een acrotelm te vormen. En zonder acrotelm als hydrologisch functionele structuur kan geen actief hoogveen ontstaan, een van de kernopgaven en habitattypen voor het Fochteloërveen. Daarom adviseert de Ecologische Autoriteit in haar advies dan ook de stikstofdepositie via brongerichte maatregelen te verlagen omdat anders verdere verslechtering niet is uit te sluiten en de kernopgaven en doelstellingen voor hoogveenhabitattypen niet zullen worden gehaald. De overmatige stikstofdepositie kan alleen via externe maatregelen worden opgelost.

5.6 Hoogveenherstel en cultuurhistorie

Een waardering van aardkundige, archeologische en cultuurhistorische waarden in relatie tot benodigde herstelmaatregelen heeft (nog) niet plaatsgevonden (zie ook 3.9.9). In een volgende onderzoeksfase moet met inachtneming van het wettelijk kader, de combinatie van cultuurhistorie (en archeologie en aardkunde) met de noodzakelijke maatregelen voor Natura 2000 in een gezamenlijk ontwerp verder uitgewerkt worden. In die fase moeten ook de nu nog niet te beoordelen twee onderzoeksvragen over cultuurhistorie beantwoord worden:

- Wat zijn de kansen en knelpunten voor behoud en ontwikkeling van de cultuurhistorische waarden, die in de LESA zijn beschreven.
- Welke cultuurhistorische overgangen en gradiënten zijn bij systeemherstel haalbaar bij een vergelijking van de oorspronkelijke situatie (een hoogveenlandschap) en de huidige situatie (een hoogveenontginningslandschap). Ontwikkel binnen deze context en binnen de grenzen van het Unesco werelderfgoed/de Kolonie van Weldadigheid en de N2000-doelen een zo goed mogelijke oplossing voor en rondom het noordelijk bosgebied.

6 Leemtes in kennis

- **Ondergrond Schaapshokslenk:** tijdens het booronderzoek in februari 2023 zijn er verschillende typen veenbasen aangetroffen in de Schaapshokslenk. Op korte afstand van elkaar komen verkitte podzolen en bruine leem voor. De keileem ontbreekt hier. In het verleden is in de Schaapshokslenk veen gewonnen en is er mogelijk in de Vloelvelden gegraven. De kans is aanwezig dat hierbij de slecht doorlatende lagen onder het veen zijn beschadigd. Hiervoor zouden in de Schaapshokslenk / Vloelvelden grondboringen gedaan moeten worden om dit vast te stellen, bij voorkeur tijdens de lagere waterstanden in de zomer. Ook kan dan (wellicht) worden vastgesteld hoe dik de slecht doorlatende laag is.
- **Koolstof:** om in open water de veengroei aan de gang te krijgen, hebben veenmossen koolstof nodig. In sommige delen in het Fochteloërveen groeien veenmossen goed in het open water en hebben zich drijftillen gevormd. In andere delen, zoals in het open water bij de Schaapshokslenk, gebeurt dit niet. Mogelijk heeft een tekort aan beschikbare koolstof, in de vorm van methaan en kooldioxide, hiermee te maken.
- **Verdampingsreductie van hoogveen:** hoogveen met te weinig water reduceert de eigen verdamping om efficiënter gebruik te maken van het schaarse water. In MetaSWAP zijn geen toereikende bodemtypen en vegetatietypen beschikbaar om de verdampingsreductie van hoogveen goed mee te nemen. Hierdoor is er altijd een overschatting van de verdamping in de modellering.
- **Gradiënt:** Het is nog onduidelijk wat het verschil en de ecologische betekenis is tussen de oorspronkelijke (historische) gradiënten in het landschap en de gradiënten die tegenwoordig ontstaan of worden aangelegd door middel van compartimentering met kades. Deze gradiënten zijn hydrologisch functioneel bedoeld, maar het is onbekend in hoeverre ze ook ecologisch functioneren als natuurlijke overgangen. Deze nadere uitwerking behelst in ieder geval een uitwerking van welke levensgemeenschappen en soorten het betreft en welke (hydrologische) condities noodzakelijk zijn om die in de randen te kunnen huisvesten en vice versa.
- **Klimaatverandering:** Er moet nog onderzocht worden wat het effect is van klimaatverandering op de uitkomsten van de modelstudie. Daarnaast hebben de omstandigheden voor hoogveenvorming nu ander karakter dan tijdens vorming van het oorspronkelijke hoogveen; de input van stikstof is vele malen hoger, de temperatuur is hoger en de neerslagkarakteristieken zijn anders. Dat betekent een verschuivingen in veenvormende soorten. Het is onduidelijk welke (nieuwe) soorten een belangrijke rol spelen in het bouwen van een acrotelm, bijvoorbeeld de rol van *Sphagnum fimbriatum* hierin.
- **Onzekerheid van klei en leem in de ondergrond:** de Formatie van Peelo ligt op een te grote diepte onder maaiveld om hier veel gerichte boringen naar te doen. Doordat deze formatie erg variabel in samenstelling is, zijn meer gegevens via bijvoorbeeld sonderingen of tTEM/SkyTEM onderzoek nodig om deze geohydrologisch belangrijke laag goed in beeld te hebben. Voor keileem geldt dit in mindere mate: deze laag is ook sterk variabel in samenstelling, maar door de ondiepe ligging redelijk goed in beeld qua verspreiding en samenstelling.
- **Bestrijding exoten:** vanuit de vegetatie- en florakartering blijkt dat de bedekking exoten in het gebied toenemen. Grote veenbes, trosbosbes en zwarte appelbes worden genoemd als bedreiging voor de autochtone flora. Echter, een effectieve bestrijdingsmethode van deze exoten is niet voorhanden. Een integrale aanpak voor de exoten moet hiervoor worden opgesteld om de aanpak van exoten succesvol te maken.
- **Bijdrage aan complementerende doelen:** het is wenselijk de bijdrage van beoogde herstelmaatregelen ook de kwantificeren op het gebied van complementerende doelstellingen, met name in relatie tot terugdringen uitstoot van en vastlegging van CO₂ en het langer vasthouden en infiltreren van neerslag.
- **Nieuwe rapportages:** tijdens de afronding van de LESA zijn twee nieuwe onderzoeken beschikbaar gekomen "Ecohydrologisch onderzoek en planuitwerking Zaagtand en Smildegerveen" (BellHullenaar, 2024) en "Hoge venen, diepe vaarten" (RAAP, 2024). Resultaten uit deze onderzoeken konden niet meer verwerkt worden in de LESA, maar het verdient de aanbeveling om hier in een vervolgfase alsnog aandacht aan te besteden.
- **Theoretische optimaal benadering:** In voorgaande hoofdstukken is geschreven over het ontstaan en climaxstadium van het hoogveengebied en is het huidige nog aanwezige systeem beschreven. In volgende hoofdstukken wordt ingegaan op gevoeligheidsberekeningen en mogelijke oplossingsrichtingen. Wat niet wordt uitgevoerd, maar wel interessant is ter verkenning is een omgekeerde berekening: stel een optimaal ontwikkeld Fochteloërveen voor binnen zijn huidig oppervlak, wat is het effect hiervan naar buiten toe en welke omstandigheden moeten hiervoor gecreëerd worden?
- **Esmeer:** in de modellering is het Esmeer als een verlaging in de grondwaterstanden zichtbaar, wat niet strookt met het hier aanwezige vrij stabiele waterpeil en de relatief hoge ligging ten opzichte van de omgeving. In een volgende onderzoeksfase is het wenselijk de ondergrondssituatie nader te onderzoeken en het grondwatermodel aan te passen op deze bevindingen.

7 Analyse van de hydrologische knelpunten

7.1 Inleiding

In samenspraak met de hydrologische werkgroep zijn op basis van de gesignaleerde knelpunten (paragraaf 5.1) scenario's opgesteld met maatregelen die gericht zijn op het wegnemen van deze knelpunten. Met het hydrologisch model zijn deze maatregelscenario's geanalyseerd c.q. doorgerekend om zicht te krijgen op hun effectiviteit d.w.z. hun effecten op grondwaterstanden (zie paragraaf 7.3 tot en met 7.7) en waterbalansfluxen (zie paragraaf 7.8). Op basis hiervan is beschreven welk type maatregel kan bijdragen aan de natuurdoelen, en in welke mate. Dit dient als leidraad voor de vervolgfase, waarin concrete maatregelen onderzocht zullen worden.

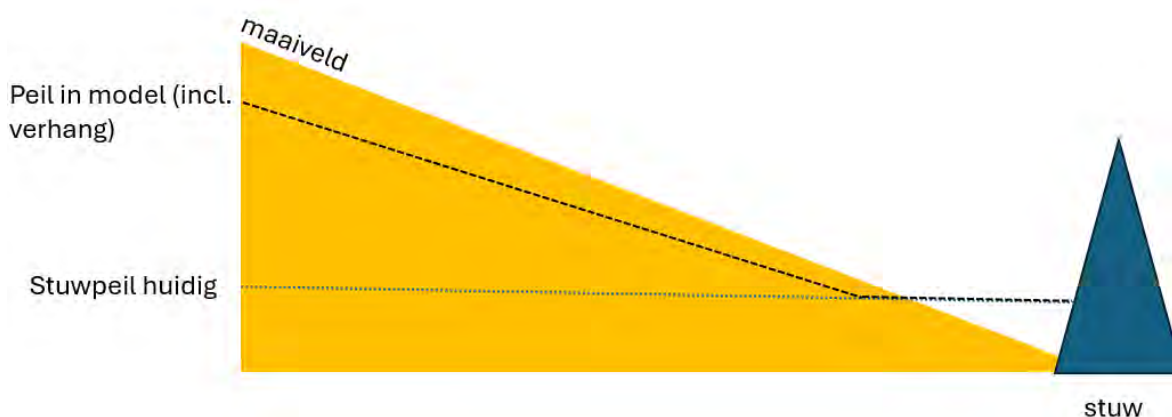
Per scenario is één effectkaart getoond (GLG freatisch pakket). De effecten per watervoerend pakket op GHG, GLG en kwel/wegzijging staan voor ieder scenario in Bijlage D. De effecten voor het Kadeherstelscenario worden getoond en beschreven ten opzichte van de huidige situatie, voor de overige scenario's ten opzichte van het scenario kadeherstel, wat beschouwd wordt als autonome ontwikkeling.

7.2 Invloed modeluitgangspunten op berekende effecten

In het grondwatermodel zijn verschillende aannames en uitgangspunten gedaan, die betrekking hebben op (nog) onzekere parameters zoals de weerstand en voorkomen van keileem en potklei, die de uitkomsten van de effectberekeningen kunnen beïnvloeden. We verwachten desondanks dat de ordegrrootte van de effecten goed berekend is met andere woorden bij andere aannames en uitgangspunten over deze onzekerheden worden de uitkomsten niet wezenlijk anders.

Twee uitgangspunten die direct doorwerken in het effect van maatregelen, lichten we nu toe:

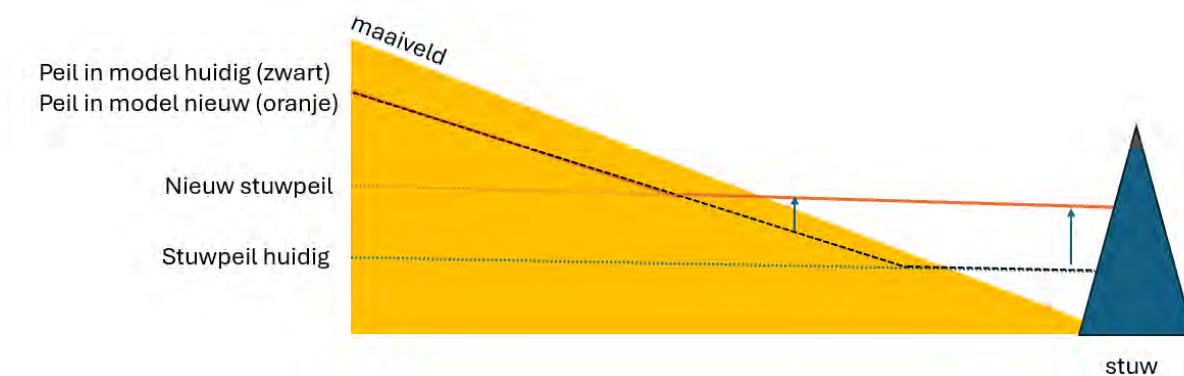
- Er treedt geen infiltratie op vanuit watergangen wanneer daarin geen water wordt ingelaten. Dit uitgangspunt is gehanteerd om te voorkomen dat meer water infiltreert vanuit watergangen dan dat er in werkelijkheid voor infiltratie beschikbaar is (zie Bijlage C). Binnen de compartimenten zal er dus geen infiltratie optreden van water dat afkomstig is uit een hoger/ bovenstrooms gelegen compartiment. De afvoer uit bovenliggende compartimenten is wel meegenomen in het oppervlaktewatermodel, en dus ook in de peilen die in het grondwatermodel zitten. Voor de GHG heeft dit nauwelijks tot geen effect; er is bij de GHG sprake van drainage. Wanneer de grondwaterstand uitzakt onder het oppervlaktewaterpeil heeft dit wel effect: de grondwaterstand zal dieper uitzakken. Door het hanteren van dit uitgangspunt zal het effect van peilverhoging op de GLG licht onderschat worden binnen de compartimenten.
- Binnen compartimenten en peilvakken is verhang aanwezig. Dit is in het model meegenomen in de peilen van watergangen. De peilen in het (MIPWA-)model zijn echter gebaseerd op maaiveldhoogte (AHN4). De waterpeilen in de compartimenten zijn alleen aangepast wanneer die in (MIPWA-)model lager zijn dan de stuwpeilen (Figuur 7-1).



Figuur 7-1 Schematische weergave van de oppervlaktewaterpeilen in het grondwatermodel. Nabij de stuw is er sprake van stuwpeil, maar als het maaiveld oploopt, beweegt het peil mee (peil afgeleid uit het AHN).

Bij peilverhoging is op dezelfde manier met peilen omgegaan: wanneer het stuwpeil wordt opgezet en het peil in het (MIPWA-)model hoger is dan dit nieuwe peil, wordt het niet aangepast. Zo is rekening gehouden met het verhang. De effecten van peilopzet kunnen hierdoor lager lijken dan verwacht; een peilopzet van 1 meter geldt dus enkel ten opzichte van het stuwpeil, hoger in het gebied is de peilverhoging dan minder dan 1 meter. Deze aanpak komt beter overeen met de werkelijkheid; effecten worden door dit uitgangspunt realistischer geacht.

Oppervlaktewaterpeil in het grondwatermodel bij peilopzet



Figuur 7-2 Schematische weergave van de verhoging van oppervlaktewaterpeilen in het grondwatermodel. Nabij de stuw is er sprake van maximale peilopzetting. Als het maaiveld (en ook de grondwaterstand) oploopt, wordt het verschil tussen het huidige en nieuwe peil geringer. Bij verdere stijging van het maaiveld en de grondwaterstand zal de grondwaterstand op een bepaald niveau (daar waar horizontale rode lijn en modelpeil (grondwaterstand) elkaar snijden) niet verder kunnen stijgen.

7.3 Kadeherstel

Om de gewenste waterpeilen in het Fochteloërveen weer beter te kunnen beheersen worden diverse kades hersteld, waardoor de laterale verliezen (afstroming en lekkage) verminderen en de kades bovendien stabiel genoeg zijn om tot in de verre toekomst een streefpeil op te kunnen handhaven. Het gewenste peil is bepaald door Natuurmonumenten in het document Fochteloërveen Toekomstbestendig (2020). Tussen 2022-2028 worden de kades in het Fochteloërveen verzaaid en waterdicht gemaakt. De combinatie van kadeherstel en aangepaste peilen wordt als autonome ontwikkeling gezien.

7.3.1 Omschrijving berekening

De effecten van deze ingreep zijn doorgerekend in het oppervlaktewatermodel (het gewenste peil is niet automatisch het peil dat behaald wordt in een compartiment; zie Tabel 7-1 en Figuur 7-4), waarna de nieuw berekende waterpeilen per maand zijn toegekend aan het grondwatermodel (zelfde aanpak als bij de modellering van de huidige situatie). Voor de gebruikte peilen voor de huidige situatie en de autonome situatie zie Tabel 7-1. In enkele compartimenten treedt bij kadeherstel een daling in peil op aangezien er door het herstel minder water vanuit hogere compartimenten naar deze compartimenten zal weglekken.

Vervolgens zijn de waterbalansposten afvoer, berging en lekfluxen (wegzijging, laterale stroming) bepaald. Met de waterbalans is nagegaan of de grondwaterstanden niet dieper dan 30 cm onder maaiveld wegzakken opdat op de langere termijn een acrotelm kan worden gevormd en op de kortere veenmossen concurrentievoordeel hebben ten opzichte van pijpenstrootje (en andere vaatplanten).

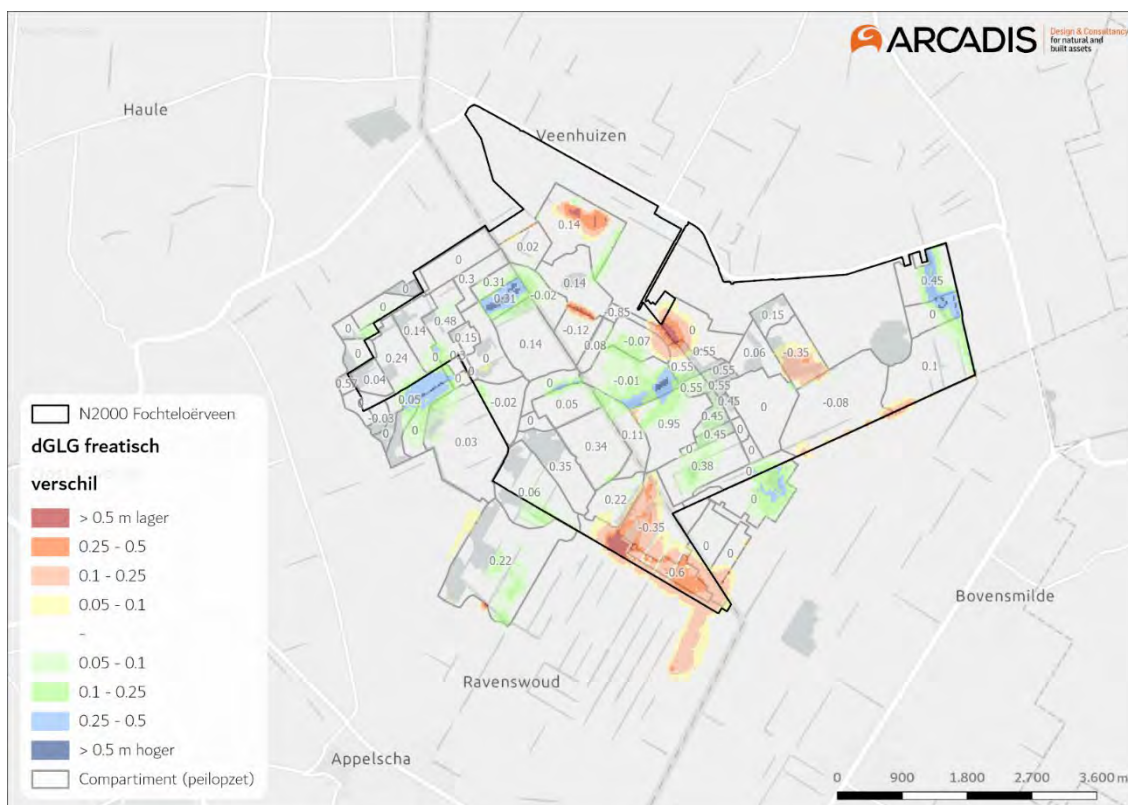
Tabel 7-1 De peilen uit het oppervlaktewatermodel die zijn overgenomen in het grondwatermodel.

Compartment	Peil huidig (m NAP)	Peil autonoom (m NAP)	Compartment	Peil huidig (m NAP)	Peil autonoom (m NAP)
10	11.00	11.21	1A	12.11	12.36
11	11.00	11	1B	11.64	12.04
12A	10.64	10.88	1C	12.08	12.36
12D1	10.00	9.6	1D	11.64	11.98
12D2	9.63	9.6	1E	11.67	12.15
13	9.59	10.38	1F	11.11	11.65
14B	9.75	9.78	20	11.09	10.41
14C	9.75	10.17	21A	10.03	10
15A	10.00	10.03	21B	9.54	9.5
15B	9.41	9.5	21C	9.75	9.75
15C	9.21	9.33	2A	10.69	11.5
15D	8.41	8.97	2C	10.99	10.68
16A	8.39	8.35	3	11.38	11.17
16B	7.94	7.84	4A	9.95	9.5
16F	7.41	7.38	4B	10.57	10.2
17A	11.38	11.47	4C	10.80	11
17B	11.11	10.78	4D	11.19	11.3
17C	11.41	10.86	4E	9.87	10.4
17DE	10.45	10.64	4F	9.87	10.2
17F	10.01	10.1	5B	9.67	9.7
18A	9.32	9.8	5C	10.49	10.58
18B	9.19	9.68	5C2	9.50	9.5
18C	9.32	8.93	5D	10.50	10.59
19A	9.41	9.41	5E	10.50	10.5
19B	9.03	9	5F	11.12	10.64
19C	8.43	8.58	5G	10.82	10.65
19E	8.16	8	5H	10.87	10.73
19FG	8.91	8.82	6A	10.51	11.32
19G	8.16	8	6B	10.20	10.17
19H	7.60	7.5	8A	10.50	10.9
19I	7.21	7	8B	10.50	10.64
19J	6.65	6.5	8C	10.50	10.64
19K	6.91	7	8D	10.50	10.67
19L	7.54	7.5	9A	11.57	11.5
19M	7.96	8	9B	11.16	11.35
19N	8.30	8.45	9C	10.45	10.75
19O	8.31	8.2			

7.3.2 Berekende effecten

De kaarten van het Kadeherstelscenario tonen de effecten ten opzichte van de huidige situatie. De effecten zijn dat:

- De waterstanden binnen de compartimenten beter op het gewenste peil gehouden kunnen worden (zoals beoogd). Hierdoor vermindert de laterale afvoer waardoor lokaal hogere zomergrondwaterstanden (zie Figuur 7-3 optreden.
- De waterbeschikbaarheid voor de vegetatie toeneemt, waardoor de verdampingsreductie vermindert en de veenmosgroei wordt gefaciliteerd (zie paragraaf 7.8, wat ook het doel is van deze maatregel.
- De berging in diverse compartimenten verandert. Door het kadeherstel treedt er in het Grote Veen en het Kleine Veen minder wegzijging en kwel op tussen de compartimenten doordat de gradiënt in grondwaterstanden minder groot is. De hogere delen van de compartimenten worden daardoor geschikt voor de groei van bultvormende veenmossen of verdrogen minder. De toename van de berging door meer open water leidt tot een afname van de waterstandsdynamiek. Daarnaast krijgen sommige compartimenten zoals beschreven een lager peil.
- In de centrale compartimenten ten oosten van de Bonghaar zal door het constantere, hogere peil de bergingsverandering tussen zomer en winter afnemen en daarmee de peilfluctuaties. Ten oosten van de Schaapshokslenk zorgt vermindering van de oppervlakkige afvoer niet voor veranderingen in de posten wegzijging en berging. De vermindering van de afvoer leidt voornamelijk tot een vergroting van de verdamping. Daardoor ondervindt de vegetatie in droge perioden minder droogtestress.
- De waterbeschikbaarheid neemt binnen het hele Natura 2000-gebied toe. Aan de westkant van de Bonghaar leidt dit gemiddeld zelfs tot jaarrond waterbeschikbaarheid. In de andere delen van het Natura 2000-gebied is nog wel een neerslagtekort in de zomer, doordat de verliesposten (wegzijging, afvoer) nog groter zijn dan het neerslagoverschot.



Figuur 7-3 Grondwaterstandsverandering door het kadeherstel met bijbehorende peilaanpassingen. Met de getallen is het peilverschil tussen huidig en autonoom weergegeven (negatief is een lager peil).

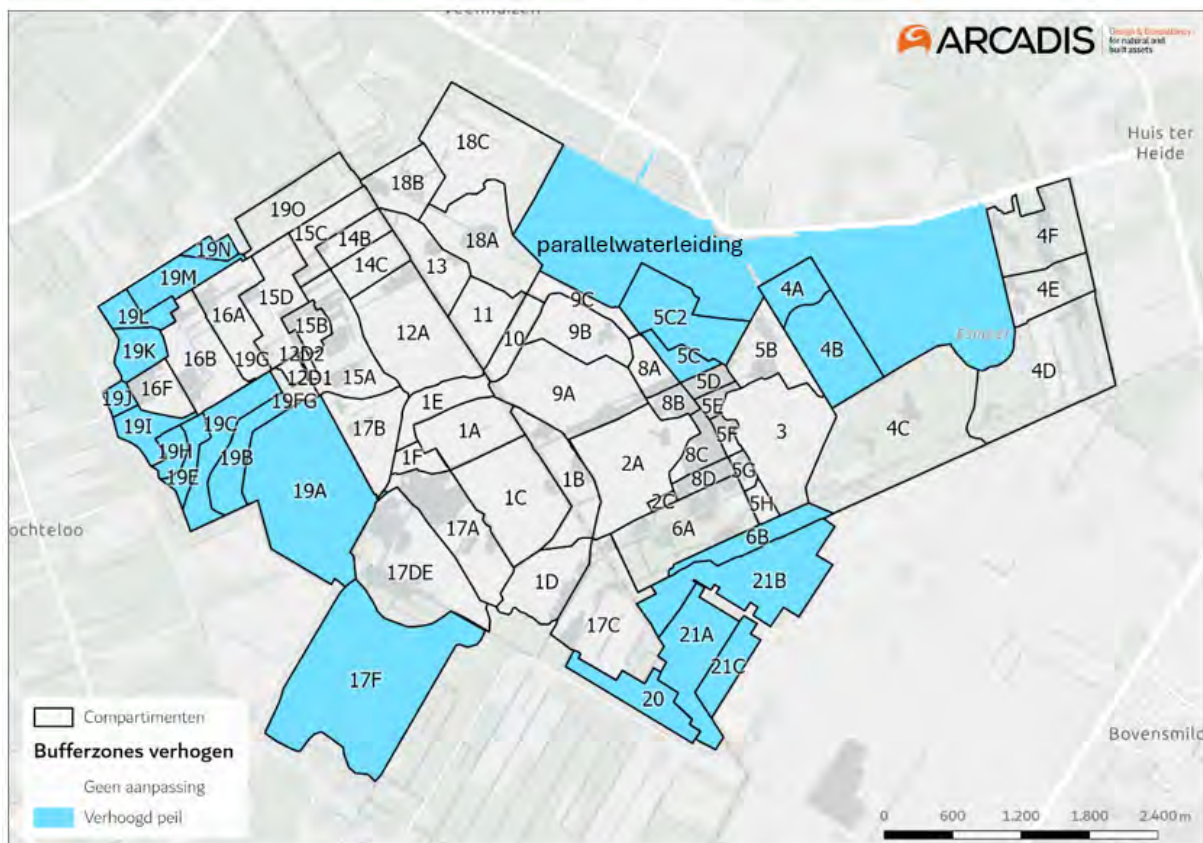
7.4 Peilverhoging in de buffers en boswachterij

Het doel van deze scenarioberekening is na te gaan of hogere oppervlaktewaterpeilen in de buffers bijdragen aan een verminderde wegzijging vanuit het veengebied. Verhoging van peilen in de hydrologische buffers vermindert naar verwachting de wegzijging uit naastgelegen compartimenten en bevordert daarmee de mogelijkheden voor hoogveenherstel. De bufferzones zorgen voor een meer geleidelijke hydrologische overgang van het natuurgebied, waar continue hoge peilen gewenst zijn, naar het landbouwgebied waar lagere peilen nagestreefd worden. Bij een abruptere overgang zou het omgevingspeil sterker doorwerken in het peil van het natuurterrein en vice versa.

Peilverhoging in de nu diep ontwaterde boswachterij zal naar verwachting voor minder afvoer van grondwater via het oppervlaktewatersysteem zorgen. Dat moet dan leiden tot langduriger, hogere grondwaterstanden in en onder de veenbasis, waardoor de wegzijging vanuit het bovenliggende veen zal verminderen en waterstanden in het veen langduriger op een hoger peil blijven. Deze verbeterde hydrologische ondersteuning kan samengaan met de bestaande ecologische waarden in de buffers, wanneer de peilverhoging zorgvuldig wordt doorgevoerd, bijvoorbeeld door stapsgewijze peilverhogingen of via aanvullende beheermaatregelen. De doelstelling van de buffers voor hydrologische ondersteuning van hoogveenherstel in het Natura 2000-gebied staat echter voorop.

7.4.1 Omschrijving berekening

Het effect van oppervlaktewaterpeilverhoging in de bufferzones is onderzocht door de stuwwpeilen in de buffers (na de kadeherstelmaatregelen) met een meter te verhogen in het model, waarbij het principe zoals beschreven in paragraaf 7.2 is aangehouden d.w.z. door het maaiveld verhang in de buffers is niet overal sprake van 1 meter peilverhoging. De locaties met verhoogde peilen staan in Figuur 7-4. Er is niet gekeken of deze peilverhoging realiseerbaar is zonder dat daarvoor extra of hogere kades en andere waterhuishoudkundige kunstwerken aangelegd moeten worden. Door het ontbreken van de kades in het model is de grondwaterstroming berekend als die door het watervoerende pakket, dus zonder weerstand van kades. Hierdoor kan er in het model te veel laterale stroming en dus een te groot uitstralend effect worden berekend.



Voor het peilvak Parallelwaterleiding geldt een stuwpeil van 7,4 m NAP. Dit is het grote, geheel blauwe gebied ten noorden van de overige compartimenten (Figuur 7-4). Door het verhang in dit gebied komen er veelal peilen voor die hoger zijn dan 7,4 m NAP en zelfs hoger dan 8,4 m NAP (het peil bij 1 meter stuwpeilopzet). Daarom is voor de effectberekening voor dit peilvak een andere aanpak gekozen. Er is hier een peil van 8,4 m NAP in het westen tot 10,4 m NAP in het oosten aangehouden, wat overeenkomt met een peilverhoging van circa 1 m gegeven het verhang in dit maaiveld. Desondanks is de peilverhoging lokaal minder, zelfs afnemend tot 0 cm, door plaatselijk grotere hoogteverschillen.

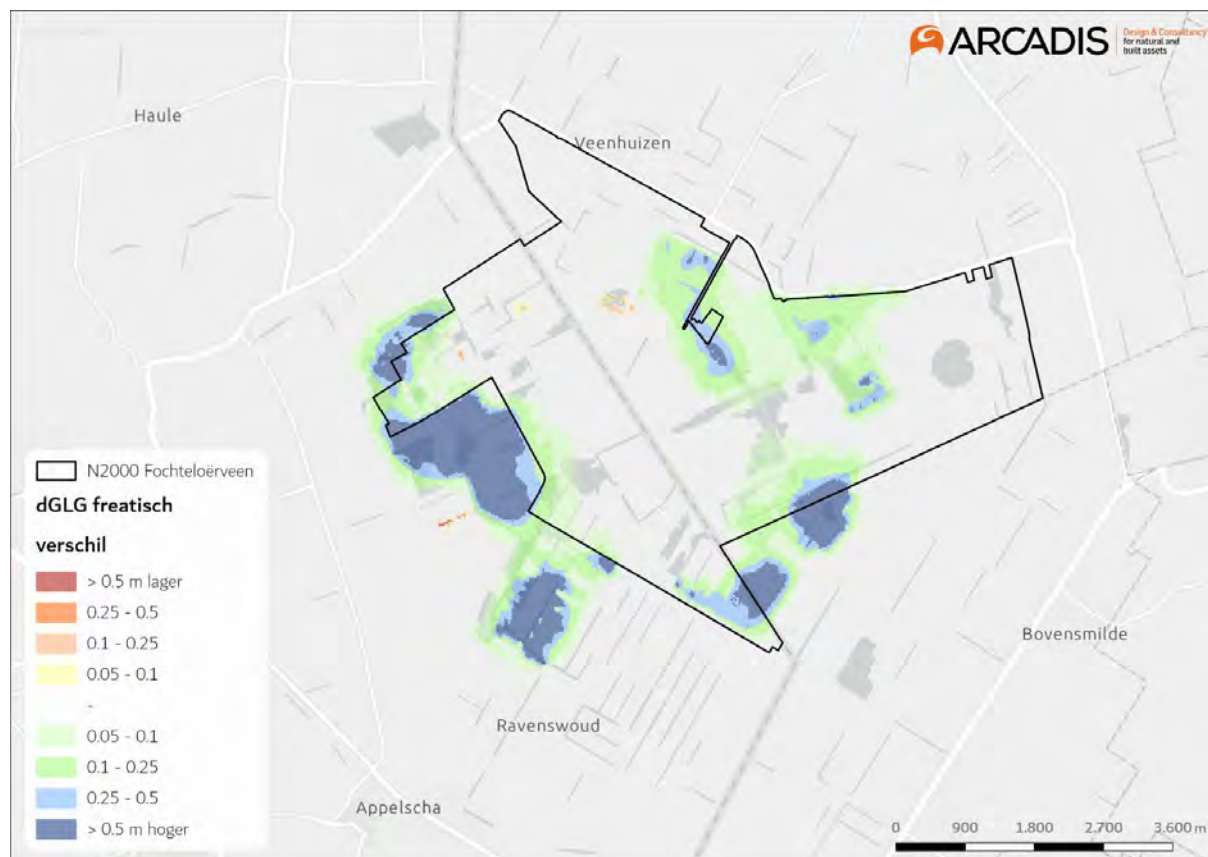
Compartiment 19O en de Vloeivelden (6A) zijn buiten beschouwing gelaten. Maar ook deze randzones zouden als hydrologische buffer kunnen worden beschouwd. Inmiddels is het peil flink daar al flink verhoogd (mond. med. J. de Bruin). Bij verdere uitwerking, in een volgende fase, verdient het de aanbeveling ook deze twee compartimenten te beschouwen.

7.4.2 Berekende effecten

De hier beschreven effecten zijn ten opzichte van het scenario kadeherstel (autonome ontwikkeling).

De effecten van peilopzet in de bufferzones zijn vooral lokaal. De GLG stijgt in delen van het Kleine Veen, het Compagnonsveld, de Vloeivelden en delen van Bankenbos (boswachterij Veenhuizen) (Figuur 7-5). Ook de GHG's worden hier hoger (Bijlage D), waarbij tegelijkertijd de dynamiek (het verschil tussen GHG en GLG) afneemt. De kwel rond het Kleine Veen neemt toe doordat minder grondwater via de watergangen (greppels en plassen in het veenpakket, zie paragraaf 7.8) wordt afgevoerd. Door vernatting van het bosgebied bij het Esmeer wordt de Schaareshokslenk ook sterk vernat.

Wanneer de buffers door wateraanvoer op peil gehouden kunnen worden, zullen deze ook gaan infiltreren. In het model is deze infiltratie nu niet opgenomen; er is niet uitgegaan van een peilgarantie. In het model is het peil dus enkel als drainagebasis opgenomen (een grondwaterstand hoger dan dit peil zal kunnen worden afgevoerd door watergangen). We verwachten dus meer effect van deze maatregel wanneer er voldoende wateraanvoer is om de buffers op peil te houden. Om dit in beeld te brengen zou als vervolg op dit doorgerekende scenario een scenario doorgerekend kunnen worden waarbij aan de compartimenten met verhoogde peilen ook een infiltratiefactor wordt toegekend. De huidige resultaten geven daarom de minimale effecten, een scenario met infiltratie geeft een maximaal effect, waarbij moet worden beoordeeld of de hoeveelheid water die het model infiltreert wel realistisch zijn (waterbeschikbaarheid).



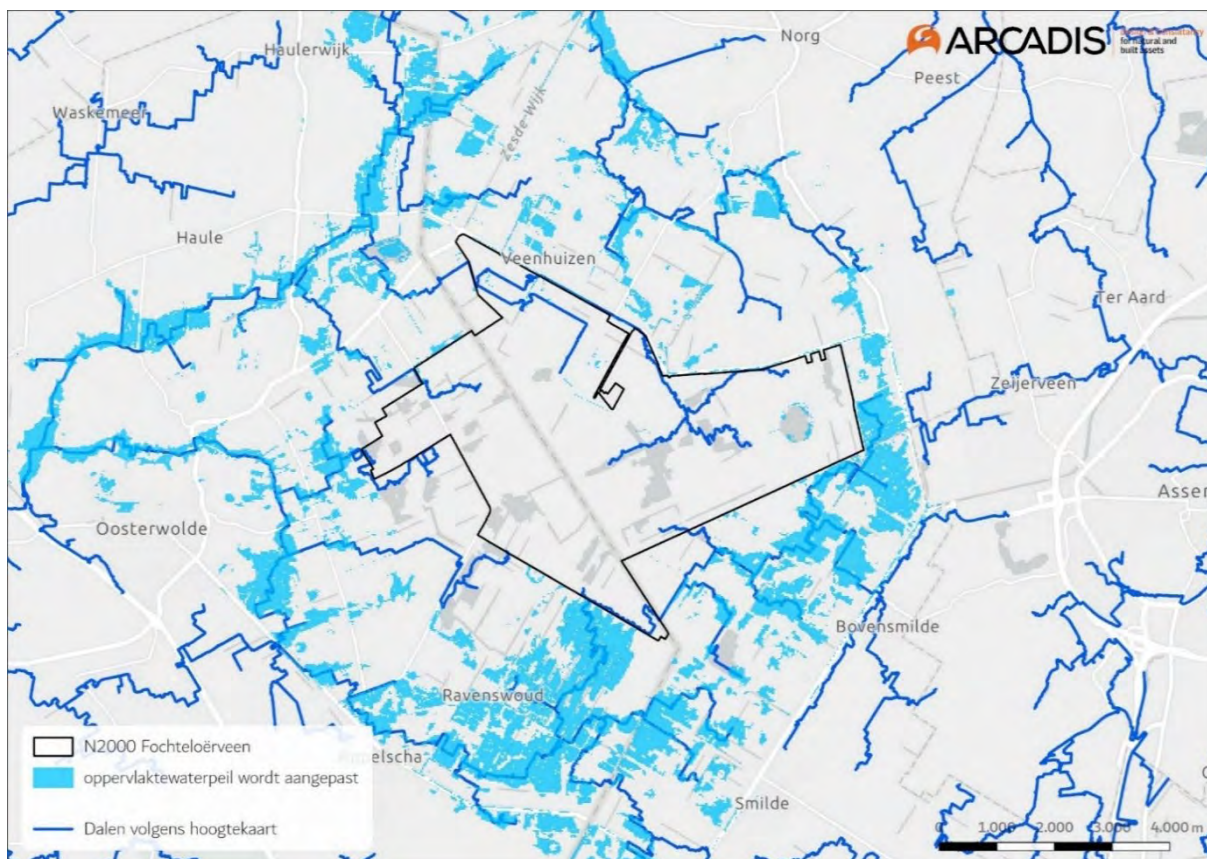
Figuur 7-5 Grondwaterstandsverandering door het verhogen van de peilen in buffergebieden.

7.5 Omgevingspeil stabiel op een hoog niveau

Grote verschillen in stijghoogte tussen het hoogveen en de omgeving zorgen voor een sterkere stroming (wegzijging of laterale grondwaterstroming) vanuit het veen naar de omgeving. Door in het model de oppervlaktewaterpeilen in de laagstgelegen delen in de omgeving van het Fochteloërveen te verhogen, wordt de gradiënt in stijghoogte geringer en nemen de waterverliezen naar de omgeving naar verwachting af. In het Fochteloërveen liggen waterscheidingen van de stroomgebieden van Tjonger, Slokkert en Grootdiep en van de polders Ravenswoud en De Zeven Blokken. De beekdalen en de polders zijn de laagste plekken in de omgeving, die de drainagebasis bepalen van de zandondergrond onder het hoogveenrestant. Wanneer in deze dalen het waterpeil jaarrond tot aan maaiveld zou komen te staan, zal dit naar verwachting leiden tot een hogere en stabielere drainagebasis onder het hoogveenrestant. Met deze doorrekening gaan we na of de effecten van een dergelijke peilverhoging tot in het hoogveen reiken.

7.5.1 Omschrijving berekening

Op basis van de AHN4-hoogtekaart is met een "Flow Accumulation"-berekening in GIS bepaald waar de laagste delen rondom het Fochteloërveen liggen (Figuur 7-6). In het model is in deze delen het waterpeil in de oppervlaktewateren jaarrond opgezet tot het niveau van het omliggende maaiveld. Hierdoor zullen de hier aanwezige watergangen minder grondwater uit de omgeving afvoeren. Vanwege het maaiveldverloop in deze lage gebieden zal er oppervlakkige afvoer (over maaiveld) optreden, waardoor ze slechts plaatselijk onder water komen te staan.

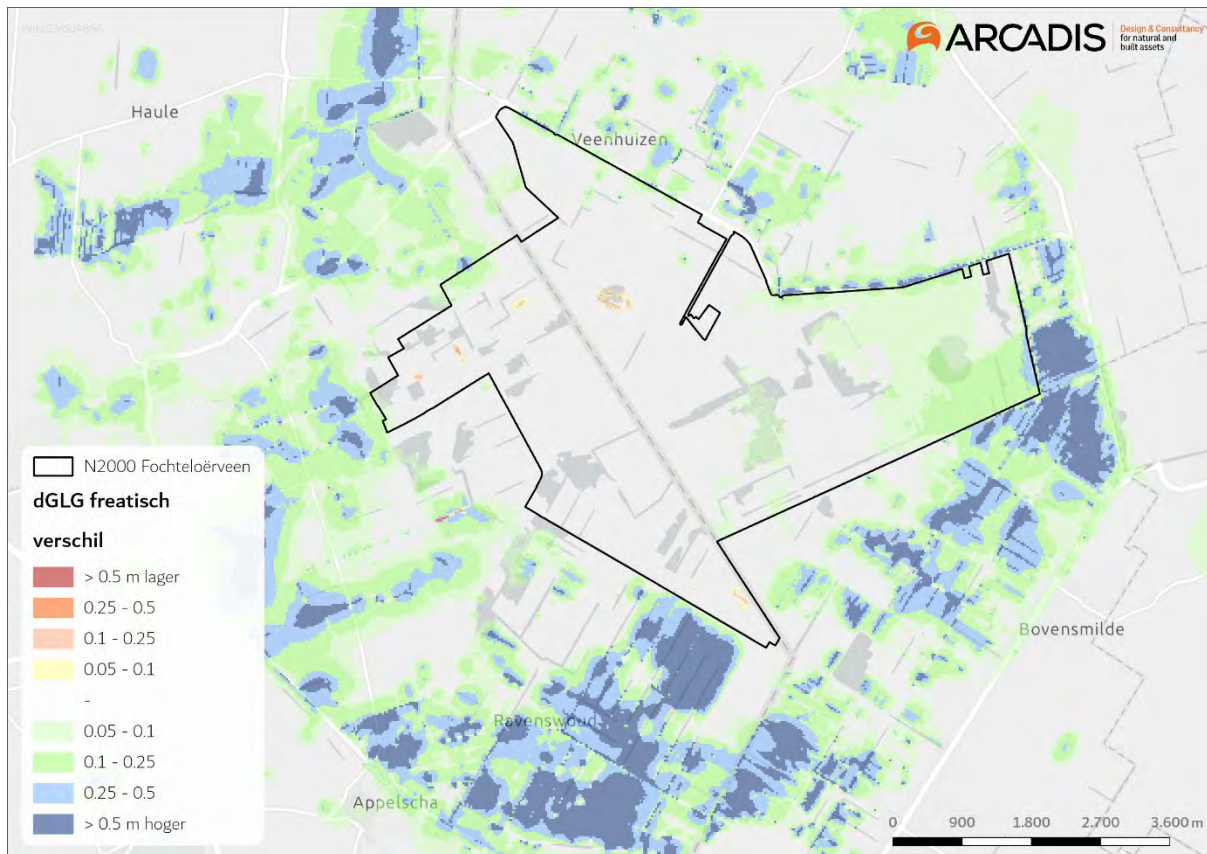


Figuur 7-6 Kaart waarop de laagste delen zijn aangegeven en de vlakken waarop het oppervlaktewaterpeil naar het niveau van omliggend maaiveld wordt gezet in het model om het effect op het Fochteloërveen na te gaan.

7.5.2 Berekende effecten

De hier beschreven effecten zijn ten opzichte van het scenario kadeherstel (autonome ontwikkeling).

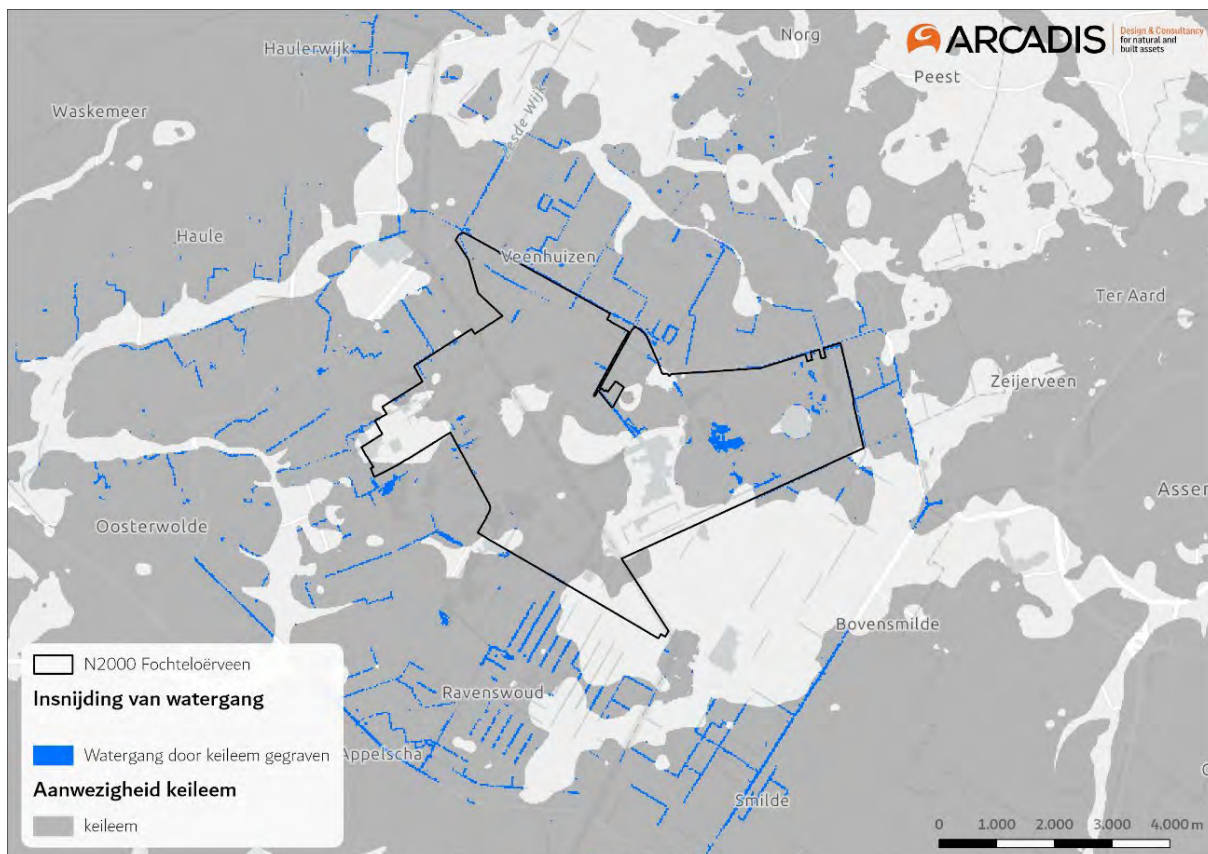
De effecten treden hoofdzakelijk op in lage delen zelf (Figuur 7-7). In de Norger Petgaten en de Vloevelden leidt deze maatregel tot een verhoging van de grondwaterstanden. Binnen de rest van het N2000-gebied is het berekende effect beperkt tot enkele randen. Het berekende effect in het freatische pakket is vergelijkbaar voor het zandpakket in WVP1 en onder de keileem in WVP2 (zie Bijlage D).



Figuur 7-7 Verandering van de grondwaterstanden door het verhogen van het oppervlaktewaterpeil in de omliggende (beek)dalen.

7.6 Beleming van watergangen

Een stabielere en hogere stijghoogte in de ondergrond kan ook behaald worden door de lekken te dichten die zijn ontstaan doordat watergangen door een scheidende laag zijn gegraven. Hiermee wordt een vermindering van de grondwaterafvoer en vermindering van de fluctuaties in het grondwater onder de keileem beoogd. Niet overal in het gebied is keileem aanwezig, dus deze aanpassing zal alleen zin hebben daar waar watergangen door de keileem zijn heen gegraven, en daar waar zulke watergangen draineren (Figuur 7-8).



Figuur 7-8 Kaart van watergangen die door de keileem heen gegraven zijn.

7.6.1 Omschrijving berekening

De watergangen die door de keileem gegraven zijn, draineren grondwater, uit WVP1 (boven de keileem, maar ook uit WVP2 (onder de keileem). Wanneer de bodem en de wanden van zulke watergangen met een laag leem worden bedekt, wordt de drainage aanzienlijke beperkt, terwijl de doorvoerfunctie en het waterpeil ongewijzigd kunnen blijven. Tegelijkertijd treedt een veel geringere infiltratie op naar het diepere pakket. Dit is gemodelleerd door de oppervlakte-waterpeilen onveranderd te laten en door de modelmatige interactie tussen de watergang en WVP2 (onder de keileem) te verwijderen voor de watergangen die de keileem doorsnijden.

7.6.2 Berekende effecten

De hier beschreven effecten zijn ten opzichte van het scenario kadeherstel (autonome ontwikkeling).

De stijghoogte neemt door beleming van watergangen op meerdere plaatsen toe (Figuur 7-9), vooral in de diepere watervoerende pakketten ten westen van het hoogveengebied. In gebieden waar water wordt ingelaten via de Drentse Hoofdvaart en Kolonievvaart (De Zeven Blokken, Norger Petgaten en langs de Kolonievvaart) wordt de stijghoogte verlaagd aangezien daar door beleming geen infiltratie meer kan optreden van dat aangevoerde water naar het grondwater.

Op plaatsen waar de belemming van watergangen zorgt voor een geringere drainerende werking van het watervoerend pakket stijgt de GLG. Dat gebeurt vooral direct rondom de watergangen bij Fochteloo en in de Weperpolder (ten westen van het Natura 2000-gebied), bij de Parallelleiding in Boswachterij Veenhuizen en bij de hoofdwatertangen (wijken) in en rondom Veenhuizen.



Figuur 7-9 Verandering van de GLG in het freatic pakket door het belemen van watergangen die door keileem heen gegraven zijn.

7.7 Verhoging stijghoogte watervoerend pakket onder potklei

Toen het veen ontstond waren het gebied en zijn omgeving veel natter dan nu en was de stijghoogte in het derde watervoerende pakket onder de Formatie van Peelo veel hoger. Doel van dit modelscenario is na te gaan hoe de freatische grondwaterstand reageert op een verhoging van de stijghoogte in het derde watervoerende pakket.

7.7.1 Omschrijving berekening

Het derde watervoerende pakket is met een 2 m hogere stijghoogte gemodelleerd dan de huidige door de rand van het model een 2 meter hogere stijghoogte te geven. Deze peilverhoging benadert de situatie tijdens het ontstaan van het veen, toen de diepe stijghoogte aanzienlijk hoger was. Bij deze verhoging wordt het stijghoogteverschil tussen de Drentse Hoofdvaart en het Fochtelooërveen (zie paragraaf 11.8) nihil.

7.7.2 Berekende effecten

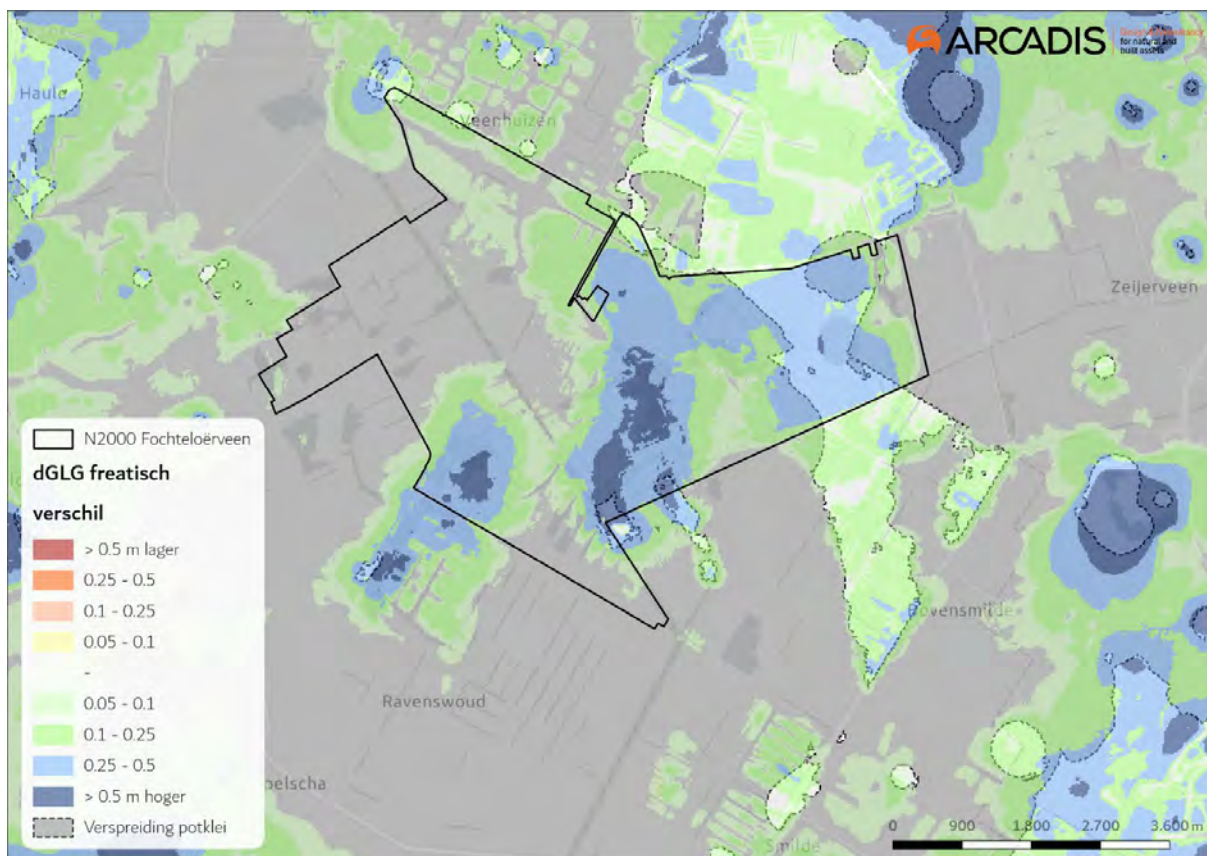
De effecten zijn beschreven ten opzichte van het scenario kadeherstel (autonome ontwikkeling).

De grondwaterstand stijgt lokaal met meer dan een halve meter in het Compagnonsveld, de Schaareshokslenk en in het Esmeer (Figuur 7-10). Het verschil tussen GHG en GLG neemt flink af. Dit scenario doet eveneens de wegzijging uit het hoogveenrestand afnemen (met 20 mm/j).

Daardoor komen de grondwaterstanden op veel plaatsen jaarrond nabij of aan maaiveld te staan, met name rondom de Schaapshokslenk. Dit bevordert op deze plekken de mogelijkheden voor veenmosgroei en op termijn mogelijk van hoogveenontwikkeling.

Bovenal laat dit scenario zien dat verhoging van de regionale stijghoogte c.q. verhoging van de regionale drainage-basis in grote delen van het Natura 2000-gebied zorgt voor grote stijgingen van de laagste grondwaterstanden en daarmee voor kwaliteitsverbetering van het herstellende hoogveen.

In polder Ravenswoud zijn de effecten beperkt, omdat hier potklei in de ondergrond zit, waardoor de verhoging van de stijghoogte niet sterk doorwerkt naar het freatisch pakket. In de beekdalen van de Slokkert (en het aangrenzende Veenhuizen) en de Tjonger en in polder De Zeven Blokken blijven de effecten beperkt omdat het oppervlaktewater-systeem veel meer water gaat afvoeren (de oppervlaktewaterpeilen in dit scenario zijn niet aangepast). Het grondwatermodel berekent een toename van de afvoer door het oppervlaktewatersysteem in deze gebieden in de tussen 140-400 mm/j. In deze gebieden zouden de effecten van stijghoogteverhoging groter zijn wanneer de drainage en afvoer door het oppervlaktewaterstelsel er zou worden beperkt.



Figuur 7-10 Verandering van de GLG in het freatisch pakket door een verhoging van 2 meter van de regionale stijghoogte in het derde watervoerende pakket (onder de potklei).

7.8 Infiltratiefluxen van de scenario's

Voor de waterbalansberekeningen zijn vier deelgebieden onderscheiden (paragraaf 11.5.4, Figuur 11-42). Voor de verschillende deelgebieden is met het grondwatermodel berekend wat de effecten van de bovenbeschreven scenario's zijn op de verticale flux (kwel/wegzijging) over de veenbasis (en als er geen veen is: de flux naar de onverzadigde zone). Ondanks modelonzekerheden (zie tekstkader: "Gevolgen modelbeperkingen op berekende effecten") geven de berekende effecten een goed beeld van de ordegrrootte van de gevolgen. Daarom zijn ze bruikbaar om scenario's onderling te vergelijken. De berekende waarden zijn dus geen exacte waarden.

Wij hebben 50 mm/jaar genomen als richtlijn voor de maximale wegzijging in een levend hoogveen, zodat er een goede balans is tussen het neerslagoverschot enerzijds en laterale afvoer en wegzijging anderzijds. Als de laterale afvoer en wegzijging groter zijn, kan zich geen acrotelm ontwikkelen en wordt de groei van veenmossen belemmerd. Gezien de onzekerheden in de waterbalans wordt naar ordegrroottes gekeken; bij een wegzijging van 100 mm/j is het aannemelijk dat dit in werkelijkheid ruim boven de 50 mm/j zal zijn.

In alle deelgebieden bleek de wegzijging te hoog te zijn, waarbij de wegzijging in de beide oostelijke deelgebieden het grootst is. Uit Tabel 7-2 blijkt dat de grote wegzijging met alleen lokale maatregelen niet voor het hele gebied kan worden opgelost. Het zijn vooral maatregelen op regionale schaal die tot een wezenlijke verbetering leiden. Binnen de compartimenten is vanzelfsprekend variatie aanwezig waardoor er plaatselijk enkele locaties zullen zijn die wel zullen voldoen aan het wegzijgingscriterium van maximaal 50 mm/jaar.

Tabel 7-2 Berekende verticale fluxen (in mm/j; positief is kwel, negatief is wegzijging) voor de waterbalansgebieden binnen het Natura 2000-gebied bij de verschillende scenario's voor het gemiddelde jaar 2015. Dit zijn dus gemiddelden over de gehele balansgebieden, waarbij lokaal kwel en wegzijging naast elkaar voorkomen en elkaar gemiddeld dus opheffen. Scenario's waarbij de wegzijging meer dan 5 mm/j afneemt zijn aangegeven met (+).

Scenario	Hoogveenkern	Friese Bufferzone	Norger Petgaten en Esmeer	De Zeven Blokken buffer	Boswachterij Veenhuizen
Huidig	-132	-112	-183	-217	-148
Kadeherstel	-134	-109	-182	-221	-149
Bufferoptimalisatie	-132	-112	-183	-217	-148
Beekdalpeil	-130	-104 (+)	-180	-252	-149
Beleming	-133	-107 (+)	-182	-220	-146
Regionaal peil	-115 (+)	-90 (+)	-160 (+)	-197 (+)	-122 (+)

De scenario's leiden ook tot hydrologische veranderingen in de omgeving van het Natura 2000-gebied (Tabel 7-3). In de meeste scenario's treedt in de meeste beekdalen en polders geen kwel meer op, waar dat historisch gezien wel het geval was (anders zouden hier geen veenbodems liggen). Bij verhoging van de regionale stijghoogte neemt de gemiddelde wegzijging het sterkst af in de oorspronkelijke kwelzones in de dalen van de Slokkert en de Tjonger, doordat hier weer meer grondwater uittreedt in het freatisch pakket.

Naast verhoging van de regionale stijghoogte zorgt de beleming van watergangen voor minder verdroging van de omgeving van het Natura 2000-gebied (zie Tabel 7-3). Hoewel deze maatregel niet doorwerkt in het Natura 2000-gebied zelf, kan hij er wel voor zorgen dat het water dat niet wordt afgevoerd door de watergangen bijdraagt aan meer watervoorraad onder het Natura 2000-gebied, waardoor de berekende peilverhoging op een andere plaats voor grotere effecten zorgt.

Tabel 7-3 Verticale fluxen (in mm/j; positief is kwel, negatief is wegzijging) voor de waterbalansgebieden buiten het Natura 2000-gebied bij de verschillende scenario's voor het gemiddelde jaar 2015. Scenario's waarbij de wegzijging meer dan 5 mm/j afneemt zijn aangegeven met (+).

Scenario	Ravenswoud	Grootdiep	Tjonger	Veenhuizen	Slokkert	De Zeven Blokken (NZV)	De Zeven Blokken (WDOD)
Huidig	-98	-148	-81	-137	-179	-191	-96
Kadeherstel	-101	-148	-81	-137	-179	-191	-97
Bufferoptimalisatie	-98	-148	-81	-137	-179	-191	-96
Beekdalpeil	-100	-145	-81	-136	-179	-190	-96
Beleming	-92 (+)	-140 (+)	-78	-129 (+)	-172 (+)	-190	-95
Regionaal peil	-97	-132 (+)	9 (+)	-103 (+)	-51 (+)	-167 (+)	-53 (+)

Stapeleffecten van maatregelen

Door maatregelen gezamenlijk uit te voeren, kunnen ze effectiever zijn dan een maatregel afzonderlijk.

Combinatie compartimentering-bufferoptimalisatie: Door grote compartimenten te splitsen in kleinere compartimenten is het op een aantal plaatsen mogelijk de peilverschillen te verlagen. Na deze aanpassing treedt er minder wegzijging op vanuit een bovenstrooms compartiment naar een benedenstrooms compartiment. Dit is dus vooral nuttig om de toestand in de hogere compartimenten te verbeteren.

Combinatie compartimentering en bufferoptimalisatie-beleming:

Bij beleming neemt de spreidingslengte (invloedafstand van watergangen) af, waardoor kadeherstel en bufferzones op plaatsen nabij watergangen die door de keileem heen gegraven zijn meer effect hebben op de naastgelegen compartimenten.

Combinatie bufferoptimalisatie-peilverhoging (beekdal en regionaal): op plaatsen waar de grondwaterstanden uitzakken tot meer dan 30 cm-mv op de overgang van de gecompartmenteerde delen naar de omgeving zijn bufferzones met een hoger peil nuttig om te zorgen dat de diepere ontwatering in het omliggende gebied minder sterk doorwerkt in het natuurgebied. Op het moment dat deze waterstanden al onder maaiveld liggen aan het begin van een droge periode, is er geen water meer beschikbaar om drukverschil te creëren om wegzijging en laterale stroming naar de omgeving te beperken.

Combinatie beleming-beekdalpeil:

Op plaatsen waar geen watergangen door de keileem heen gegraven zijn of watergangen beleemd zijn, is de spreidingslengte (invloedafstand van watergangen) in WVP1 en WVP2 kleiner dan wanneer de watergangen in contact staan met WVP2. Op die plaatsen waar de doorsnijding van watergangen door de keileem is opgeheven door het aanbrengen van leemlaag is een peilverhoging tot ongeveer een kilometer van het veengebied effectief om het veengebied te vernatten. Bij een goede verbinding tussen WVP1 en WVP2 zou voor het bereiken van een vergelijkbaar effect vanaf de grens van het veengebied een peilverhoging over een dubbel zo grote afstand moeten worden doorgevoerd.

Combinatie beekdalpeil-regionaal peil:

Wanneer het de peilen in de beekdalen worden verhoogd en daarmee de regionale stijghoogte, kwelt er minder regionaal grondwater op in de beekdalen doordat daar tegendruk ontstaat voor de stijghoogte uit WVP3. Hierdoor wordt de drainagebasis van het hele stroomgebied (kwel- en inzijgebied) verhoogd.

7.9 Conclusie gevoeligheidsanalyse

Uit de analyse blijkt dat een combinatie van het dichten van gaten in de keileem en het verhogen van bufferpeilen aan de zuidwestkant van het gebied het meest positieve effect heeft op de waterhuishouding in het gebied ten westen van de Bonghaar, waardoor het Grote Veen en Kleine Veen een zeer goede uitgangssituatie krijgen voor hoogveenherstel d.w.z. dat over grote oppervlakten de GHG boven maaiveld en de GLG minder dan 30 cm onder maaiveld staat, de amplitude <30 cm is en de som van de wegzijging en afvoer die van een natuurlijk functionerend hoogveen benadert.

Het centrale compartiment ligt hoog in het landschap. Daarom is het lastig met de doorgerekende maatregelen de wegzijging te beperken tot een niveau dat optimaal is voor hoogveenontwikkeling. Behalve kadeherstelmaatregelen en regionale peilverhoging kan de wegzijging worden verminderd door meer compartimenten te maken met onderling kleinere peilverschillen dan nu: wanneer er grote peilverschillen zijn tussen compartimenten uit zich dat – als een effect van communicerende vaten – in de ondergrond. Op zulke plaatsen is in het hoger liggende compartiment de wegzijging groot en treedt in het lager liggende compartiment kwel op. Door de peilverschillen minder groot te maken zal de verticale wegzijging verminderen.

Voor de Schaapshokslenk, het Esmeergebied en de Norgepetgaten verbetert de hydrologische situatie bij het verhogen van de peilen in aangrenzende beekdalen en andere laagten. Daarnaast is er een enige winst te behalen in verhoging van het waterpeil en afname van de dynamiek door het peil in gebieden die grenzen aan de dalen en andere laagten op te zetten. In deze oostelijke gebieden blijft de wegzijging ook bij de onderzochte maatregelen te groot voor hoogveenherstel. In paragraaf 8.3 en Figuur 8-3 is aangeduid waar peilverhoging in beekdalen effectief is.

Al met al moet voor het verbeteren van de hydrologische situatie ten behoeve van hoogveenherstel gekeken worden naar een combinatie van maatregelen; deze hebben een stapeleffect doordat ze elkaar versterken (bijvoorbeeld: het effect van verhogen van de regionale stijghoogte onder de potklei wordt nu deels opgevangen door het oppervlakte-watersysteem. Wanneer het peil hier wordt verhoogd zal het effect van de verhoging van de regionale stijghoogte groter worden ($1+1 = 3$)). In het volgende hoofdstuk geven wij op basis van de effectanalyse en onze systeemkennis een doorkijk naar welke maatregelen op welke plaats een gunstig effect zullen hebben.

8 Doorkijk naar mogelijke maatregelen

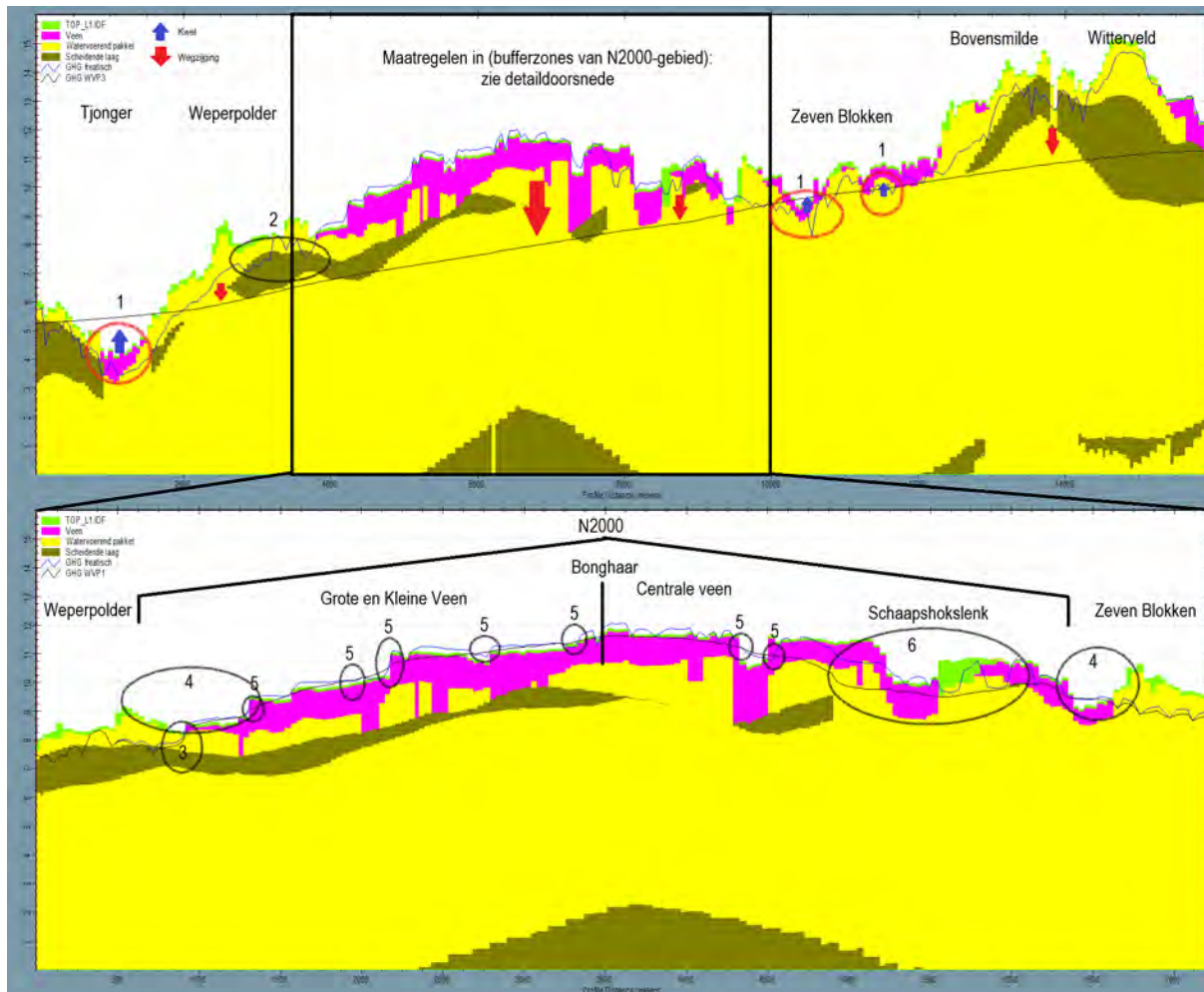
8.1 Inleiding

In dit hoofdstuk geven we een doorkijk naar mogelijke (hydrologische) maatregelen ter bevordering van hoogveenherstel, vanuit Natura 2000 de hoofdpoging voor het Fochteloërveen. Niet alle scenario's zijn even effectief gebleken voor hoogveenherstel en niet alle mogelijk zinvolle maatregelen zijn al doorgerekend. Desondanks bespreken we in dit hoofdstuk welke hydrologische maatregelen op welke plaatsen geschikt zouden kunnen zijn ter bevordering van hoogveenherstel in het Fochteloërveen. Onze bespreking is gebaseerd op de pijlers van deze studie: analyse van het landschapsecologisch systeem en modellering van de waterhuishouding en de vervolgens berekende effecten van de verschillende scenario's. In deze bespreking gaan we ervanuit dat de kadeherstelmaatregelen met bijbehorende peilaanpassingen al zijn uitgevoerd (autonome ontwikkeling). We bespreken zowel maatregelen binnen het Natura 2000-gebied (paragraaf 8.2) als erbuiten (paragraaf 8.3) alsmede de verwachte reikwijdte van hun effecten. Dit overzicht vormt de basis voor een verdere uitwerking van maatregelen in de vervolgfase.

De hier beschreven maatregelen zijn gericht op het oplossen van de knelpunten voor hoogveenherstel, zoals beschreven in hoofdstuk 5. In Figuur 8-3 is ingetekend welke gebieden het meest kansrijk zijn voor de maatregelen.

In Figuur 8-1 staat indicatief weergegeven waar welke maatregelen geschikt zijn om het hydrologisch functioneren van het gebied te verbeteren met het oog op het hoogveenherstel in het kader van de Natuur 2000-kernopgaven en -doelstellingen. Hierbij tonen we, net als voor de vroegere en huidige toestand, ook de fluxen tussen het veenpakket en de stijghoogten in het onderliggende zandpakket in en om het N2000-gebied.

We presenteren geen maatregelen ter verhoging van de regionale stijghoogte buiten het modelgebied, hoewel deze bevorderlijk zijn voor hoogveenherstel. Zulke maatregelen vragen om een (meer) provinciebrede benadering. De effecten van zulke maatregelen zijn naar verwachting immers verstrekkend en vragen daarom eerst om een bredere bestuurlijk-beleidsmatige afweging. Ook stellen we hier geen maatregelen voor om de stikstofdepositie terug te dringen; dit is samen met het disfunctioneren van de waterhuishouding het tweede hoofdknelpunt voor het bereiken van de Natura 2000-doelstellingen. Ook is in deze beschouwing geen rekening gehouden met klimaatverandering. De verwachting is dat de weersextremen en daarmee de hydrologische dynamiek zullen toenemen door klimaatverandering; het wordt natter in de winter, droger in het voorjaar en in de zomer, waarbij in piekneerslagen zullen toenemen. Het vasthouden en bergen van water hoog in het landschap of anders gezegd het vertragen van afvoer wordt derhalve nog belangrijker. Hoogveenherstel kan daaraan een belangrijke bijdrage leveren.



Figuur 8-1 Indicatieve weergave van de maatregelen die (in combinatie) geschikt zijn om het hydrologisch functioneren van het gebied te verbeteren met het oog op het hoogveenherstel in het kader van de Natuur 2000-kernopgaven en –doelstellingen. 1 = peilen verhogen om drainageniveau te verhogen; 2 = herstel van keileem waar watergangen door keileem heen gegraven zijn; 3 = aanbrengen damwand tot op de keileem om peilverschil natuur en landbouw op te vangen; 4 = verhogen peil en in buitenste compartimenten/bufferzones om tegendruk te creëren voor hoogveen; 5 = verkleinen peilsprongen tussen compartimenten; 6 = peil Schaapshokslenk verhogen om verdroging omliggende veenpakketten te verminderen.

8.2 Binnen het Natura 2000-gebied

De kadeherstelmaatregelen en de bijbehorende peilaanpassingen (autonome ontwikkelingen) hebben effect binnen de compartimenten waarin de peilen worden aangepast (zie Bijlage D). De gevolgen werken verticaal ver door d.w.z. tot in het tweede watervoerende pakket (tot boven de potklei), maar horizontaal slechts beperkt. Naast deze maatregelen worden de volgende interne hydrologische maatregelen, die bijdragen aan het meer vasthouden van water, als kansrijk gezien voor bevordering van hoogveenherstel binnen het Natura 2000-gebied.

Beheer

Het beheer kan bijdragen aan de vermindering van waterverliezen door consequent, repetitief bomen te verwijderen (minder verdamping), waarbij het belangrijk is dat de veenbasis intact blijft om lekverliezen te voorkomen. Naast bomen zorgt pijpenstrootje voor een grotere verdamping dan die van veenmossen. Natuurmonumenten experimenteert thans met maatregelen om de dominantie van dit gras terug te dringen. De effecten daarvan op de lange termijn zijn nog onbekend.

De andere strategie om de dominantie van pijpenstrootje gericht te doorbreken is peilverhoging en -stabilisatie in de compartimenten. Dat is een kwestie van tijd, waarbij het waterregime uiteindelijk ongunstig zal worden voor pijpenstrootje (en bomen).

Verondiepen of dempen van watergangen

Het dempen van diepe watergangen en wijken zorgt voor een geringere waterafvoer en daardoor hogere freatische grondwaterstanden. Hetzelfde geldt voor kleine sloten en greppels (van de boekweitbrandcultuur) waardoor water minder snel oppervlakkig kan afstromen. Indien dat praktisch onmogelijk is, of de bestaande vegetatie teveel beschadigd, is afdammen of het inbrengen van meerdere dammen een alternatief (next best solution).

Met deze maatregelen wordt de droogtestress van de vegetatie gereduceerd. In het Grote en Kleine Veen zou de hydrologische situatie gemiddeld dan zelfs geschikt zijn voor veenmosgroei over grote oppervlakten en op termijn plaatselijk herstel van een acrotelm.

Verbetering compartimentering

In de compartimenten ten zuiden van het centrale compartiment zijn nog aanzienlijke hydrologisch winsten te behalen door de compartimenten te splitsen en de peilverschillen tussen de compartimenten te beperken (tot ongeveer 30 cm). Deze maatregel zorgt voor een verminderde wegzijging en stabielere hogere peilen in de hoogste compartimenten.

Rondom de Schaapshokslenk en Schaapshokwijk is verdere compartimentering niet mogelijk is. Hier zijn de peilverschillen weliswaar groot maar de compartimenten zijn te beperkt in omvang om deze verder op te delen. Hier zal het peil verhoogd moeten worden om een meer geleidelijke peilovergang naar het omliggende hoogveen te bewerkstelligen.

Verhogen peilen bufferzones

Het verder verhogen van het waterpeil (en het dempen van watergangen en greppels) in bufferzones kan vooral aan de Friese kant zorgen voor een afname van de wegzijging en dynamiek en een hoger en stabiel waterpeil in het Kleine Veen, waardoor de situatie voor hoogveenherstel daar verbetert. Ook bij de bufferzone aan de zijde van De Zeven Blokken is winst te halen met peilopzet, zodat in de Schaapshokslenk een continu hoger peil te realiseren is dat tegendruk biedt aan de omliggende veengebieden. Peilopzet in de bufferzones leidt buiten de compartimenten tot een waterstandsverhoging tot ongeveer 500 m richting hoogveenkern. Buiten het Natura 2000-gebied werken deze effecten tot ongeveer 200 m door vanwege het aanwezige, drainerende oppervlaktewaterstelsel.

Herinrichting Boswachterij Veenhuizen

Boswachterij Veenhuizen is eveneens een overgangsgebied naar het hoogveen. Hoewel het formeel geen bufferzone is, kan het bij het treffen van specifieke inrichtingsmaatregelen wel als zodanig functioneren. De verwachte invloed hiervan is echter beperkt gezien de beperkte hydrologische relatie. Het verminderen van ontwatering in de boswachterij, evenals het beperken van de verdamping en interceptie van de bosbegroeiing draagt mogelijk (maar beperkt) bij aan veenherstel. Dat wordt bereikt door:

- Veel van de watergangen te dempen of te verondiepen, op de eerste plaats diegene die door de keileem zijn gegraven, om de ontwatering van het aangrenzende veenrestant te verminderen en de toevoer van lokaal grondwater naar het hoogveen te versterken.

- Donker naaldbos om te vormen naar loofbos of open grove dennenbos om de grondwateraanvulling te vergroten waardoor de waterstanden in het ondiepe zandpakket boven de keileem zullen stijgen.
- Bos om te vormen naar open begroeiingen, zoals heiden, waardoor de verdamping vermindert en de grondwateraanvulling zal toenemen.

Waar wat precies nodig of zinvol is, kan en op welke termijn valt buiten het bestek van deze studie. Maatregelen in de boswachterij zijn het meest wenselijk daar waar over korte afstand grote verschillen in waterstanden optreden, d.i. in het westelijke deel van de boswachterij. Nadere verkenning hiervan in combinatie met behoud en bij voorkeur versterking van de hoge cultuurhistorische waarden in dit gebied vraagt om nader onderzoek.

Plaatsen van damwanden op grens

Op de overgang van natuur- naar landbouwgebied is overgang in waterpeilen abrupt. De diepe ontwatering van de landbouwgebieden zorgt onbedoeld voor ontwatering van delen van het natuurgebied. Waar een aaneengesloten keileemlaag (ondiep) aanwezig is, kunnen damwanden tot op de keileem aangebracht worden die ervoor zorgen dat de lage peilen uit het landbouwgebied minder ver doorwerken in het natuurgebied en vice versa.

8.3 Rond het Natura 2000-gebied binnen het studiegebied

Wanneer de wegzijging naar de diep gelegen en diep ontwaterde omgeving te groot is, zoals in het Fochteloërveen, zijn beter functionerende buffers en nieuwe buffers nodig (om deze te verminderen Schouwenaars et al., 2019) of moeten de oppervlaktewaterpeilen in de omgeving worden verhoogd. Vanuit dat perspectief zijn de volgende maatregelen kansrijk voor bevordering van hoogveenherstel binnen het Natura 2000-gebied

Verhogen peilen in omliggende dalen

Bij de afwezigheid van potklei in de diepere ondergrond stijgt de regionale stijghoogte wanneer in de omliggende dalen minder diep worden ontwaterd. De laagste c.q. diepst ontwaterde plekken in de regio zijn:

- De onderbemaling Ravensmeeren (peilgebied GPGKGM018-Ravensmeeren van waterschap Noorderzijlvest in de Zeven Blokken.
- De peilgebieden AP-003, AP-004, AP-005, AP-006 van wetterskip Fryslân in het beekdal van de Tjonger.
- Peilgebied GPGKST0642-Norgerweg van waterschap Noorderzijlvest in het dal van de Slokkert.

Het verhogen van waterstanden in andere (beek)dalen in de omgeving is zinvol voor hoogveenherstel wanneer dit gebeurt binnen twee kilometer van de rand van het Natura 2000-gebied. Dit is de spreidingslengte c.q. invloedszone van maatregelen van de (gecombineerde) stijghoogten van het eerste en tweede watervoerende pakket. Om die reden is een dergelijke maatregel geschikt nabij het Esmeer-gebied en de Norger Petgaten, in de brongebieden van de Slokkert en polder De Zeven Blokken tussen Bovensmilde en Huis ter Heide. De effecten strekken zich uit tot in de Schaapshokslenk en het gehele Esmeergebied. Maatregelen met peilopzet in de (beek)dalen die meer dan 2 kilometer van het natuurgebied af liggen, zowel ten noorden, westen als zuiden van het Natura 2000-gebied hebben geen effect meer op de waterhuishouding van het natuurgebied.

Peilopzet en inlaatvoorziening bufferzones

Wanneer de watergangen nabij het Natura 2000-gebied (peilvak GPGKST1061-Jachtlust van waterschap Noorderzijlvest) op een hoger peil gehouden worden door wateraanvoer vanuit de Drentse Hoofdvaart, werken deze niet alleen als inlaatvoorziening voor de Zeven Blokken, maar tevens als infiltratievoorziening voor het eerste watervoerende pakket onder de Norger Petgaten. Deze wateraanvoer kan tevens dienen om de bufferzone van de Zeven Blokken (peilvak GPGKST1066-Smildegerveen van waterschap Noorderzijlvest) in te zetten als infiltratievoorziening met peilgarantie op een hoger peil.

Peilopzet in de bufferzones is het meest effectief op plaatsen met weinig scheidende lagen in de ondergrond omdat de spreidingslengte daar het grootst is. Op plaatsen waar noch keileem en potklei voorkomen, zoals in de bufferzone de Zeven Blokken, werkt peilopzet dan ook het sterkst door. Als bufferzone voor de Norger Petgaten zou daarom het noordelijk deel van de Zeven Blokken (dat in beheer is bij waterschap Drents Overijsselse Delta) in aanmerking komen.

Op andere plaatsen moet het peil van de bufferzones vooral beter afgestemd worden op het bovenliggende compartiment opdat de peilverschillen tussen de compartimenten worden verkleind en daarmee de gradiënt in grondwaterstanden vlakker wordt en de wegzijgingsintensiteit afneemt. Vooral in de overgang van het centrale compartiment naar polder Ravenswoud zijn de compartimenten en peilverschillen tussen compartimenten te groot om tegendruk te bieden aan het hoger gelegen hoogveen en daarmee de wegzijging uit het hoogveen.

Samen met peilopzet en verbetering van de compartimentering in het Compagnonsveld (compartimenten 17A, 17DE, 17F) en richting de Tachtig Bunder (compartiment 19A) is het mogelijk om de wegzijging in het centrale compartiment te verminderen.

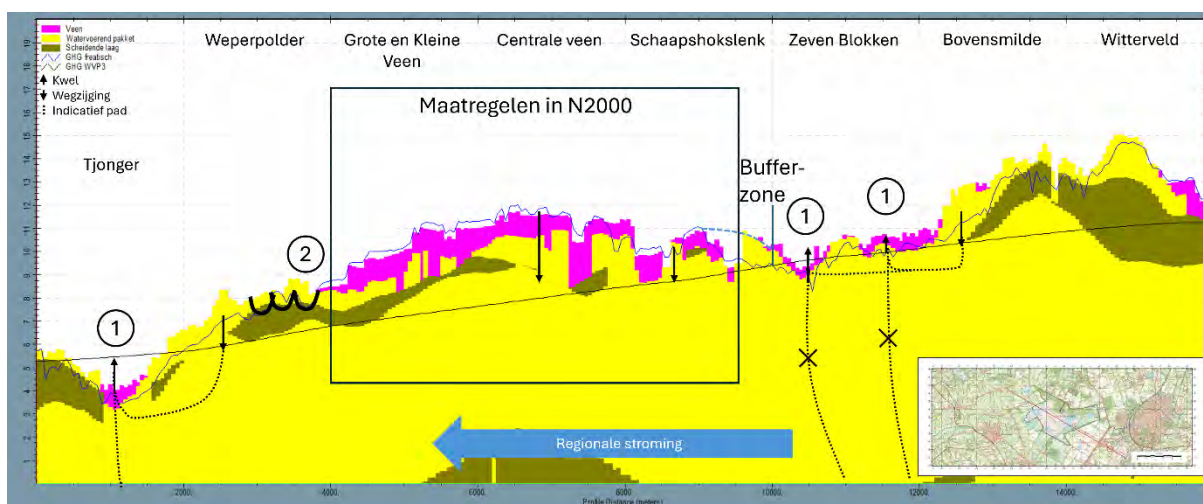
Belemen van watergangen/keileemherstel

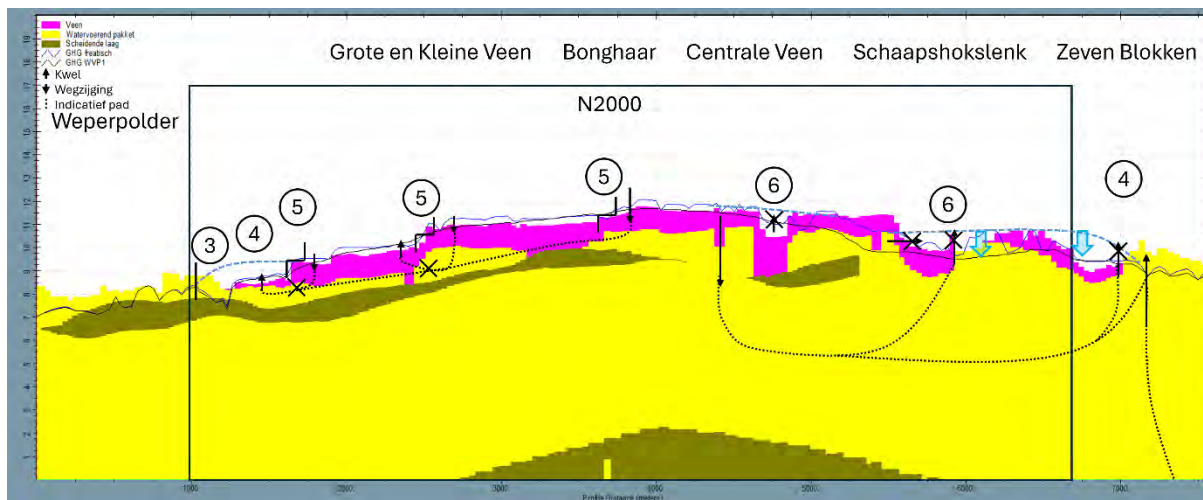
Het belemen van watergangen die door de keileem heen zijn gegraven leidt tot op 1 km afstand voor een stijghoogteverandering. Deze afstand is gebaseerd op de spreidingslengte. Het op grotere afstand van het natuurgebied belemen van watergangen heeft geen waarneembaar effect meer op de hydrologie in het natuurgebied. Belemen is met name effectief voor bevordering van hoogveenherstel rondom het Kleine Veen. Het zorgt ook voor vernatting in boswachterij Veenhuizen, zeker ook wanneer het wordt gecombineerd met bosomvorming.

8.4 Zoekgebiedenkaart voor maatregelen

Gebaseerd op bovenstaande paragrafen zijn plaatsen op kaart gezet waar combinaties van hydrologische herstelmaatregelen hoogveenherstel in het Natura 2000-gebied zullen bevorderen (zie Figuur 8-3). In de doorsnedes (Figuur 8-2) zijn indicatief aangegeven op welke landschappelijke plaatsen ingrepen kunnen bijdragen aan hydrologisch herstel van het veen. De ingrepen zijn:

1. Peilen verhogen om drainageniveau te verhogen.
2. Herstel van keileem waar watergangen door keileem heen gegraven zijn.
3. Aanbrengen ondoorlatende dam (leemkade of damwand) tot op de keileem om peilverschil natuur en landbouw op te vangen.
4. Verhogen peil buitenste compartimenten/bufferzones om tegendruk te creëren voor hoogveen, waar mogelijk actief op hoog peil gehouden.
5. Verkleinen sprongen (steile peilgradiënten) tussen compartimenten.
6. Peil Schaapshokslenk verhogen om verdroging omliggende veenpakketten te verminderen: dit is nu een kwelgebied, maar door hier het peil op te zetten ontstaat een wegzijgingsgebied dat het hoogveenrestant hydrologisch ondersteunt.





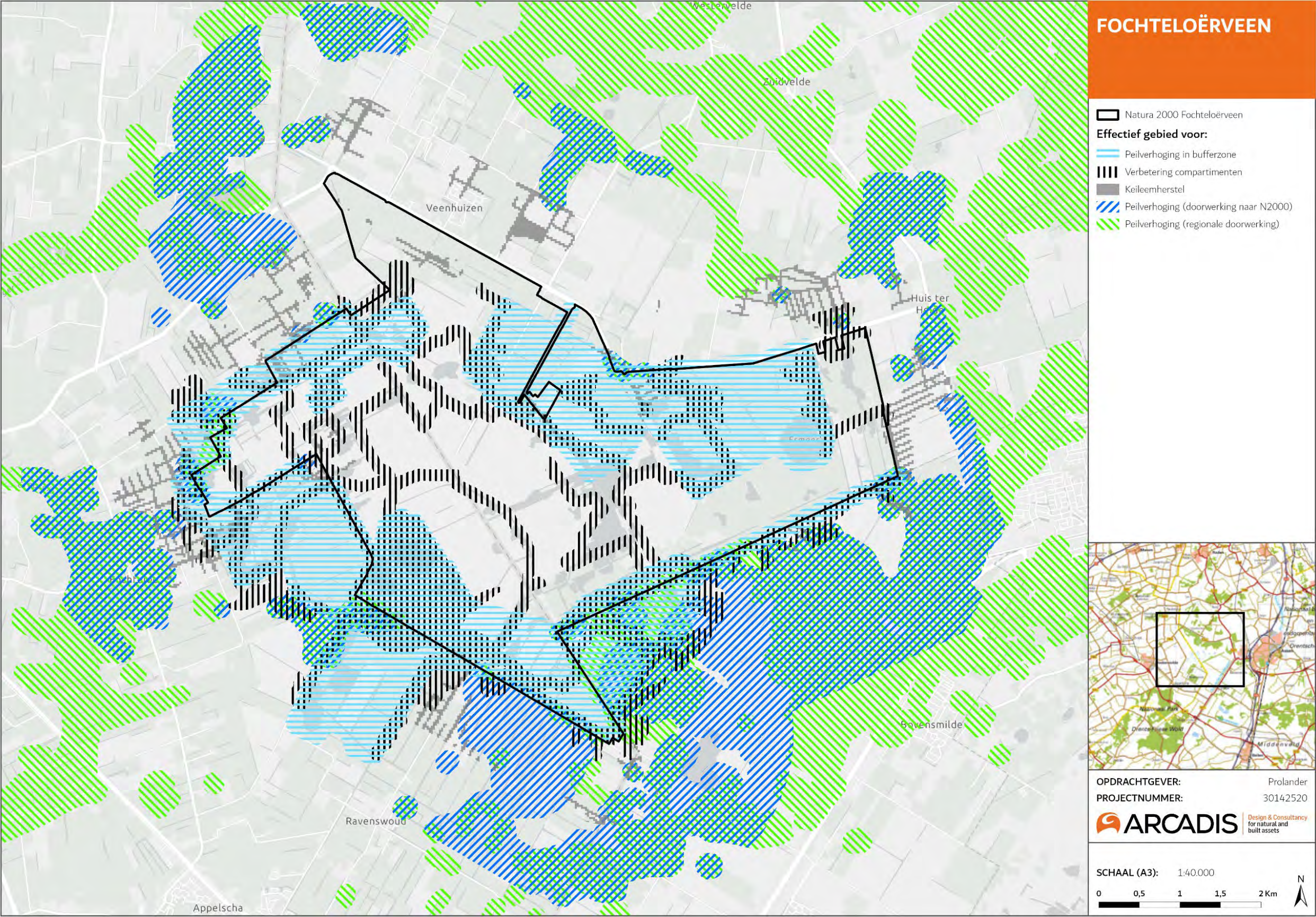
Figuur 8-2 Doorsnedes met maatregelen ten behoeve van het hydrologisch herstel van het Fochteloërveen. Met kruizen is aangegeven welke hydrologische fluxen worden verminderd of voorkomen.

8.5 Relatie Fochteloërveen met de omgeving

Hogere peilen in de buitenste compartimenten hebben een positief effect op de mogelijkheden voor hoogveenherstel in het gebied. Mogelijk kunnen er ook positieve effecten voor de omgeving aan worden gekoppeld, zoals een meer gedoseerde en geleidelijke afvoer van water naar de omgeving. Zo wordt het watersysteem in de omgeving ontlast van piekafvoeren: gemalen hoeven minder hard te draaien onder natte weersomstandigheden (want water wordt vastgehouden en geborgen in het hoogveen en de bufferzones) en er is in drogere periodes minder snel aanvoer nodig uit de Drentse Hoofdvaart (die met pompen op peil gehouden wordt).

Bijkomende voordelen van hoge peilen op bufferzones en in beekdalen zijn dat er daar ruimte komt voor water-, moeras- en weidevogels. Daarnaast vermindert een hoger peil in de beekdalen de oxidatie van de veenbodem en zorgt het ook voor minder droogteschade op de omringende hogere gronden waar landbouw wordt bedreven.

De belemming van watergangen rondom het Kleine Veen zorgt voor vermindering van de afvoer van grondwater, waardoor in het hoogveen de peilen hoger en stabiel worden. Bovendien zorgt deze maatregel ook voor minder droogteschade aan landbouwgewassen doordat ook in het landbouwgebied de GLG minder diep uitzakt zonder dat daarbij vernatting optreedt in de winter en het vroege voorjaar (bij gelijkblijvend peil).



Figuur 8-3 Kaart met aangegeven wat effectieve locaties zijn voor maatregelen voor hydrologisch herstel.

8.6 Ecologische verbinding

Om de populaties van de (deels) minder mobiele soort(groepen) van het Fochteloërveen zoals reptielen (adder, gladde slang, hazelworm, levendbarende hagedis), amfibieën (boomkikker, heikikker), vlinders en andere insecten (gentiaanblauwtje, heivlinder, veenhooibeestje, Noordse witsnuitlibel, venwitsnuitlibel) te versterken zijn onderlinge verbindingen met natuurgebieden een vereiste. Veel van de omliggende gebieden zoals het Witterveld, Drents-Friese Wold, Hijkerveld, Hingsteveld en Boswachterijen Grolloo en Schoonloo herbergen enkele van deze soorten verspreid over de gebieden of in één enkel gebied. Ondanks dat al deze gebieden potentie hebben voor deze soorten; er zijn veel barrières aanwezig tussen deze natuurgebieden, zoals autowegen, waardoor ze nu niet zelfstandig kunnen migreren.

Goed ingerichte ecologische verbindingzones hebben potentie om voor deze minder mobiele soorten als transportroutes en als leefgebieden te dienen. Deze verbindingzones dienen te bestaan uit een rijke variatie in droge en natte delen, open en gesloten structuren, lage en hoge vegetatie. Om de tientallen meters dienen vennen aanwezig te zijn in de lagere delen om de watergebonden soorten te herbergen met daaromheen natte heide en op de hogere delen droge heide en open stukjes zand. Doordat deze verbindingzones door landbouwgebied aangelegd zouden worden, kan het aanleggen of behouden van struweel (zoals braam, wilg, berk) aan de randen van de verbindingzone, ervoor zorgen dat meststoffen en pesticiden van omliggende landbouwgronden deels opgevangen worden. Tevens dienen de struwelen als dekking voor veel dieren zoals reptielen. In het midden van de verbindingzones dienen weinig tot geen struweel aanwezig te zijn. Ook is het een vereiste dat er geen bosvorming ontstaat en de zones niet te voedselrijk worden. Het Fochteloërveen en de omliggende gebieden zoals de veengebieden op de boswachterijen Grolloo en Schoonloo dienen als referentiegebied aangehouden te worden voor de inrichting van deze ecologische verbindingzones. Door deze verbindingzones zo in te richten kan er op de lange termijn ook hoogveenontwikkeling plaatsvinden wat positief effect heeft op soorten als het veenhooibeestje.

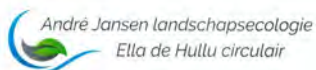
Er kan gekozen worden om het gehele traject van de verbindingzones aan te leggen met ongeveer dezelfde breedte waarbij de verbindingzones enkele tientallen meters breed moeten zijn. Ook kunnen de verbindingzones aangelegd worden door middel van een 'stepping stone' patroon. Dit bestaat uit een variatie aan brede en smallere delen. Op de brede stukken dienen de vennen aangelegd te worden waar populaties zich kunnen vestigen en de smallere delen dienen dan met name als transportroute naar de verschillende bredere stukken ('stepping stones').

Daarnaast bieden de randen van het hoogveenlandschap kansen voor de ontwikkeling van dynamische moerassen. In deze randzones kunnen 'lagg-soorten' als porseleinhoen en paapje een duurzaam leefgebied vinden, in overeenstemming met kernopgave 7.03. Het is wenselijk een strategie te ontwikkelen waarmee deze en andere soorten stapsgewijs kunnen migreren van het huidige hoogveenrestant naar zijn randen. In het Bargerveen is dit bijvoorbeeld met succes gerealiseerd voor de grauwe klauwier (Vogelbescherming, 2019). Dit vormt een inspirerend voorbeeld van het betrekken van randzones bij de ontwikkeling van nieuwe gradiënten in een 21e-eeuws hoogveenlandschap, met inachtneming van hun primaire functie als hydrologische buffer.

Voor sterk bedreigde soorten en levensgemeenschappen, zoals die van heischrale graslanden, berkenbroeken, gagestruwelen en zure kleine zeggenmoerassen, kan in deze randen ruimte worden gevonden wanneer de juiste hydrologische omstandigheden worden gecreëerd. Dit kan bijvoorbeeld door het instellen van een cascade van peilen, waarbij lokale kwel van het ene peilcompartment naar het andere optreedt. Bij de ontwikkeling van zulke gradiënten is tevens aandacht vereist voor verbinding van de moerassen met hun omgeving, zoals de omliggende beekdalen. De kwaliteit van deze verbindingen wordt mede bepaald door hydrologische relaties met de omgeving, zoals oppervlakkige afvoer en de hoogte van de drainagebasis.

Een nadere uitwerking en detaillering van dit concept van (nieuwe gradiënten in) een 21e eeuwse hoogveenlandschap valt buiten het kader van dit onderzoek. In deze nadere uitwerking behoort in ieder geval te worden benoemd welke levensgemeenschappen en soorten het betreft en welke (hydrologische) condities noodzakelijk zijn om die in de randen te kunnen huisvesten en vice versa (zie 6 Leemten in kennis).

Om de barrières als autowegen en de Drentsche Hoofdvaart te overbruggen worden idealiter ecoducten aangelegd (al dan niet i.c.m. ingraven weg of watergang). De voordelen van ecoducten zijn dat er daardoor geen barrières meer aanwezig zijn, het een natuurlijke verbindingzone betreft en het kan functioneren voor allerlei diersoorten. Nadeel is dat ecoducten een forse investering zijn. Andere opties om de wegen en het kanaal te overbruggen zijn het aanleggen van een faunatunnel of een ecoduiker. Deze maatregelen zijn echter met name voor zoogdieren geschikt en niet tot beperkt voor reptielen, amfibieën en insecten.



De laatste optie is om de huidige barrières in stand te houden en ze zo klein mogelijk te maken door het aanleggen van de ecologische verbindingzones tot aan de barrières. Het nadeel is dat de barrières intact blijven en verspreiding van soorten belemmeren. Mogelijke gunstige maatregelen om de barrièrewerking te verzachten zijn het aanleggen van natuurvriendelijke oevers in het kanaal, fauna-uittreeplaatsen, amfibieën/reptielengoten onder wegen, verminderen van de snelheid en waarschuwborden. Echter zullen deze maatregelen nooit zo goed functioneren als een ecoduct.

9 Conclusie

Deze conclusie geeft een korte samenvatting. Vervolgens worden de onderzoeksvragen (paragraaf 0) beantwoord.

9.1 Samenvatting

Het Fochteloërveen is een restant van het uitgestrekte hoogveenlandschap van de Smilder Veenen en functioneert momenteel als een gedegradieerd of herstellend hoogveen. De hydrologische situatie is door eerdere ingrepen zoals vervening, ontwatering en landbouwkundige ontginning sterk veranderd. De natuurlijke zelfregulatie van het hoogveen is grotendeels verdwenen, met als gevolg een te hoge wegzijging van water naar de ondergrond en een instabiel grondwaterregime. De huidige compartimentering en bufferzones hebben geleid tot verbeteringen, vooral in het centrale compartiment, maar zijn nog onvoldoende om op grotere schaal actief hoogveen te herstellen.

De ontwikkeling van het veen begon in grondwatergevoede laagten en breidde zich later uit naar hogere delen. De ondergrond bestaat uit complexe lagen van potklei, keileem en zand, waarvan de doorlatendheid en dikte sterk variëren. Deze variatie beïnvloedt de hydrologische dynamiek. Omdat de kennis over de ligging en de weerstand van lagen niet goed bekend is, vormt dit kennishiaat. Dit bemoeilijkt het opstellen van oplossingen en maatregelen. Verdere veldonderzoeken zijn nodig om de weerstand van deze lagen beter te begrijpen.

De cultuurhistorische context van het gebied, met name de Koloniën van Weldadigheid, speelt een belangrijke rol in het landschapsbeeld en biedt kansen voor integratie van natuurherstel en erfgoedbehoud. De cultuurhistorische waarden zijn echter nog onvoldoende in kaart gebracht in relatie tot de herstelmaatregelen.

Voor het behalen van de Natura 2000-doelen zijn meerdere knelpunten geïdentificeerd: te grote wegzijging, onvoldoende stabiele waterstanden, stikstofdepositie, en de aanwezigheid van invasieve exoten. De relatie tussen (grond)water en vegetatie is cruciaal: veenmossen en andere hoogveenspecialisten vereisen een stabiel, nat regime met minimale fluctuaties. De huidige situatie voldoet hier slechts op enkele plekken aan.

Maatregelen zoals verdere compartimentering, peilverhoging in buffers, herstel van keileemlagen, en aanpassing van het bosbeheer zijn noodzakelijk. In de randzones liggen kansen voor hydrologische buffering en ecologische verbindingen, maar ook hier zijn beperkingen door diepe ontwatering en landgebruik. De historische lagg-zones liggen te ver van het huidige veenrestant om volledig herstel mogelijk te maken, maar nieuwe gradiënten kunnen deels deze functie overnemen.

Tot slot is het realiseren van een 21e-eeuws hoogveenlandschap mogelijk, mits er een combinatie van maatregelen wordt genomen die zowel lokaal als regionaal effect hebben. Dit vraagt om een integrale benadering waarin hydrologie, ecologie, cultuurhistorie en klimaatadaptatie samenkomen.

9.2 Onderzoeksvragen

1. Hoe functioneert het huidige systeem van hoogveen, overgangen (inclusief lagg-zone) en beekdalen en benoem de (potentiële) knelpunten hierin?

a. Voeding, wisselwerking en samenhang van het watersysteem Fochteloërveen met de omgeving, onder andere voor de omliggende beekdalen zoals Slokkert en Grootdiep

Het Fochteloërveen ligt op de flank van het Drents Plateau en vormt een restant van het grotere hoogveenlandschap van de Smilder Veenen. De oorspronkelijke hydrologische samenhang met omliggende beekdalen zoals de Slokkert en het Grootdiep is grotendeels verdwenen. De peilen in de beekdalen liggen lager en functioneren als afvoerzones. De stijghoogte in de ondergrond is in de loop der tijd sterk gedaald, waardoor het hydrologisch karakter van het veenpakket naar infiltratie naar de omgeving is omgebogen. De oorspronkelijke geleidelijk gradiënten van hoogveen naar beekdal zijn grotendeels afwezig of verstoord door watergangen met een onnatuurlijk profiel en peil.

b. Wijken en sloten in en rondom het Fochteloërveen

Binnen en rondom het Fochteloërveen bevinden zich diverse wijken en sloten die historisch zijn aangelegd voor ontwatering en turfwinning. Deze watergangen hebben een drainerende werking op het veenpakket, vooral waar ze diep zijn gegraven en door slecht doorlatende lagen zoals keileem snijden.

Hierdoor treedt lokaal sterke wegzijging op. In sommige delen van het gebied, zoals de Schaapshokslenk en de Norger Petgaten, is de invloed van deze watergangen op de grondwaterstand nog steeds aanzienlijk. De compartimentering binnen het veen heeft de invloed van deze sloten deels beperkt, maar niet overall. De peilen tussen het centrale compartiment en de Schaapshokslenk verschillen te veel om wegzijging uit het centrale compartiment te verminderen. Door in de Schaapshokslenk het peil te verhogen vermindert de wegzijging uit het centrale compartiment.

c. Bos aan de noordzijde van het Fochteloërveen

Aan de noordzijde van het Fochteloërveen ligt de boswachterij Veenhuizen. Dit bosgebied is aangelegd op voormalige veengronden en wordt gekenmerkt door diepe ontwatering en een vegetatie van vooral naaldbomen. Deze bossen hebben een hoge verdamping en interceptiecapaciteit, waardoor de grondwateraanvulling beperkt is. De hydrologische relatie tussen het bosgebied en het aangrenzende veenrestant is zwak; effecten stralen niet ver uit. De aanwezigheid van diepe watergangen in het bos met een laag peil versterkt de afvoer van grondwater, wat bijdraagt aan de verdroging van het veen aan de noordzijde.

d. De 'sponswerking' van het gebied in relatie met de waterbalans

De sponswerking van het Fochteloërveen is beperkt. In een natuurlijk hoogveen zorgt de acrotelm (de bovenste, levende veenlaag) voor waterberging en vertraagde afvoer. In het huidige systeem ontbreekt deze laag grotendeels, waardoor water sneller wegzijgt naar de ondergrond. De compartimentering heeft lokaal geleid tot verbeterde waterberging, vooral in het centrale compartiment, maar over het geheel genomen is de hydrologische buffering nog onvoldoende. De waterbalans laat zien dat de verticale wegzijging in veel delen van het gebied hoger is dan wenselijk voor hoogveenvorming.

2. Hoe heeft het hoogveen zich in de loop der tijd ontwikkeld en sluit deze reconstructie aan bij de huidige kennis over de opbouw van de ondergrond in termen van veendikte, veenweerstand, de tussenzandlaag en de keileem en potklei in de ondergrond?

De ontwikkeling van het Fochteloërveen begon in het Holoceen in laagten waar regionaal grondwater uittreedt. In deze depressies ontstond eerst grondwatergevoed veen, dat later overging in regenwatergevoed hoogveen. De hoogveenvorming begon relatief laat, rond 500 v. Chr., en resulteerde vooral in jong veenmosveen (witveen). Zwartveen komt nauwelijks voor. De ondergrond bestaat uit een complexe opbouw van potklei, keileem en zandlagen. De potklei (Formatie van Peelo) is niet aaneengesloten en vertoont variaties in dikte, wat invloed heeft op de hydrologische isolatie. De keileem (Formatie van Drenthe) is eveneens variabel in dikte en verbreiding. De tussenzandlaag is goed doorlatend en speelt een belangrijke rol in de horizontale waterstroming. De huidige kennis bevestigt dat de opbouw van de ondergrond sterk bepalend is voor het functioneren van het veensysteem. Daarnaast heeft het duidelijk gemaakt dat de stijghoogte in de diepe ondergrond flink lager is geworden.

3. Welke relevante inzichten in het ondergrondsysteem ontbreken of vereisen nader (veld)onderzoek?

Er zijn meerdere kennisleemtes in het ondergrondsysteem. De belangrijkste zijn:

- De exacte dikte en locatie van de potklei, leemlagen en veenbasis. Die laatste met name in de Schaareshokslenk en de Vloeiervelden, waar mogelijk verstoringen zijn opgetreden door vervening.
- De rol van koolstofbeschikbaarheid (methaan, CO₂) in open water voor veenmosgroei.
- De verdampingsreductie van veenmossen wordt in modellen niet goed meegenomen, wat leidt tot overschatting van verdroging.
- De invloed van klimaatverandering op het systeem is nog niet doorgerekend.

4. Hoe is het huidige functioneren van het systeem in de tijd tot stand gekomen? Welke ingrepen in het verleden hebben tot veranderingen geleid die we, indien mogelijk, moeten herstellen om het gebied ecohydrologisch beter te laten functioneren? En wat kan niet en wat is de consequentie daarvan? Denk bijvoorbeeld aan kansen voor herstel van een lagg-zone aan de noordzijde en de overgangen naar de beekdalen. Zorg voor overzicht en gradaties in knelpunten.

Het huidige systeem is het resultaat van eeuwenlange menselijke ingrepen, waaronder turfwinning, ontwatering, landbouwonterginning en bosaanplant. Hierdoor is de natuurlijke hydrologie verstoord, zijn de oorspronkelijke gradiënten verdwenen en is de acrotelm grotendeels verloren gegaan. De compartimentering en aanleg van buffers hebben geleid tot lokaal herstel, vooral in het centrale compartiment. Echter, de wegzijging naar de ondergrond is nog te groot, vooral in gebieden met dunne of ontbrekende keileem of potklei.

De oorspronkelijke lagg-zones liggen nu op grote afstand van het veenrestant, waardoor herstel van het volledige hoogveenlandschap niet meer mogelijk is. De beekdalen waar vroeger kwel optrad en veen vormde hebben nu een afvoerende werking. De hydrologische relatie tussen het veenrestant en de beekdalen is daardoor grotendeels verloren gegaan en niet goed te herstellen. In plaats daarvan zijn nieuwe gradiënten ontstaan, zoals dynamische moerassen in de buffers. Deze vervullen deels de ecologische functies van de vroegere lagg-zones, maar verschillen in hydrologisch karakter. Daarnaast zullen diepe veenaftgravingen onder water gezet moeten worden voor hydrologische ondersteuning van het naastliggende veen. Dit zullen onnatuurlijke open wateren worden.

5. Wat zijn de kenmerkende cultuurhistorische waarden van de Koloniën van Weldadigheid (Veenhuizen)?

De Koloniën van Weldadigheid, waaronder Veenhuizen, zijn van grote cultuurhistorische waarde. Ze kenmerken zich door een rationeel verkavelingspatroon met wijken, lanen en bospercelen, aangelegd in de 19e eeuw als onderdeel van een sociaal experiment. Veel van deze structuren zijn nog herkenbaar in het landschap, zoals de laanstructuren en de ligging van bospercelen. De overgang van het hoogveen naar het cultuurlandschap is hier goed zichtbaar. De cultuurhistorische waarden vormen een belangrijk onderdeel van het Unesco Werelderfgoed en vragen om zorgvuldige afstemming met natuurherstelmaatregelen.

Benoem vervolgens op basis van de LESA:

6. Welke knelpunten er zijn en welke omstandigheden moeten worden verbeterd voor het behalen van de N2000-instandhoudingsdoelen

De belangrijkste knelpunten zijn:

- **Te grote wegzijging** van water uit het veenpakket naar de ondergrond, vooral in gebieden met dunne of ontbrekende keileem of potklei of andere weerstandbiedende lagen.
- **Instabiele grondwaterstanden**, met name in de zomer, waardoor veenmossen onvoldoende kunnen groeien en/of vroegtijdig afsterven.
- **Dominantie van pijpenstrootje** en boomopslag, mede als gevolg van stikstofdepositie en verdroging.
- **Onvoldoende functionerende compartimentering** in delen van het gebied, met te grote peilverschillen.
- **Diepe ontwatering in de omgeving**, waardoor het veenpakket water blijft verliezen.
- **Afwezigheid van een functionerende acrotelm**, essentieel voor actief hoogveen.
- **Versnippering van leefgebieden** en gebrek aan ecologische verbindingen met omliggende natuurgebieden.

a. De relatie tussen (grond)water en voorkomende en gewenste vegetatietypen en fauna

- De vegetatie en fauna van hoogvenen zijn sterk afhankelijk van een stabiel, nat en zuur milieu. Actief hoogveen vereist hoge grondwaterstanden met geringe fluctuaties. Veenmossen, als sleutelsoorten, kunnen alleen groeien bij permanent natte omstandigheden. Bij lagere waterstanden krijgen soorten als pijpenstrootje en berken de overhand. Diersoorten zoals het veenhooibeestje, porseleinhoen en paapje zijn gebonden aan specifieke vegetatiestructuren die deels samenhangen met deze hydrologische condities.
- In functionerende actieve hoogvenen op landschapsschaal horen natte heiden (of in Natura 2000-termen: vochtige heiden) thuis in de rand van het hoogveen. In het Fochteloërveen liggen geen locaties van voormalige hoogveenranden (wel in het Witterveld). Natte heiden zijn in het Fochteloërveen daarom kenmerkend voor herstellende hoogvenen. Natte heide kan daarom het best gehandhaafd of hersteld worden in de randen van het reservaat en de bufferzones van het Fochteloërveen waar ook op de langere termijn hoogveenherstel of substantiële veenmosgroei niet haalbaar is. Waar dat precies is, vraagt om nader onderzoek. Overigens zijn op veel plekken in de randen van het Fochteloërveen de waterstanden ook te laag voor herstel van natte heide.
- Waar het gaat om conflicten die (kunnen) optreden tussen doelstellingen voor diersoorten en (soorten van) heischrale graslanden én de kernopgave voor het gebied: - herstel van een hoogveenlandschap met actief hoogveen – bevelen wij aan te bepalen waar deze soorten zich ook op de langere termijn blijvend kunnen handhaven zonder de kernopgave (een natuurlijker Fochteloërveen) te belemmeren en welke maatregelen nodig zijn om deze soorten en gemeenschappen op zulke plekken te doen geraken. Mogelijk zijn er soorten waarvoor dat op termijn niet meer mogelijk is binnen de huidige begrenzingsen. Dan zal moeten worden geaccepteerd dat deze soorten en gemeenschappen, die voorkwamen of nog voorkomen door vroeger menselijk gebruik of door verdroging, zullen afnemen of verdwijnen in het Fochteloërveen. Het is dan aan beleidsmakers te bepalen of elders nieuwe standplaatsen of habitats voor deze gemeenschappen en/of soorten kunnen of moeten worden gecreëerd.

b. Hoe deze relatie zich vertaalt naar oppervlak en kwaliteit van habitattypes

Door de hydrologische knelpunten is het oppervlak van actief hoogveen (H7110A) beperkt en kwetsbaar. Het habitatype herstellend hoogveen (H7120) beslaat een groter oppervlak, maar de kwaliteit varieert sterk. In delen met hoge wegzijging en sterke fluctuaties is de kwaliteit laag. Alleen in het centrale compartiment zijn kleine oppervlakten met gunstige condities aanwezig. De kwaliteit van habitattypes is dus direct gekoppeld aan de mate waarin de hydrologische randvoorwaarden worden gehaald.

Voor het behalen van deze randvoorwaarden is zowel het lokale freatische grondwater als het regionale grondwater uit diepere pakketten van belang. Doordat er niet overal keileem en potklei voorkomen staan de watervoerende pakketten met elkaar in contact. Het freatische grondwater bepaalt direct de vochttoestand in het veenpakket, maar wordt beïnvloed door de onderliggende stijghoogte. In gebieden waar keileem of potklei ontbreekt of dun is, treedt sterke wegzijging op naar de ondergrond, door de lage regionale stijghoogte. Hierdoor zakken de waterstanden te diep uit en worden veenvorming en acrotelmontwikkeling belemmerd.

c. Wat nodig is om de juiste omstandigheden voor actief hoogveen te verkrijgen en te behouden

Voor actief hoogveen zijn hoge en stabiele grondwaterstanden vereist, met een fluctuatierange van maximaal 30 cm. De wegzijging naar de minerale ondergrond mag niet meer bedragen dan 50 mm/jaar. Daarnaast is een functionerende acrotelm essentieel, evenals een lage nutriëntenbeschikbaarheid en beperkte stikstofdepositie. Verdamping door boomopslag en pijpenstrootje moet worden beperkt, en een fijnmazige compartimentering met geringe peilverschillen is noodzakelijk. Deze voorwaarden zijn op dit moment slechts op enkele plekken in het gebied aanwezig, met name in delen van het centrale compartiment en het Kleine Veen. Op deze locaties is de weerstand in de ondergrond voldoende om wegzijging te beperken. Uit de analyses blijkt dat een combinatie van het dichten van gaten in de keileem en het verhogen van bufferpeilen aan de zuidwestkant van het gebied het meest positieve effect heeft op de waterhuishouding ten westen van de Bonghaar. Hierdoor krijgen het Grote Veen en het Kleine Veen een zeer goede uitgangssituatie voor hoogveenherstel. Voor het centrale compartiment kan winst worden geboekt door kleinere peilverschillen tussen compartimenten, met name in zuidelijke richting. Voor gebieden als de Schaaphokslenk, het Esmeergebied en de Norger Petgaten verbetert de hydrologische situatie bij verhoging van de peilen in aangrenzende buffers, landbouwgebied en beekdalen. Toch blijft in deze oostelijke zones de wegzijging ook bij de onderzochte maatregelen te groot door de lage regionale stijghoogte.

d. Hoe de andere N2000-doelstellingen zich daartoe verhouden

Naast het herstel van actief hoogveen zijn er andere Natura 2000-doelstellingen die gericht zijn op het behoud van soorten als paapje, porseleinhoen en kraanvogel. Deze soorten zijn deels afhankelijk van de randzones en overgangsgebieden van het hoogveenrestant. In de buffers hebben zich sinds 2010 dynamische moerassen ontwikkeld met open water, riet, wilgenstruwelen en natte heide, die ecologisch waardevol zijn en functioneren als leefgebied voor deze soorten.

Deze bufferzones vervullen deels de ecologische rol van de vroegere lagg-zones, maar verschillen in hydrologisch karakter. Ze bieden ruimte aan soorten die niet gebonden zijn aan het natte, voedselarme en boomarme milieu van actief hoogveen, maar juist profiteren van de meer open, dynamische en gevarieerde omstandigheden in de randen.

Er is dus deels een spanningsveld tussen het streven naar actief hoogveen dat vraagt om hydrologische stabiliteit, lage nutriëntenbeschikbaarheid en beperkte vegetatiestructuur, en het behoud van soorten die juist gebaat zijn bij dynamiek, variatie en open water. In de inrichting en het beheer van het gebied moet daarom gezocht worden naar een balans, waarbij ruimte blijft voor deze soorten in de randen en buffers, zonder dat dit ten koste gaat van het hydrologisch functioneren van het hoogveenrestant.

e. Welke inrichting en (toekomstbestendig) beheer hier dan bij komt kijken

Een toekomstbestendige inrichting vraagt om:

- Een fijnmazige compartimentering met beperkte peilverschillen.
- Herstel en verbetering van hydrologische buffers en beperking van afvoer.
- Beheer gericht op het terugdringen van pijpenstrootje en boomopslag.
- Monitoring van waterstanden en vegetatieontwikkeling.
- Afstemming met cultuurhistorische waarden en gebruiksfuncties in de omgeving.

Het beheer moet flexibel zijn en inspelen op klimaatverandering en veranderende waterbeschikbaarheid.

7. Wat is de invloed van de cultuurhistorische patronen en de ontginningsgeschiedenis bij systeemherstel van het Fochteloërveen gericht op het realiseren van de N2000-doelen?

De cultuurhistorische patronen en de ontginningsgeschiedenis hebben een grote invloed op het huidige landschap en het systeemherstel. Het gebied maakt deel uit van de Koloniën van Weldadigheid, met een karakteristiek patroon van wijken, lanen en bospercelen. Deze structuren zijn bepalend geweest voor de hydrologische inrichting van het landschap. De ontginning van het hoogveen en de aanleg van sloten en wijken hebben geleid tot diepe ontwatering, waardoor het veenpakket is verdroogd en de natuurlijke gradiënten zijn verdwenen. Bij systeemherstel moet rekening worden gehouden met deze historische structuren, omdat ze deels bepalend zijn voor de huidige waterhuishouding en bodemopbouw. Tegelijkertijd bieden ze aanknopingspunten voor herstel, bijvoorbeeld door het benutten van bestaande structuren voor compartimentering of waterberging. De uitdaging is om natuurherstel en behoud van cultuurhistorische waarden in samenhang vorm te geven.

8. Wat zijn de kansen en knelpunten voor behoud en ontwikkeling van de cultuurhistorische waarden, die in de LESA zijn beschreven?

De kansen liggen in het zichtbaar en beleefbaar maken van het cultuurhistorisch landschap, bijvoorbeeld door het herstel van laanstructuren, het behoud van historische verkavelingspatronen en het versterken van de relatie tussen natuur en erfgoed. De Koloniën van Weldadigheid zijn Unesco Werelderfgoed, wat extra bescherming en aandacht vraagt. Tegelijkertijd zijn er knelpunten: sommige cultuurhistorische elementen, zoals diepe wijken en ontwateringsstructuren, staan op gespannen voet met de hydrologische doelen voor hoogveenherstel. Ook bosaanplant met cultuurhistorische waarde (zoals in de boswachterij Veenhuizen) heeft een beperkt verdrogend effect. Er is dus een zorgvuldige afweging nodig tussen behoud, inpassing en aanpassing van erfgoed en ecologische doelstellingen. In een vervolgfase is een integrale benadering van maatregelen nodig waarin cultuurhistorie, ecologie en hydrologie gezamenlijk worden beschouwd.

9. Welke interne (binnen N2000 en randzone) maatregelen zijn, naast de al uitgevoerde en geplande maatregelen, mogelijk om bij te dragen aan de N2000-doelstellingen?

De LESA benoemt verschillende aanvullende maatregelen die binnen het Natura 2000-gebied en de aangrenzende randzones kunnen bijdragen aan het behalen van de instandhoudingsdoelen. Deze maatregelen sluiten aan op de eerder geschetste knelpunten en zijn gericht op het verbeteren van de hydrologische condities voor hoogveenherstel.

a. Verder compartimenteren

In delen van het gebied, met name ten zuiden van het centrale compartiment, zijn de huidige compartimenten relatief groot en bestaan er aanzienlijke peilverschillen tussen compartimenten (soms meer dan 1 meter). Door deze compartimenten op te splitsen in kleinere eenheden met kleine onderlinge peilverschillen, kan de wegzijging worden verminderd en kunnen stabielere waterstanden worden gerealiseerd. Dit draagt bij aan de ontwikkeling van een acrotelm in het centrale compartiment en daarmee aan actief hoogveen. In sommige delen, zoals rond de Schaapshokslenk, is verdere compartimentering echter niet mogelijk vanwege de beperkte omvang van de compartimenten.

b. Opheffen van nog aanwezige detailontwatering

Binnen het gebied zijn nog diverse wijken, sloten en greppels aanwezig die zorgen voor snelle afvoer van water. Deze watergangen, vaak overblijfselen van de boekweitbrandcultuur of van eerdere ontginningen, dragen bij aan verdroging van het veenpakket. Het dempen of verondiepen van deze structuren, of het aanbrengen van dammen, kan de afvoer beperken en de grondwaterstanden verhogen. Dit is met name van belang in het Grote Veen, Kleine Veen en de Schaapshokslenk.

c. Aanpassen bosgebied (geef daarbij de bepalende factoren en doe dit in relatie met de eerder geschetste knelpunten)

De boswachterij Veenhuizen aan de noordzijde van het gebied heeft een verdrogend effect op het aangrenzende veen. Dit komt door:

- Diepe ontwatering.
- Hoge verdamping door naaldbomen.
- Interceptie van neerslag.

Mogelijke maatregelen zijn:

- Het dempen of verondiepen van watergangen, vooral waar deze door de keileem zijn gegraven;
- Omvorming van donker naaldbos naar loofbos of open bos/heide om de verdamping te beperken;

Deze maatregelen kunnen bijdragen aan een hogere en stabielere grondwaterstand in het aangrenzende Natura 2000-gebied. De westelijke delen van de boswachterij zijn hiervoor het meest kansrijk.

10. Wat zijn de ontwikkelmogelijkheden in randgebieden en overgangszones die hydrologisch en/of ecologisch iets toevoegen aan de bestaande en toekomstige (vereiste) ecologische waarden van het gebied?

a. Wat voegen randgebieden en overgangszones zelfstandig toe?

- **Randgebieden** zoals de buffers rond het Fochteloërveen hebben zich op sommige plekken ontwikkeld tot waardevolle leefgebieden voor soorten als porseleinhoen, paapje, kraanvogel en reptielen. Deze gebieden bieden alternatieve habitats in de vorm van dynamische moerassen, open water en struweel, die niet in het hoogveen zelf voorkomen.
- **Overgangszones** kunnen bijdragen aan ecologische verbindingen met omliggende natuurgebieden (zoals het Witterveld of het Drents-Friese Wold), en vormen een schakel in het bredere natuurnetwerk. Ze kunnen ook dienen als migratieroutes voor soorten die nu opgesloten zitten in het veenrestant.

Wat is hun ondersteunende (hydrologisch-ecologische) rol voor het N2000-gebied?

- Randzones en overgangszones kunnen fungeren als **hydrologische buffers** door peilverhoging en het creëren van tegendruk, waardoor de wegzijging uit het veenrestant wordt beperkt.
- De **spreidingslengte** van deze hydrologische effecten is afhankelijk van de ondergrond:
 - In gebieden zonder keileem of potklei kan het effect van peilverhoging tot **2000 meter** doorwerken.
 - In gebieden met keileem kan het effect tot **1000 meter** doorwerken.
 - In gebieden met dikke scheidende lagen is de invloed beperkter (enkele honderden meters).

- In overgangszones waar diepe sloten of wijken aanwezig zijn, kan het effect van peilverhoging worden beperkt door afvoer. Hier is maatwerk nodig.

b. Beoordeel de potentiële invloed c.q. uitstralingseffecten waarbij duidelijk is of de mate van beïnvloeding betekent dat mitigatie, compensatie of andere functie-invulling noodzakelijk is

- **Sterke beïnvloeding:** In gebieden waar peilverhoging of compartimentering leidt tot stijging van grondwaterstanden buiten het N2000-gebied, kan dit gevolgen hebben voor landbouw, bebouwing of bestaande natuur. In zulke gevallen is **mitigatie** nodig, bijvoorbeeld door:
 - Het aanleggen van damwanden.
 - Het aanleggen van drainage.
 - Het aanpassen van peilbeheer.
 - Het beperken van afvoer via sloten.
- **Compensatie:** aan de orde wanneer schade aan derden optreedt, bijvoorbeeld door verminderde landbouwproductie of wateroverlast. Dit betreft financiële vergoeding of schadeloosstelling.
- **Andere functie-invulling** is mogelijk in overgangszones waar herstel van hoogveen niet realistisch is. Hier kunnen andere natuurdoelen worden nagestreefd, zoals:
 - Ontwikkeling van moerasvegetaties.
 - Extensief beheerde graslanden.
 - Behoud van cultuurhistorische structuren.
 - Maak hierbij onderscheid tussen:
- **Optimalisatie van bestaande natuurgebieden (randgebieden):**
 - Verbeteren van peilbeheer.
 - Herstel van hydrologische buffering.
 - Beheer van vegetatie (zoals pijpenstrootje en opslag).
 - Versterken van ecologische functies voor soorten die niet in het hoogveen zelf voorkomen.
- **Nieuw in te richten gebied:**
 - Bijvoorbeeld in de Tachtig Bunder of delen van de Zeven Blokken.
 - Hier kunnen nieuwe buffers worden ingericht met peilopzet en waar nodig compartimentering.
 - Deze gebieden kunnen ook dienen als overgang naar landbouw of bebouwing.
- **Overgangsgebied:**
 - Zones met gemengde functies (landbouw, bos, natuur).
 - Hier is maatwerk nodig om negatieve effecten te beperken.
 - Kansen liggen in het combineren van natuurontwikkeling met behoud van cultuurhistorische waarden.
 - Ook kunnen deze gebieden dienen als ecologische verbindingen met andere natuurkernen.

11. Welke cultuurhistorische overgangen en gradiënten zijn bij systeemherstel haalbaar bij een vergelijking van de oorspronkelijke situatie (een hoogveenlandschap) en de huidige situatie (een hoogveenontginningslandschap)? Ontwikkel binnen deze context en binnen de grenzen van het Unesco Werelderfgoed/de Kolonie van Weldadigheid en de N2000-doelen een zo goed mogelijke oplossing voor en rondom het noordelijk bosgebied.

Vergelijking oorspronkelijke en huidige situatie

- **Oorspronkelijk hoogveenlandschap:** bestond uit een uitgestrekt, gewelfd veenlichaam met natuurlijke gradiënten van hoogveenkoepel naar lagg-zone en beekdal. Deze gradiënten waren ecologisch rijk en boden ruimte aan een breed scala aan soorten en vegetatietypen.
- **Huidige situatie:** het Fochteloërveen is een restant van dit landschap, omgeven door een ontginningslandschap met rechte wijken, blokverkaveling, bosaanplant en landbouwgronden. De natuurlijke gradiënten zijn grotendeels verdwenen of verstoord. De huidige compartimentering en bufferzones vormen nieuwe, kunstmatige gradiënten.

Cultuurhistorische structuren en elementen

Hoewel veel van de oorspronkelijke rationale blokverkaveling is verdwenen, zijn er nog herkenbare cultuurhistorische elementen aanwezig, zoals:

- Rechte wijken en ontginningswegen.
- Rabatten en slingerende bospaden.
- Contrasten tussen open veen en bebossing.
- Overgangen van hoogveen naar veenkoloniale landschappen (zoals bij Ravenswoud).

Deze elementen zijn onderdeel van het erfgoed van de Koloniën van Weldadigheid en dragen bij aan de landschappelijke identiteit van het gebied.

Haalbare cultuurhistorische overgangen en gradiënten

Bij systeemherstel kunnen cultuurhistorische overgangen en gradiënten worden benut of versterkt, bijvoorbeeld:

- Het zichtbaar maken van de overgang van het open hoogveen naar de rationeel ingerichte bosgebieden.
- Het behouden of herstellen van laanstructuren en wijken als landschappelijke dragers.
- Het combineren van cultuurhistorische structuren met hydrologische functies (zoals gebruik van wijken als compartimentsgrenzen of waterbuffers).
- Het ontwikkelen van nieuwe gradiënten (bijv. van natte moerassen naar bos) die zowel ecologisch als cultuurhistorisch betekenisvol zijn.

Specifiek voor het noordelijk bosgebied

Het noordelijk bosgebied (boswachterij Veenhuizen) vormt een overgangszone tussen het hoogveen en het cultuurlandschap van de Koloniën van Weldadigheid. Hier liggen kansen om:

- De verdrogende werking van het bos te verminderen (zie vraag 6).
- Cultuurhistorische structuren (zoals rabatten en lanen) te behouden.
- Open plekken of heidevelden te herstellen als overgang naar het veen.
- De cultuurhistorische beleving te versterken door inrichting en recreatief medegebruik.

Een integrale benadering is nodig waarin natuurherstel en erfgoedbehoud hand in hand gaan, met respect voor de Unesco-status en de ecologische doelen van Natura 2000.

10 Referenties

- Abbingh, G. (2002). Libellen van het Fochteloërveen in 2002 : een verslag van de monitoring-werkzaamheden in het Kleine Veen. Uitgave in eigen beheer, Assen.
- Abbingh, G. (2005). Libellen van het Fochteloërveen in 2005. Uitgave in eigen beheer, Assen.
- Aeries Monitor. (2024). <https://monitor.aeries.nl/gebied/23/onderwerp/depositie/hoofdstuk/3>, geraadpleegd op 25 maart 2024
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (1998). Crop Evapotranspiration – Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-5-104219-9.
- Altenburg, W., H. Jansen & W.S. van der Veen, (1993). Vegetatie-ontwikkeling in het Fochteloërveen van de jaren '60 tot 1992. A&W-rapport 52. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- AHN4, (2024). Algemeen hoogtebestand Nederland. <https://www.ahn.nl/>
- Altenburg, W. & K. van der Veen. (2003). Vegetatie- ontwikkeling in het Fochteloërveen in de periode 1992-2002. A&W-rapport 393. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Altenburg, W., Bijkerk, W., Douwes, R. en Straathof, N. (2017). Neergang en opkomst van het Fochteloërveen: resultaten van 30 jaar hoogveenherstel.
- Altenburg & Wymenga ecologische onderzoek. (2021). Verstoring en draagkracht in en rond het N2000-gebied het Fochteloërveen. Analyse van effecten en perspectieven voor kwalificerende niet-broedvogels en Kraanvogel. A&W-rapport 20-252.
- Baaijens, G.J. (1984). Venen en mensen: water en vuur. In: R. H. Everts & N.P.J, de Vries: Het Dwingelderveld; Deelrapport vegetatie, Laaglandbekenrapport no. 8, pp. 8-45. Laboratorium voor Plantenecologie, Haren
- Bakker, R. (2015). De vegetatie van het Fochteloërveen in 2014. A&W-rapport 2089. Altenburg & Wymenga, Feanwâlden.
- Bakker, T.W.M., J. Kleijn & E. van Zadelhoff, (1981). Duinen en Duinvalleien. TNO, Delft.
- Booy, A.H. (1957). Het Drentse hoogveen, de dalgronden en hun toekomst. Boor en spade, 8, 56-73.
- Bouwmans, S.P.H. (2022). Hoge venen, diepe vaarten: cultuurhistorisch onderzoek naar het Fochteloërveen (gem. Noorderveld en Ooststellingwerf). RAAP-rapport. RAAP Archeologisch Adviesbureau, Weesp.
- Bloemhoff, H., & D. Worst (2017). Veldnaemen van Stellingwarf diel VII, Oosterwolde. Naemeliste mit uitleg; laandschopshistorische en naemkundige heufdstokken. Stichting Stellingwarver Schrieversronte, Berkoop/Oldeberkoop.
- Bureau FaunaX B.V. (2015). Libellen, dagvlinders en sprinkhanen in het Fochteloërveen. Resultaten SNL-inventarisatie 2015 Vereniging voor Natuurmonumenten. Rapport 1425
- Bureau FaunaX B.V. (2022). Dagvlinders libellen en sprinkhanen in het Grote Veen. Resultaten SNL-inventarisatie 2022. Rapport 21294, Leeuwarden.
- Casparie, W.A. (1972). Bog development in southeastern Drenthe (the Netherlands). Proefschrift, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Casparie, W., W. Tonnis & J. de Vries. (2008). Bargerveen: de veengroei in het natuurreserveaat Bargerveen. Staatsbosbeheer Regio Noord, Groningen.
- Couwenberg, J. & H. Joosten, 2005. Self-organisation in raised bog patterning: the origin of microtope zonation and mesotop diversity. Journal of Ecology, 93: 1238–1248.
- De Bruijn, S. & Volkers, K. (2007). TOELICHTING bij het besluit tot aanwijzing van het beschermd dorpsgezicht Ravenswoud gemeente Ooststellingwerf (Fryslân) ex artikel 35 Monumentenwet 1988. Zeist: Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten.
- Dekker, L.W., Bannink, M.H., en Booij, A.H. (1986). Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen. Stichting voor bodemkartering, Rapport nr. 1859. Wageningen
- De Meij, T., G. Euverman, G. Kooijman & R. Ruis (2019). 27. Engbertsdijkvenen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 218-229. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- DINOloket (2023). Ondergrondmodellen – BRO REGIS II v2.2.1. TNO, Delft.
- Dorland, E., Cirkel, G., Witte, J.Ph. (2015). Verband tussen stijghoogte en grondwaterstand in schijnspiegelsystemen. KWR, Nieuwegein.
- Dorgelo, J.D. (1964). De koloniën van de Maatschappij van Weldadigheid (1818-1859). Een landbouwkundig en sociaal- economisch experiment (Proefschrift). Afdeling Agrarische Geschiedenis, Landbouwhogeschool Wageningen, Wageningen.
- Douwes, R. & Straathof, N. (2019). Het Fochteloërveen. In A.J.M.Jansen & A.P. Grootjans (reds.), Landschapsecologie: behoud – beheer – herstel (pp. 132-147). Gorredijk: Uitgeverij Noordboek.

- Duinen, G.A., Jansen A.J.M., Ketelaar, R., Limpens, J. (2021). Integrale herkartering habitattypen Actieve hoogvenen (H7110A).
- Ecologische Autoriteit, (2024). Advies over de Natuurdoelanalyse het Fochteloërveen, provincies Drenthe en Fryslân.
- Everts, F.H. & N.P.J. de Vries (1991). De vegetatieontwikkeling van beekdalsystemen; een landschapsecologische studie van enkele Drentse beekdalen. Historische Uitgeverij Groningen,
- Feenstra H. (2021). Reptielen in het Fochteloërveen 2020 - 2021. Bureau Vogelinventarisatie De Kraanvogel 2021/05 Fochteloo.
- Everts, F.H., A.J.M. Jansen, E. Brouwer, A.T.W. Eysink, R. van der Burg & H. van Kleef, 2014. Nat zandlandschap. In: A.J.M. Jansen, H. van Dobben, J. Bouwman, M. Nijssen & D. Bal. Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Deel III: Landschapsecologische inbedding van de herstelstrategieën. Den Haag. Unie van Bosgroepen, Alterra Wageningen UR & Programmadirectie Natura 2000. http://pas.natura2000.nl/pages/herstelstrategieen-deel_iii.aspx.
- Feenstra H. (2022). Broedvogels en Kraanvogels in het Fochteloërveen. Bureau Vogelinventarisatie De Kraanvogel 2022/02 Fochteloo
- Fermo, E, Kloosterziel, H. & Van Weezel Errens, D. (2014). Ruimtelijke Kwaliteit in Fryslân. Grutsk op 'e Romtel! Provincie Friesland, Leeuwarden.
- Fugro (2023). Rapportage geotechnisch onderzoek. Onderzoek t.b.v. bepaling diepte potklei in Fochteloërveen en omgeving. Fugro NL Land B.V., Groningen.
- Gerding, M.A.W. (1995). Vier eeuwen turfwinning. De verveningen in Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel tussen 1550 en 1950 (Proefschrift). Afdeling Agrarische Geschiedenis, Landbouwuniversiteit Wageningen, Wageningen.;
- Grootjans, A.P. (1985). Changes of groundwater regime in wet meadows. Proefschrift. Rijksuniversiteit Groningen.
- Gunnink, J.L., M.A.J. Bakker, J.A.C. Meekes (2023). Modellerings potklei in Fochtelooërveen m.b.v. tTEM. Intern rapport 060.48479/01.44, TNO.
- Haterd, R.J.W. van de, H.L. Schepp, H.B.M. Tomassen, G.L. Verweij en O.W.M. Duijts (2021). Effecten van guanotrofie door ganzen op het Fochteloërveen en Bargerveen. Rapportnr. 20-330. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Hombergh, F.A.H., van den, E.O. van der Werff & A.J. Rinzeema (2012). Croniken der Vrescher Landen mijten Zeeven Seelanden ende der stad Groningen. Huygens ING (KNAW), Den Haag.
- Hornman, M., Kavelaars M., Koffijberg K., van Winden E., van Els P., Kleefstra R., van Kleunen A., Hissel B., Chris van Turnhout & Leo Soldaat (2022). Watervogels in Nederland in 2020/2021. Sovon rapport 2022/58, RWS-rapport BM 22.22. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Ivanov, K.E., 1981. Water Movement in Mirelands. Academic Press. Engelse vertaling van oorspronkelijk Russisch werk uit 1975 "Vodoobmen v bolotnych landshaftach" (1975), Gidrometeoizdat, Leningrad.
- 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., A.P. Grootjans & J. Sevink (2019). 13. Hoogvenen en heideveentjes in het Nederlandse landschap. Hun vroegere uiterlijk, ontstaan en ligging in het landschap. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 124-131. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Jansen, A.J.M. & E. Oosterveld (1987). Een veenmoskartering en landschapsoecologische interpretatie daarvan voor het Meerstalbok. Bureau Langbroek, Leeuwarden.
- Jansen, A.J.M. & A.P. Grootjans (red.), 2018. Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Jansen, A.J.M., W. Klutman, L.F. Franssen, R. Versluijs en I. Vreugdenhil (2021). De modernisering van de Schietbaan Witten vanuit landschapsecologisch perspectief. Rapport. Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Jansen, A.J.M., J.H.J. Joosten & G.A. van Duinen. (2022). Landschapsecologische herstelstrategie voor de Deurnsche en Liesselse Peel en de bufferzone Leegveld. Uitgangspunten voor de herstelstrategie en advies voor compartimentering en streefpeilen. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Jansen, A.J.M., H. Smeenge & A.A.M. Kieskamp (2025a). Het Wisselse Veen. Dag sprengenbeek! Welkom doorstroomveen! In: R. Gorter de Vries et al, Het stromende water van de Veluwe. Grondwater, sprengen en beken, ecologie en de invloed van de mens, pp. 194-205. Bekenstichting /Wilco, Amersfoort.
- Jansen, A.J.M., R. Oldenhof-Boks & R. Versluijs m.m.v. D. Coenen, J.H.J. Joosten, W. Klutman, I. Russcher, S. van Rijn, B. Sibbing, J. Sevink, J. Schouwenaars & R. Verrijt (2025b). Ecohydrologische Systemanalyse Mariapeel Compartiment 1 – Hoofdrapport. Rapport, ref.nr. M3VR7YVRZE2A-1421357779-182264:1.0. Arcadis, Assen.
- Jansen, P. (1951). Graminae, pp. 91-94.

- Jongman, M. (2021). Vegetatie- en florakartering het Fochteloërveen en Norgerholt 2020. EGG consult in opdracht van Natuurmonumenten.
- Jongmans, A. G., van den Berg, M. W., Sonneveld, M. P. W., Peek, G. J. W. C., & van den Berg van Saparoea, R. M. (Eds.) (2013). Landschappen van Nederland, geologie, bodem en landgebruik. Wageningen Academic Publishers.
- Jonkman, R. (2020). Eene quaestie van vraag en aanbod. Veenbaas Alle Wytzes en zijn arbeiders in Appelscha. Gorredijk: Uitgeverij Noordboek.
- Joosten, J.H.J., 1989. Winnen en verliezen. Een overzicht van de veen-exploitatie in de Peel. Grondboor en Hamer 43: 329-338. Joosten, J., 1993. Denken wie ein Hochmoor: hydrologische Selbstregulation von Hochmooren und deren Bedeutung für Wiedernassung und Restauration. Telma 23: 95-115.
- Joosten, J.H.J. & T.W.M. Bakker, 1987. De Groote Peel in verleden, heden en toekomst. Rapport 88-4, Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Joosten, J.H.J., & J. Couwenberg (2019). Hoogvenen als zelfregulerende en zelforganiserende systemen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 24-35. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Joosten, H., F. Tanneberger & A. Moen (eds.), (2017). Mires and peatlands of Europe. Status, distribution and conservation. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart.
- Joosten, J.H.J. (2019). 10. De teloorgang van het Nederlandse hoogveen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 101-107. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Ketelaar, R., G.A. van Duinen & C.A.M. van Seggelen (2019). 12. De fauna van hoogvenen in kikkerperspectief en vogelvlucht. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 116-123. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Lamers, L.P.M. (1995). Hydrologie, vegetatie en beheer van het Pikmeeuwenwater (De Hamert). Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Limpens, J., H. Tomassen & F. Smolders (2019). 6. Sturende factoren voor hoogveengroei op landschapsschaal. In: Jansen & Grootjans (red.). Hoogvenen. Landschapsecologie behoud – beheer – herstel, p. 54-63. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Meekes, S., Bakker, M., Gunnink, J., van de Werken, G. & Booltink, W. (2022). Het Fochteloërveen TTEM. TNO, Delft.
- Meier-Uhlherr, R., C. Schultz & V. Luthardt, 2015. Steckbriefe Moorsubstrate. 2e unveränderte Auflage. HNE Eberswalde, Berlin.
- Ministerie van Economische Zaken (2013). Natura 2000-gebied het Fochteloërveen. Programmadirectie Natura 2000 | PDN/2013-023 | 023 Fochteloërveen
- Ministerie van LNV (2006). Natura 2000 doelendocument
- Natuurmonumenten (2023). Kaart met insnijdingsdieptes van watergangen in en rond het Fochteloërveen, beheerder W. Borren.
- Oosterveld, E. (2010). Natuurvisie 2009-2029. Het Fochteloërveen. Natuurmonumenten, Assen.
- Pons, L. J., (1992). Holocene peat formation in the lower parts of the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (red.), Fens and bogs in the Netherlands: vegetation, history, nutrient dynamics and conservation. Geobotany 18: 7-79.
- Popping, H.J., (1935). Praehistorie in een veengebied. Oosterwolde.
- Projectgroep Groote Peel, 1990. Technische maatregelen ter verbetering van de waterhuishouding in de Groote Peel en hun effecten. Rapport (met technische bijlagen), Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag.
- Provincie Drenthe (2007). TOELICHTING bij het besluit tot aanwijzing van het beschermd dorpsgezicht Veenhuizen gemeente Noordenveld (Drenthe) ex artikel 35 Monumentenwet 1988. Zeist: Rijksdienst voor Archeologie, Cultuurlandschap en Monumenten.
- Provincie Drenthe (2022). Omgevingsvisie Drenthe 2022. Provincie Drenthe, Assen.
- Provincie Drenthe (2023a). <https://www.provincie.drenthe.nl/onderwerpen/natuur-milieu/bodem/aardkundige-waarden/kleibosch/ontstaan/>, geraadpleegd op 24/02/2023.
- Provincie Drenthe (2023b). Concept Natuurdoelanalyse het Fochteloërveen
- Quik, C., Van Der Velde, Y., Candel, J. H., Steinbuch, L., Van Beek, R., & Wallinga, J. (2023). Faded landscape: unravelling peat initiation and lateral expansion at one of northwest Europe's largest bog remnants. Biogeosciences, 20(3), 695-718.
- RCE (Rijksdienst voor cultureel erfgoed) (2021). Symposium Historische ecologie van de Nederlandse landschappen – Veenlandschappen. <https://www.cultureelerfgoed.nl/domeinen/landschap/agenda/2021/05/27/webinar-historische-ecologie-van-de-nederlandse-landschappen---veenlandschappen>

- Rijpkema, S.M.A., R.T. Rusticus, & S. Schunselaar (2013). Achtergronddocument Water N2000 gebied het Fochteloërveen. Rapport, Grontmij, Assen.
- Schouwenaars, J., S. van der Schaaf & J. von Asmurh. (2019) .4. De waterhuishouding van hoogvenen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 36-47. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Scholtens, L. (2017). Van veen naar veenkoloniën. Een interdisciplinair onderzoek naar de transformatie van de Bargerveen in Zuidoost-Drenthe naar een veenkoloniaal landschap (1845 - 1950) (Masterscriptie). Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.
- Schot, J.W., Lintsen, H.W., Rip, A., & De La Bruhèze, A.A.A. (2000). Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel 2. Delfstoffen, energie, chemie. Zutphen: Walburg Pers.
- Schouten, M.G.C. (2002). Conservation and restoration of raised bogs - geological, hydrological and ecological studies. Duchas - The Heritage Service of the Department of the Environment and Local Government, Ireland; Staatsbosbeheer, the Netherlands; Geological Survey of Ireland; Dublin.
- Schuur, J.R.G. (1996). Appelscha. Bolwerk van anarchisme en radicaal socialisme. Oosterwolde: Stichting Stellingwarver Schrieversronte.
- Sevink, J. (2019). 5. Bodenvorming en hoogveen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 48-53. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.
- Spek, Th. (2004). Het Drentse esdorpenlandschap. Een historisch-geografische studie. Proefschrift. Wageningen Universiteit / Uitgeverij Matrijs Utrecht. Twee banden.
- Stenvert, R., Broekhoven, S., Van Ginkel-Meester, S., Kolman, C. & Alma, R. (2001). Monumenten in Nederland. Drenthe. Zwolle: Waanders Uitgevers.
- Stol, T. (2010). Turfwinningslandschap. In S. Barends, H.G. Baas, M.J. de Harde, J. Renes, R. Rutte, T. Stol, J.C. van Triest, R.J. de Vries en F.J. van Woudenberg (reds.), Het Nederlandse landschap: Een historisch-geografische benadering (pp. 80-95). Utrecht: Uitgeverij Matrijs.
- Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie (1987). De hydrologie van hoogveensystemen. Rapport 1987 nr. 19, Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Succow, M. & L. Jeschke (1990). Moore in der Landschaft. Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung, Nutzung und Erhaltung der Moore. 2e druk. Urania Verlag, Leipzig/Jena/Berlin.
- Succow, M. & H. Joosten (2001). Landschaftsökologische Moorkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- TNO-GDN (2023a). Formatie van Breda. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 09-03-2023 op <http://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-breda>.
- TNO-GDN (2023b). Formatie van Oosterhout. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 09-03-2023 op <http://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-oosterhout>.
- TNO-GDN (2023c). Formatie van Peize. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 09-03-2023 op <http://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-peize>.
- TNO-GDN (2023d). Formatie van Appelscha. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 24-02-2023 op <http://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-appelscha>.
- TNO-GDN (2023e). Formatie van Urk. In: Stratigrafische Nomenclator van Nederland, TNO – Geologische Dienst Nederland. Geraadpleegd op 24-02-2023 op <http://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator/formatie-van-urk>.
- TNO-GDN (2023f). Aangeleverde grids; top, dikte en weerstand van de potklei op basis van tTEM onderzoek. Aangeleverd per mail op 2-10-2023.
- Tonckens, J., Adema, E., van de Wetering, B. (2022). Methodiekdocument habitattypenkaart Fochteloërveen T1-v1.
- Van der Berg, A. & A.J.M. Jansen (2019). 15 Het Witterveld: In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (ed.) Hoogvenen: landschapsecologie, behoud, beheer, herstel, pp. 148-159. Noordboek, Gorredijk. 392 pp.
- Van der, Heiden, M., H. Feenstra & N. Straathof (2005). Hoogveenherstelproject het Fochteloërveen. De Levende Natuur 106(3) 94-101.
- Veenendaal, H. (1953). Hervorming van hakhout in opgaand eikenbos in Veenhuizen. Nederlands bosbouw tijdschrift, 25(7/8), 200-206.
- Van der Maarel, E. (1976). On the establishment of plant community boundaries. Bericht der Deutscher Botanischer Gesellschaft, 89:415-443.
- Van der Schaaf, S., 2002. 4. Bog hydrology. In: M.G.C. Schouten: Conservation and restoration of raised bogs - geological, hydrological and ecological studies, p. 54-109. Duchas - The Heritage Service of the Department of the Environment and Local Government, Ireland; Staatsbosbeheer, the Netherlands; Geological Survey of Ireland; Dublin.

- Van Duinen, G.A., A.J.M. Jansen, R. Ketelaar & J. Limpens, 2021. Integrale herkartering habitattypen Actieve hoogveenen (H7110A). Rapport. Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Van Duinen, G. A., H. Tomassen, J. Limpens, F. Smolders, S. van der Schaaf, W. Verberk, D. Groenendijk, M. Wallis de Vries & J. Roelofs, 2011. Perspectieven voor hoogveenherstel in Nederland. Samenvatting onderzoek en handleiding hoogveenherstel 1998-2010. OBN-Rapport nr. 150-NZ, Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie, Den Haag.
- Van Wirdum, G.(1979). Trophiegradiënten in een kraggenlandschap. H2O 12(3): 46-57.
- Venema. G.A., 1855. De hoge veenen en het veenbranden. Kruseman, Haarlem.
- Versfelt, H.J., 2003. De Hottinger-atlas van Noord- en Oost-Nederland 1773-1794. Heveskes Uitgevers, Groningen.
- Versluijs, R, A.J.M. Jansen & M. Nijssen, 2022. Herstelplan Witterveld, Landschapsecologische systeemanalyse en maatregelen. Rapport. Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Vogelbescherming, 2019. Beschermen werkt! Grauwe klauwier weer in de lift, <https://www.vogelbescherming.nl/actueel/bericht/beschermen-werkt-grauwe-klauwier-weer-in-de-lift>, geraadpleegd op 15-4-2024.
- Von Asmuth, J., van der Schaaf, S., Grootjans, A., Maas, K. (2010). Weerstand en wegzijging in natte natuurgebieden, schatting via analyse van gemeten (grond)waterpeilen. Rapport TU Delft, Delft.
- Vos, P., H. Weerts & J. Bazelmans (2018). Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschap en bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu. Prometheus. Amsterdam.
- Versluijs, R., G.H. van Duinen & A.J.M. Jansen (2020). Landschapsecologische systeemanalyse Schoonebeekerveld, Bargerveen. Onderzoek naar potenties voor de ontwikkeling van de Habitattypen Heischraal grasland, Herstellend hoogveen en Actief hoogveen. Rapport Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Worst D., (2024), Middeleeuwse veenontginningen in het land van Kuinder en Linde. Paleogeografie, cultuurlandschapontwikkeling en maatschappelijke instituties van Zuidoost-Friesland en de Kop van Overijssel (ca 800 – ca 1650). Proefschrift Universiteit Leiden, in voorbereiding (2024).

Websites:

<https://hisgis.nl/>

<http://www.industriespoor.nl/Fochteloo.htm>

<https://rijksmonumenten.nl/monument/478442/schaapskooi-voorm-schaapskooi-veenhuizen/>

<https://topotijdreis.nl/>

<https://www.ahn.nl/>

11 Bijlagen

Er zijn verschillende bijlagenrapporten bij deze LESA.

Het gaat om de hieronder opgenomen Bijlage A: Bouwstenen voor de landschapsecologische systeemanalyse – Onderbouwing en verdieping verschillende onderdelen LESA.

En de volgende rapporten die los zijn meegeleverd met deze hoofd rapportage:

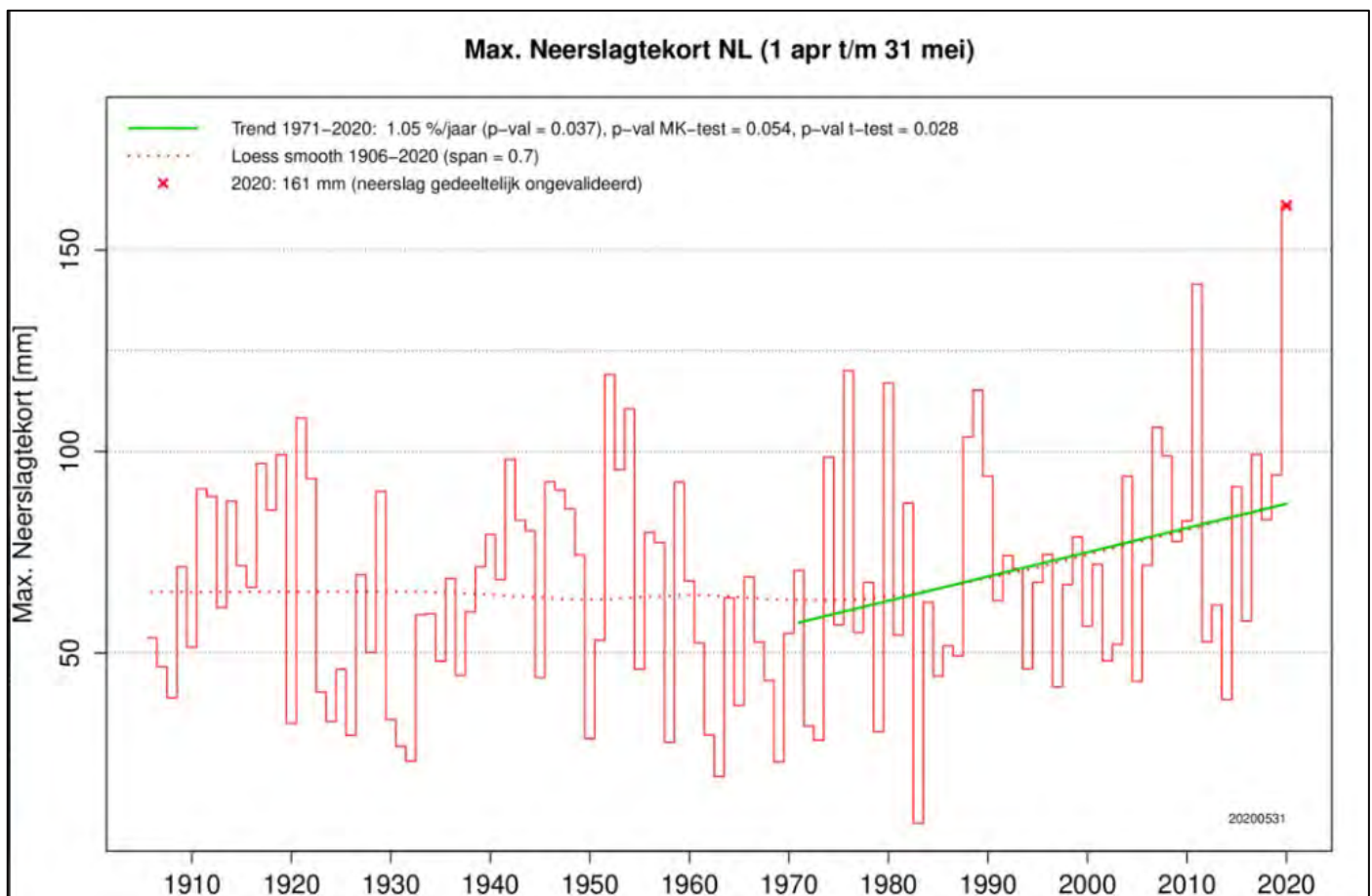
- Bijlage B: Oppervlaktewatermodel Fochteloërveen – Opbouw en validatie van het oppervlaktewatermodel.
- Bijlage C: Grondwatermodel Fochteloërveen - Opbouw en validatie van het grondwatermodel.
- Bijlage D: Kaartenbijlage effectberekeningen Fochteloërveen - Aanvullende kaarten horend bij hoofdstuk 7.

Bijlage A: Bouwstenen voor de landschapsecologische systeemanalyse

11.1 Klimaat

Voor de instandhouding van hoogveen en voor de kwaliteitsverbetering van aangetaste hoogvenen zijn voldoende natte omstandigheden noodzakelijk. Atlantische hoogvenen, waartoe ook het Fochteloërveen behoort, komen voor in gebieden met een regelmatige neerslag en een hoge luchtvochtigheid. De jaarlijkse neerslag ligt tussen circa 700 en 1.150 mm en er is een neerslagoverschot nodig van ten minste 150 mm/jaar (Pons, 1992, Schouwenaars et al. 2019). In aangetaste hoogvenen, waarin de natuurlijke zelfregulatiemechanismen niet meer voldoende functioneren door het ontbreken van een functionele acrotelm en een met de diepte van het veen afnemend poriënvolume (Joosten & Couwenberg, 2019), zijn zeer stabiele waterstanden nodig om weer nieuwe veenvorming mogelijk te maken (Jansen et al., 2022). In de tweede helft van de 20e eeuw is de gemiddelde neerslaghoeveelheid licht toegenomen, maar nam ook de verdamping toe. Hierdoor nam het netto neerslagoverschot slechts tijdelijks iets toe en sinds 1980 juist licht af. Hoewel de neerslag in de winter en zomer toeneemt, nemen de neerslaghoeveelheden in de lente en herfst juist af. (Figuur 11-1). Ook is de periode met neerslagtekort of droogte langer geworden en dezelfde hoeveelheid neerslag valt in veel kortere perioden, waardoor er in de zomer eerder tekorten kunnen ontstaan, zeker wanneer geen maatregelen worden genomen om water langer vast te houden.

Door langer durende droogteperioden neemt in verdroogde hoogvenen het risico op branden toe. Zo verbrandde in 2020 een groot deel van de Deurnsche Peel en in 2022 een kleiner stuk. In 2011 brak brand uit in het Aamsveen en ook in het Wierdense Veld brak in 2022 twee keer een brand uit.



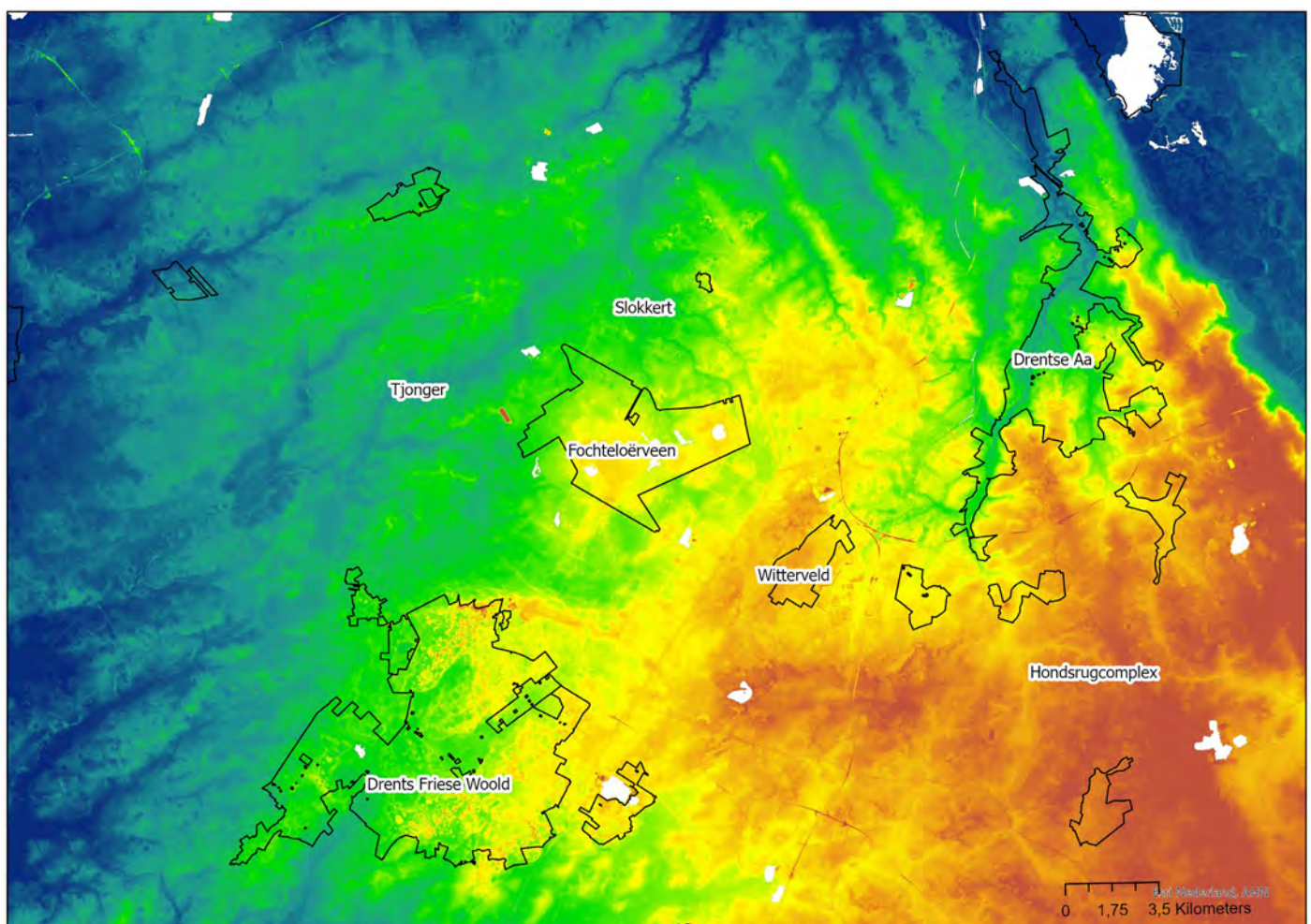
Figuur 11-1 Maximaal neerslagtekort in het voorjaar (1 april t/m 31 mei) sinds 1906. Bron: <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/toename-neerslagtekort-en-verdamping-in-voorjaar>

11.2 Reliëf

11.2.1 Regionaal

Het Fochteloërveen ligt op de westflank van het Drents Plateau op de overgang van het hogere Drents Plateau naar de laaggelegen beekdalen; een plek waar van nature snel natte omstandigheden ontstaan doordat grondwater uittreedt op de flank. Het Drents Plateau is een zwak golvende tot platte vlakte die is ontstaan tijdens de voorlaatste ijstijd (Saalien). Een gletsjer met enorm dikke pakketten landijs 'overreed' toen een metersdikke laag los materiaal van eerdere landijsafzettingen. Die afzettingen werden daarbij samengeperst tot keileem. In het plateau zijn door smeltwater dalen ingesneden, waarin nu meestal beken lopen. De grote beekdalen, zoals de Drentse Aa en de Tjonger (ten noordwesten van het Fochteloërveen) zijn een voorbeeld hiervan.

Op de hoogtekartaart (Figuur 11-2) zijn in het oosten van Drenthe langgerekte ruggen van het Hondsrugcomplex zichtbaar. Deze zijn zuidoost-noordwest gericht. In het noordwesten van de provincie en aangrenzend Friesland staan daar dekzandruggen min of meer haaks op, dus zuidwest-noordoost georiënteerd. Het Hondsrugcomplex bestaat uit meerdere langgerekte keileemruggen, die in een later stadium van het Saalien zijn ontstaan door een ijsstroom onder het landijs (Bregman, & Smit, 2012). Deze langgerekte ruggen worden megaflutes genoemd. Het Fochteloërveen bevindt zich als het ware in de oksel van de beide min of meer haaks op elkaar staande ruggensystemen. Bij Appelscha, ten zuiden van het Fochteloërveen, ligt het grote stuifzandencomplex van de Kale of Aekingerduinen, een verstoven dekzandrug die weer min of meer haaks staat op de langgerekte dekzandrug waarop de N2000-gebieden Leggelderveld en Witterveld zijn gelegen.

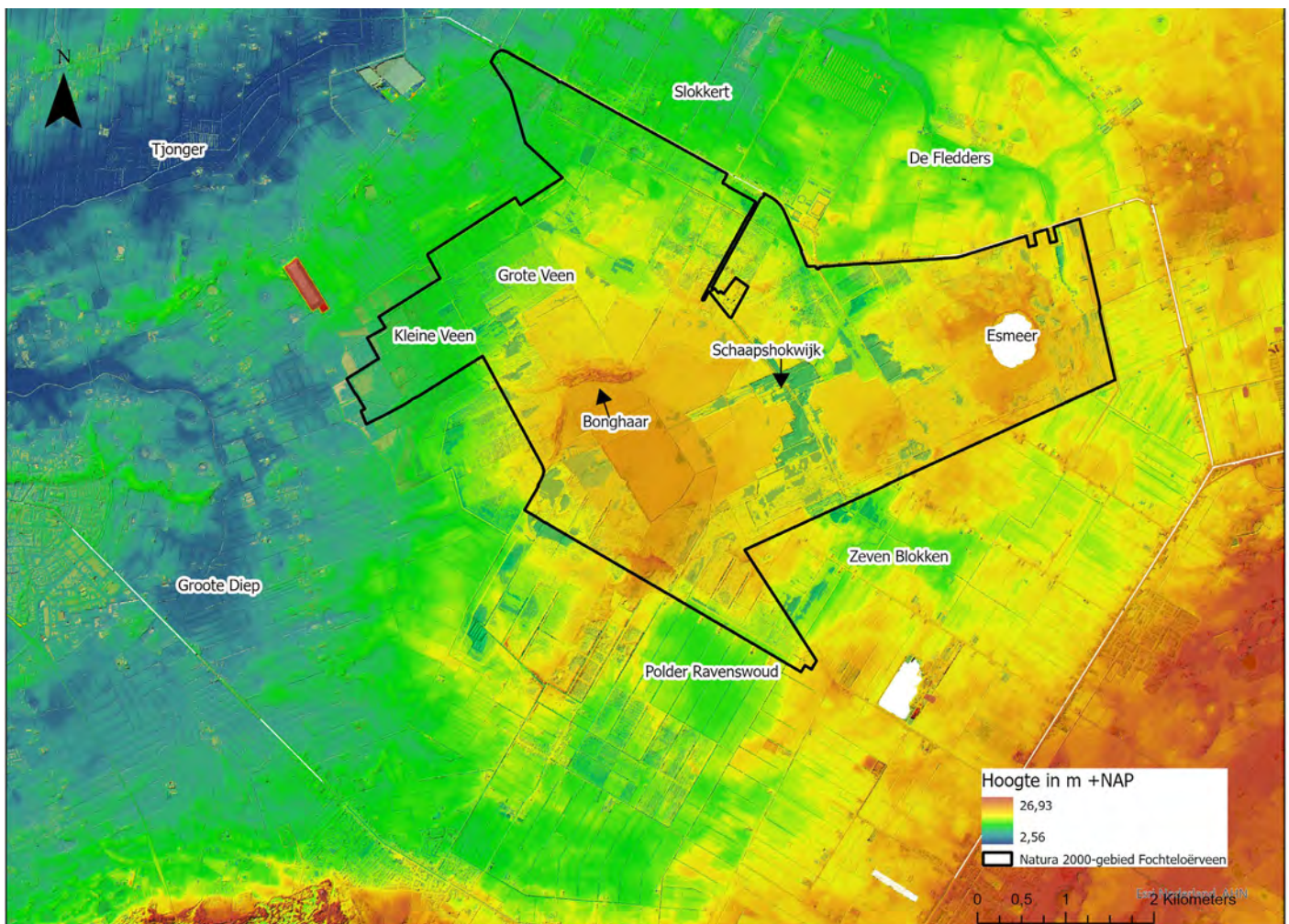


Figuur 11-2 Regionale hoogtekartaart van het Fochteloërveen en haar omgeving. Het Fochteloërveen ligt op de flank van het Drents Plateau. In zwarte omlijnning zijn de N2000-gebieden weergegeven (AHN4, 2023)

11.2.2 Lokaal

De hoogte in het Fochteloërveen varieert van NAP +8 tot +13,5 m (Figuur 11-3). Het gebied ligt hoger dan zijn directe omgeving. Dat is deels het gevolg van de vroegere grootschalige veenaufgravingen rond het Fochteloërveen. De dikte en daarmee de hoogte van het resterende veenpakket is verminderd door oxidatie en klink als gevolg van ontwatering. Desondanks liggen de niet-verveende delen duidelijk hoger dan hun directe omgeving. Ten noorden/noordoosten van het N2000-gebied liggen de beekdalen van de Slokkert en de Fledders (NAP +7 tot +8 m), die afwateren op het Groot Diep. Ten zuiden/zuidoosten ligt een langgerekte laagte, de tegenwoordige De Zeven Blokken en polder Ravenswoud (NAP +8 tot +10 m), ten oosten waarvan een hoog complex van dekzandruggen (tot NAP +15 m) ligt. Op deze rug takt een deels verstoven dekzandrug aan. Aan de noordwestzijde van het gebied ligt een langgerekte, lage rug, die de dalen van het Groot Diep (NAP +5 tot +6 m) en de Tjonger (NAP +4 tot +5 m) scheidt. Tussen de bovenloop van het Groot Diep en het Fochteloërveen ligt ook een lage dekzandrug, waarop het dorp Fochteloo werd gesticht.

Het hoogste punt in het natuurgebied is de Bonghaar (NAP +13,5 m), een langgerekte dekzandrug in het centrum van het gebied. Andere hoge delen zijn de aangrenzende hoogveenkern en het gebied rond de pingoruïne het Esmeer in het oosten (beide circa NAP +12,5 m). In noordwestelijke richting daalt het maaiveldniveau: rond het Kleine Veen en de bossen van Veenhuizen ligt het maaiveld tot 5 meter lager (tussen de NAP +8 tot +10 m) dan in de hoogveenkern. Ter hoogte van de Schaapshokwijk en de Reservaatwijk komen hoogteverschillen van 1,5-2 meter voor en zijn zelfs steilwanden aanwezig (zie Figuur 11-3).



Figuur 11-3 Lokale hoogtekaart met reliëf van het Fochteloërveen (AHN4, 2023)

11.3 Geologie

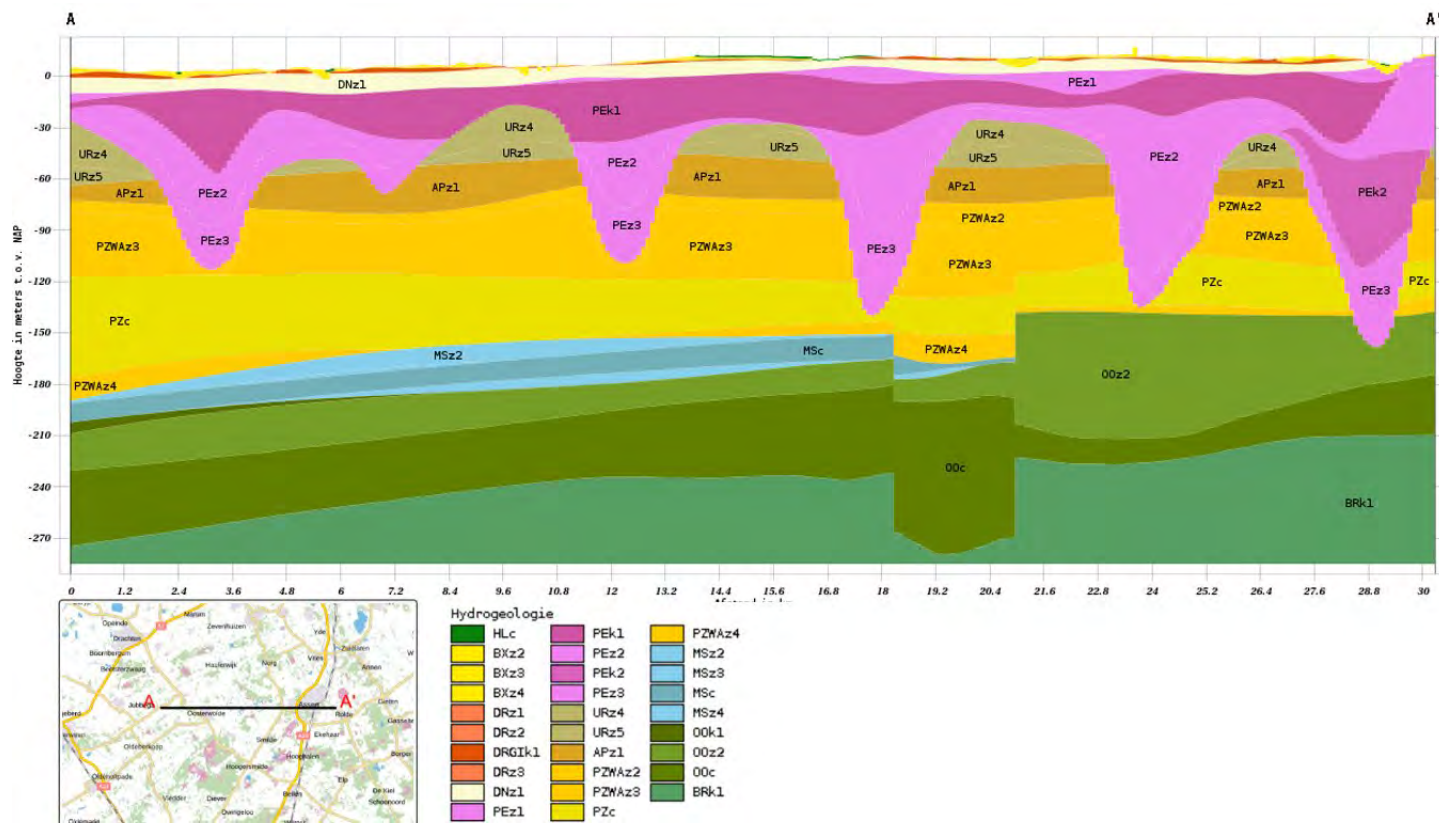
In Figuur 11-4 is de geologische oost-westdoorsnede op basis van het REGIS II van het Fochteloërveen en omliggende gebieden opgenomen. Deze doorsnede loopt tot aan de hydrologische basis van de Formatie van Breda (afkorting: BR).

De hydrologische basis van het systeem bestaat uit de op circa 350-250 meter diepte onder het Fochteloërveen gelegen Formatie van Breda. De Formatie van Breda bestaat uit mariene afzettingen van klei en zand uit het Mioceen, en bevat veel schelpen en kalkrijke klei (TNO-GDN, 2023a). Hierop ligt op een diepte van circa NAP -250 tot -180 m de Formatie van Oosterhout (afkorting: OO). Deze afzetting bestaat uit mariene afzettingen en is gevormd in het Pliocene (TNO-GDN, 2023b). Hierboven ligt een laag van circa 50 meter dikte uit de Formatie van Maassluis (afkorting: MS), bestaande uit fluviatiele en estuariene zanden, die van noordwest naar zuidoost helt en die achtereenvolgens wordt gevolgd door een complexe, kleiige laag en Maassluiszanden. Deze zanden worden naar boven toe steeds grover.

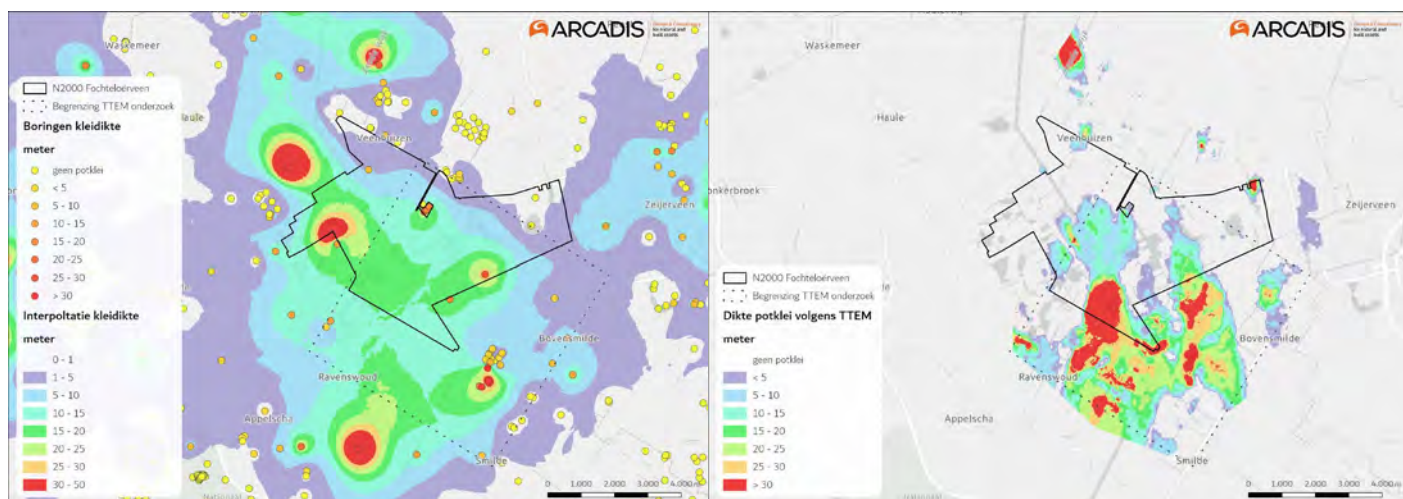
Deze hoofdzakelijke mariene en estuariene afzettingen zijn afgedekt door de Formaties van Peize (afkorting: PZ, NAP -150 tot -80 m), Appelscha (afkorting: AP, NAP -80 tot -50 m) en Urk (afkorting: UR, NAP -50 tot -20 m), zie Figuur 11-4. De Formatie van Peize is afgezet door rivieren afkomstig uit gebieden nabij de huidige Oostzee (TNO-GDN, 2023c). Deze zanden zijn kalkarm. In het centrum van de doorsnede zijn twee breukvlakken herkenbaar aan weerszijde van een smalle tektonische slenk. De bovenzijde van deze breuken reikt tot in de zanden van de Formatie van Peize en beginnen in de kleien van de Formatie van Breda. De Formatie van Appelscha is afgezet door vlechtende riviervlakten van oostelijke rivieren met brongebieden in Midden- en oostelijk Duitsland (TNO-GDN, 2023b). De Formatie van Urk werd gevormd door Rijnafzettingen met als sedimentbron het bergachtige achterland van Midden- en Zuid-Duitsland (TNO-GDN, 2023a). Deze fluviatiele formaties zijn doorbroken door diepe tunneldalen, die zijn opgevuld met zanden uit de Formatie van Peelo (afkorting: PEz), waarboven een (tientallen) meters, niet overal dekkende, dikke laag klei uit de Formatie van Peelo is afgezet (afkorting PEk; Provincie Drenthe, 2023a). Uit onderzoek van TNO (Gunnink, 2023) voor de bouw van het grondwatermodel komt naar voren dat de verbreiding van Peeloklei (Pek1 veel beperkter is dan in Figuur 11-4 is weergegeven.

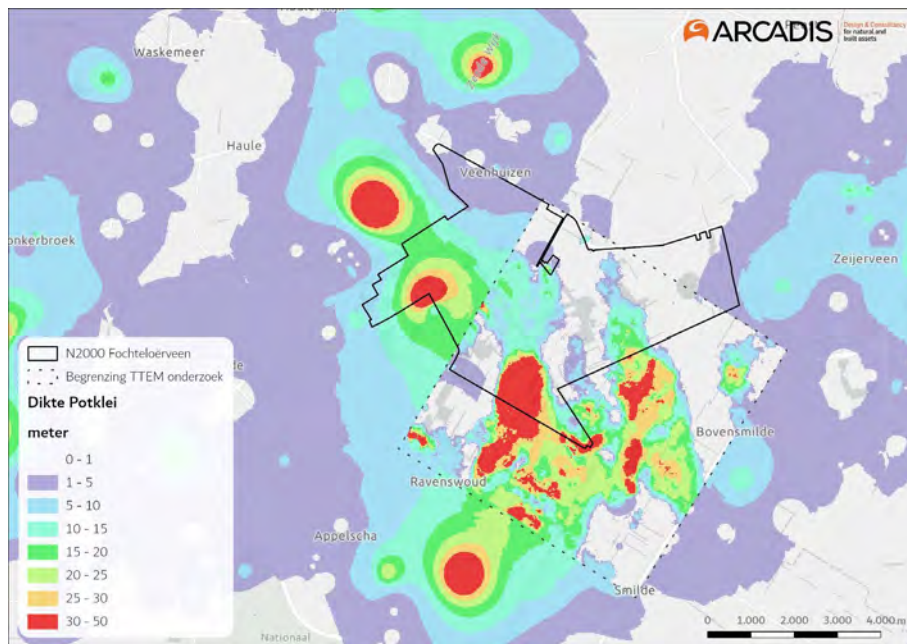
De Formatie van Peelo is gevormd in het Elsterien, een ijstijd, toen het gebied in een groot gletsjersmeltwaterbekken lag. Dit bekken is door smeltwaterafzettingen opgevuld met dunne klei- en leemlaagjes in de diepste delen van de bekkens, die vervolgens erg compact zijn geworden. Door dit proces is de potklei ontstaan: een zeer slecht doorlatende, zwarte kleilaag. Aan de ondiepere flanken werd (fijn) zand afgezet, de zogeheten Peelo-zanden. Deze fijne, spierwitte en glinsterende zanden (poesjeszanden) kennen eveneens een geringe doorlatendheid voor water.

Het ondergrondmodel van REGIS II is bruikbaar op landelijke tot gemeentelijke schaal voor het doen van (hydro) geologische studies, maar niet voor lokale studies (Infomil, 2023). Bovendien is de modelonzekerheid voor de verticale doorlatendheid van dezelfde omvang als de verticale doorlatendheid zelf (DINOloket, 2023). Om het model op lokale schaal beter geschikt te maken voor het berekenen van grondwaterstroming is voor alle beschikbare boringen in BRO binnen het diepte-interval van de Formatie van Peelo nagegaan uit welke lithologie het boormonster bestaat. Daarnaast heeft TNO de aanwezigheid van potklei nader in beeld gebracht met TTEM (Terrestrial Transient ElectroMagnetism), een methode om vanaf het aardoppervlak kleidikte tot 80 meter in de ondergrond te kunnen bepalen aan de hand van elektromagnetische eigenschappen (Meekes et al., 2022). De uitkomsten van de interpolatie en het TTEM-onderzoek staan in Figuur 11-5. De dikte van de potklei varieert in hoge mate en er blijken duidelijke geulstructuren te zijn ontwikkeld. Voorheen doorlopende Potkleivoorkomens waarvan voorheen werd aangenomen dat ze aaneengesloten waren zijn verwijderd. De westzijde is niet onderzocht. Het gepresenteerde beeld kan wijzigen wanneer daar nieuwe data zijn verzameld. In paragraaf 11.5 bespreken we de betekenis van deze nieuwe inzichten over potkleiverbreiding voor de grondwaterstroming.



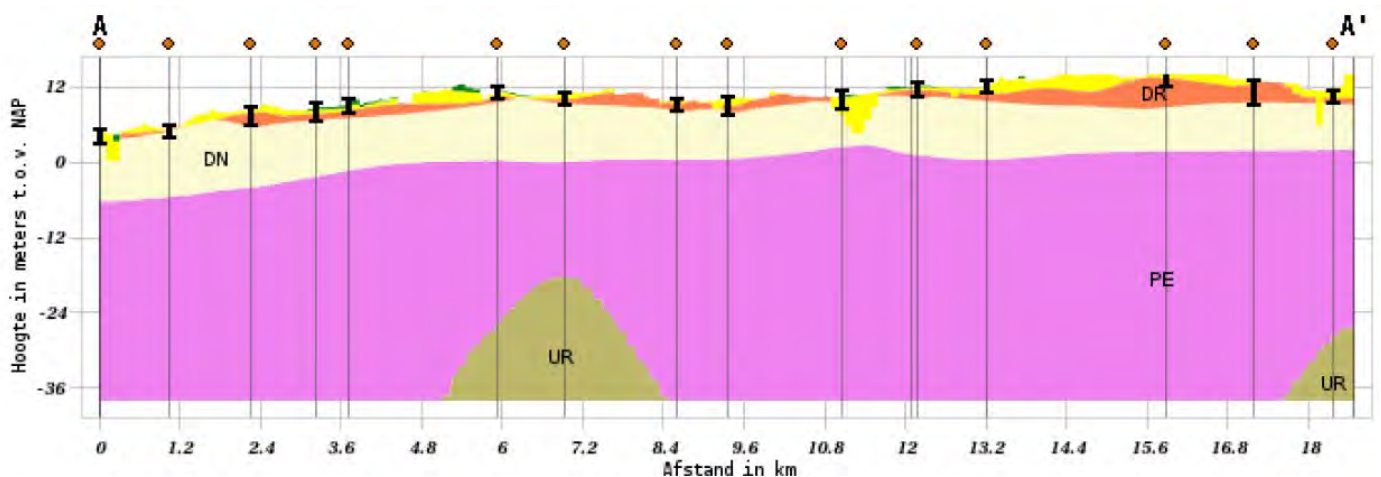
Figuur 11-4 Geologische doorsnede van het Fochteloërveen en de omgeving met de afkortingen van de aanwezige formaties. Onder de ligging van dwarsdoorsnede (Bron: DINOLOket, 2023)





Figuur 11-5 Dikte van de potklei uit interpolaties (linksboven) en het TTEM-onderzoek (rechtsboven) geven samen een beter beeld van de potkleidikte op lokale schaal (onder)

De Formatie van Drachten (afkorting: DN, NAP -4 tot 0 m; Figuur 11-6) volgt op de Formatie van Peelo. Deze formatie bestaat uit fijnzandige, eolische, beek- en lacustriene (rondom meren) afzettingen uit een periglaciaal klimaat. De onderzijde kent een geleidelijke overgang naar de potklei en de fijne zanden van de Formatie van Peelo (Figuur 11-4). De Formatie van Drachten gaat naar boven toe over in de Formatie van Drenthe, Laagpakket van Gieten (afkorting: DRGI). Dit laagpakket bestaat grotendeels uit keileem, een grondmorene die is gevormd onder invloed van de landijsbedekking in de voorlaatste ijstijd, het Saalien (zie paragraaf 11.2.1). Dit laagpakket kan een grind- en keienhoudende zandlaag bevatten die de Laag van Gasselte wordt genoemd. De keileemlaag heeft een dikte van <0,5 tot 2 meter. Deze laag is niet aaneengesloten (zie Figuur 11-7). Op deze slecht doorlatende laag ligt een dunne laag van maximaal 1 tot 3 meter matig fijn tot fijn zand van de Formatie van Bortel (afkorting: BX), Laagpakket van Wierden. Dit laagpakket bestaat uit dekzanden, die zijn afgezet door de wind in de laatste ijstijd (Weichselien). Plaatselijk is het dekzand afgezet in ruggen, zoals de Bonghaar (Figuur 11-9). Dit dekzand vormt de bovenste of freatische watervoerende laag. De bovenste en jongste geologische laag in het Fochteloërveen behoort tot het Laagpakket van Griendtsveen (0-2 meter dik) en bestaat uit veen dat na het Weichselien in het Holoceen werd gevormd.



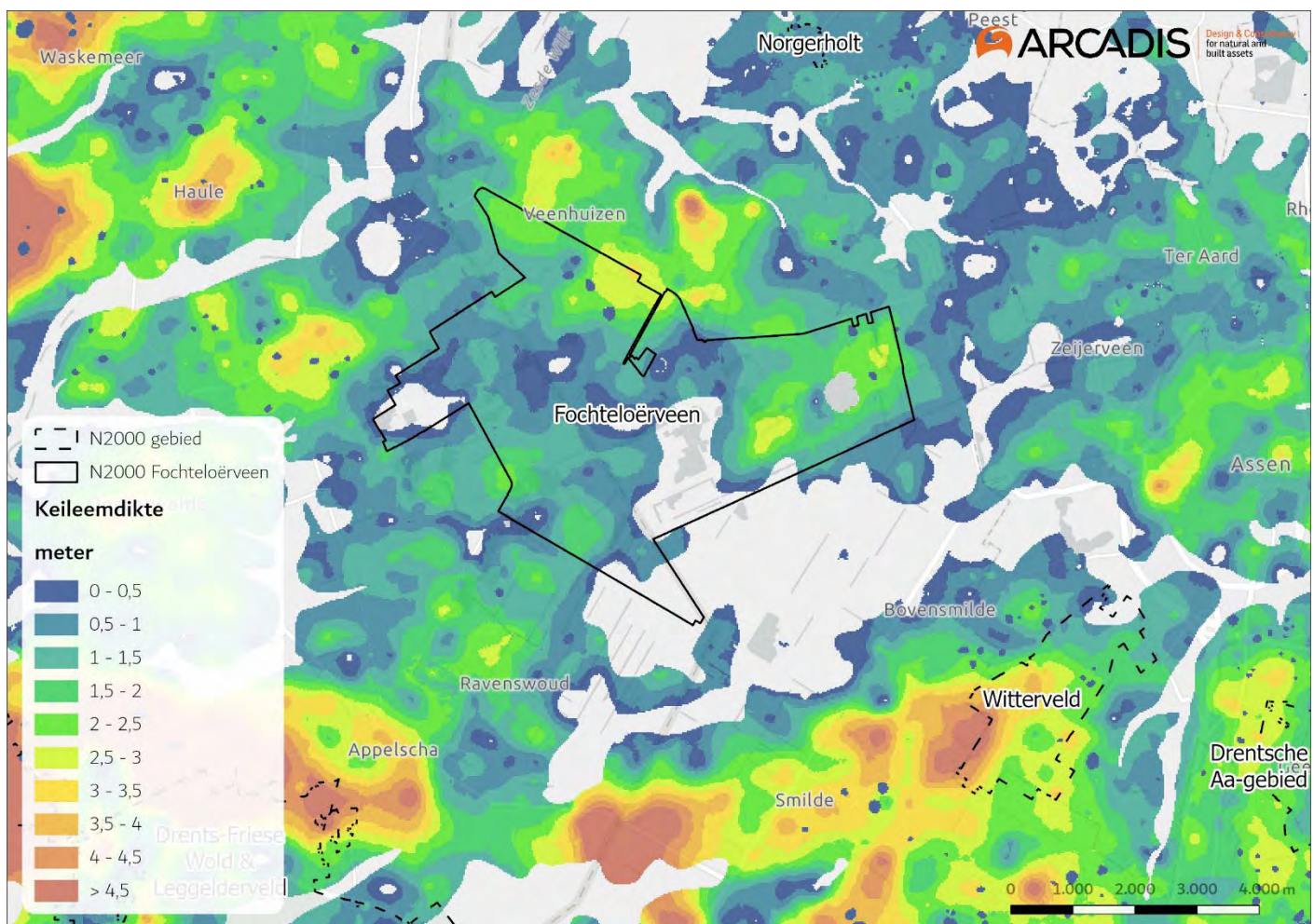
Figuur 11-6 Geologische doorsnede van de bovenste afzettingen van het Fochteloërveen tot aan het Witterveld (noordwest-zuid-oost). Bron: (DINO-loket, DGM V2.2)

Figuur 11-7 geeft een beeld van de dikte van de keileem (Formatie van Drenthe) uit het MIPWA-model. In de figuur is goed te zien dat de keileem onder het Fochteloërveen niet aaneengesloten is en in dikte sterk wisselt. Onder invloed van vorstwerking in het Weichselien kunnen de keileemplaten scheefgesteld zijn en andere vreemde krypturbate vormen bezitten. Ook kunnen ze vorstwiggen bevatten die later zijn opgevuld met zand. Desondanks bezitten dikkere keileemlagen een grote weerstand tegen wegzijging van regen- en ondiep grondwater.

De keileemlaag is het dikst (2 tot 3 meter) in het noordoosten (bij boswachterij Veenhuizen) en ontbreekt ter hoogte van Schaapshokwijk en het Esmeer. Ook in De Zeven Blokken (ten het zuidoosten van het Natura 2000-gebied) en in het westen van het Kleine Veen is de keileem weggeërodeerd door de afvoer van smeltwater gedurende de laatste ijstijd.

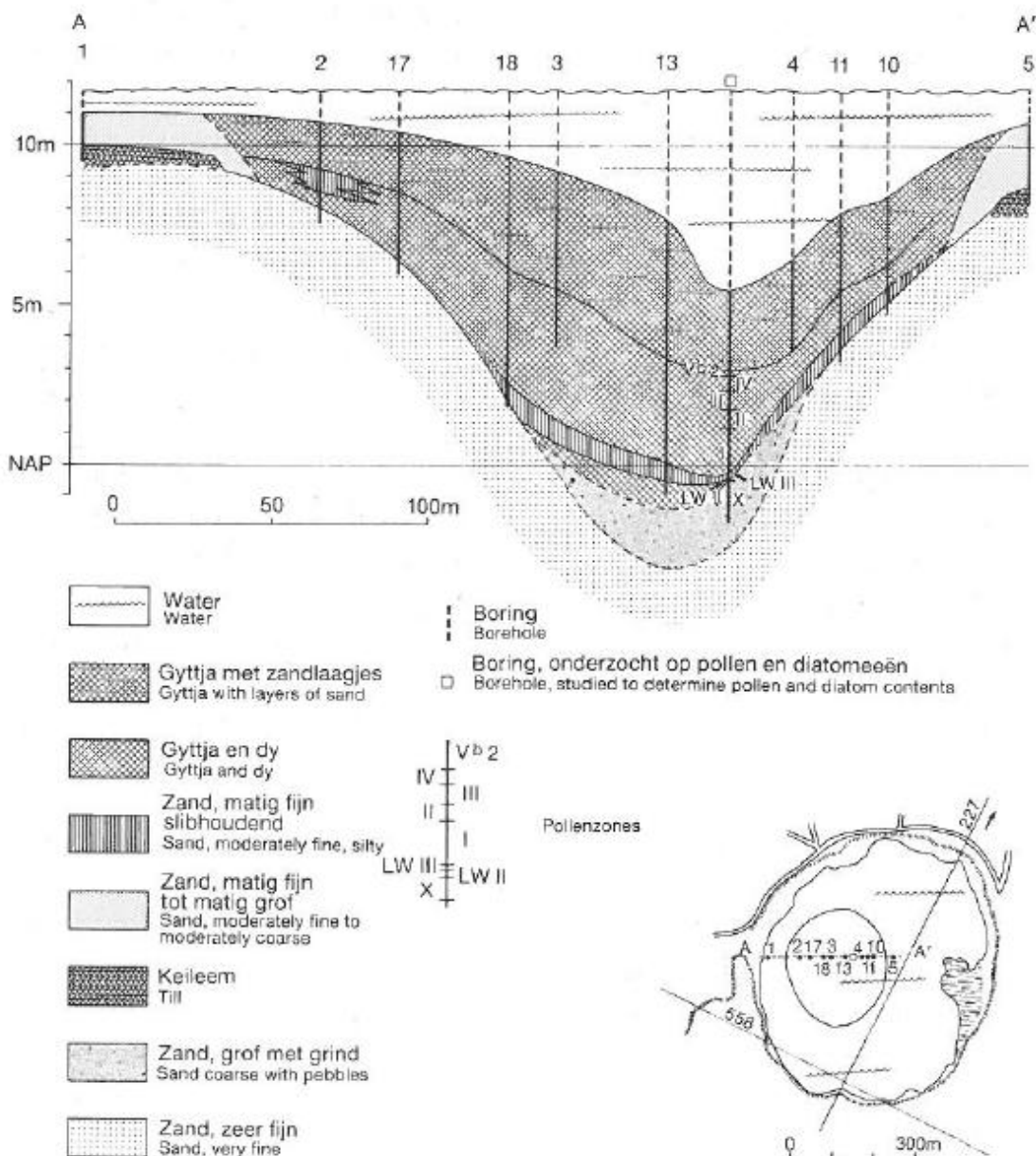
Uit eigen booronderzoek (zie paragraaf 11.6.5) blijkt dat het gat in de keileem in het westen van het Kleine Veen (zie ook Figuur 11-7) kleiner is dan weergegeven. Ter hoogte van de raai werd keileem gevonden waar deze volgens Figuur 11-7 ontbreekt.

Door de afvoer van smeltwater zijn in De Zeven Blokken, in de Schaapshokwijk en in het verlengde daarvan erosiedalen ontstaan. Tijdens het eigen booronderzoek is in het verlengde van de Schaapshokslenk ook een slenk aangeboord (zie paragraaf 11.6.5), die vanuit de Schaapshokslenk verder naar noordwesten loopt. In deze slenk is de keileemlaag erg dun. Het westen van het Kleine Veen vormt de oorsprong van een in de keileem uitgesleten geul. Deze erosiegeulen zijn onderling verbonden via dunne tot zeer dunne keileemlagen, waar ondanks de erosie in de laatste ijstijd nog een dunne laag keileem is achtergebleven. In het Witterveld daarentegen is de keileemlaag nog (grotendeels) intact en bereikt op sommige plekken een dikte 5 tot 10 meter (Figuur 11-7).



Figuur 11-7 Dikte van de Formatie van Drenthe (keileem) in en rondom het Fochteloërveen (Bron: MIPWA)

In het oostelijke deel van het Fochteloërveen lag tijdens de laatste fase van het Weichselien (10 tot 13 duizend jaar geleden) een pingo. Na het smelten ontstond de pingoruïne van het Esmeer (Grontmij, 2013). Door grote druk van het grondwater heeft zich hier in de permafrost een ijslens gevormd. Door constante aanvoer van grondwater groeide deze ijslens (met bovenliggend materiaal) uiteindelijk boven het omringende landschap uit. Gedurende het laat glaciaal begonnen de permafrost en de ijslens te smelten, waardoor de bovenste laag van de ijslens met de erop gelegen bodem ontdooide. Deze bodem met vegetatie gleed naar beneden en vormde een randwal aan de voet van de ijsheuvel. Deze randwal vormt thans de hoogste plek in het oosten van het Fochteloërveen, zie Figuur 11-3. Nadat alle ijs was gesmolten, bleef een ringvormige krater (pingoruïne) in het landschap achter, het Esmeer. In het Holoceen vormde afgestorven organismen in het Esmeer een gyttja, een meerbodemaafzetting die rijk is aan organische stof d.w.z. de door onderwaterdieren doorkauwde resten van waterplanten en ander waterleven.



Figuur 11-8 Dwarsdoorsnede van het Esmeer (Grontmij 2013 op basis van de geologische kaart 12 Assen)

In Figuur 11-8 staat een dwarsdoorsnede van het Esmeer (Grontmij, 2013). Zowel Grontmij (2013) als de keileemkaart volgens het MIPWA (Figuur 11-7) tonen dat ter hoogte van het Esmeer keileem ontbreekt of slechts als een heel dunne laag voorkomt. Ook potklei ontbreekt hier (Figuur 11-5). Gyttja vormt de enige weerstandbiedende laag onder in de pingoruïne.

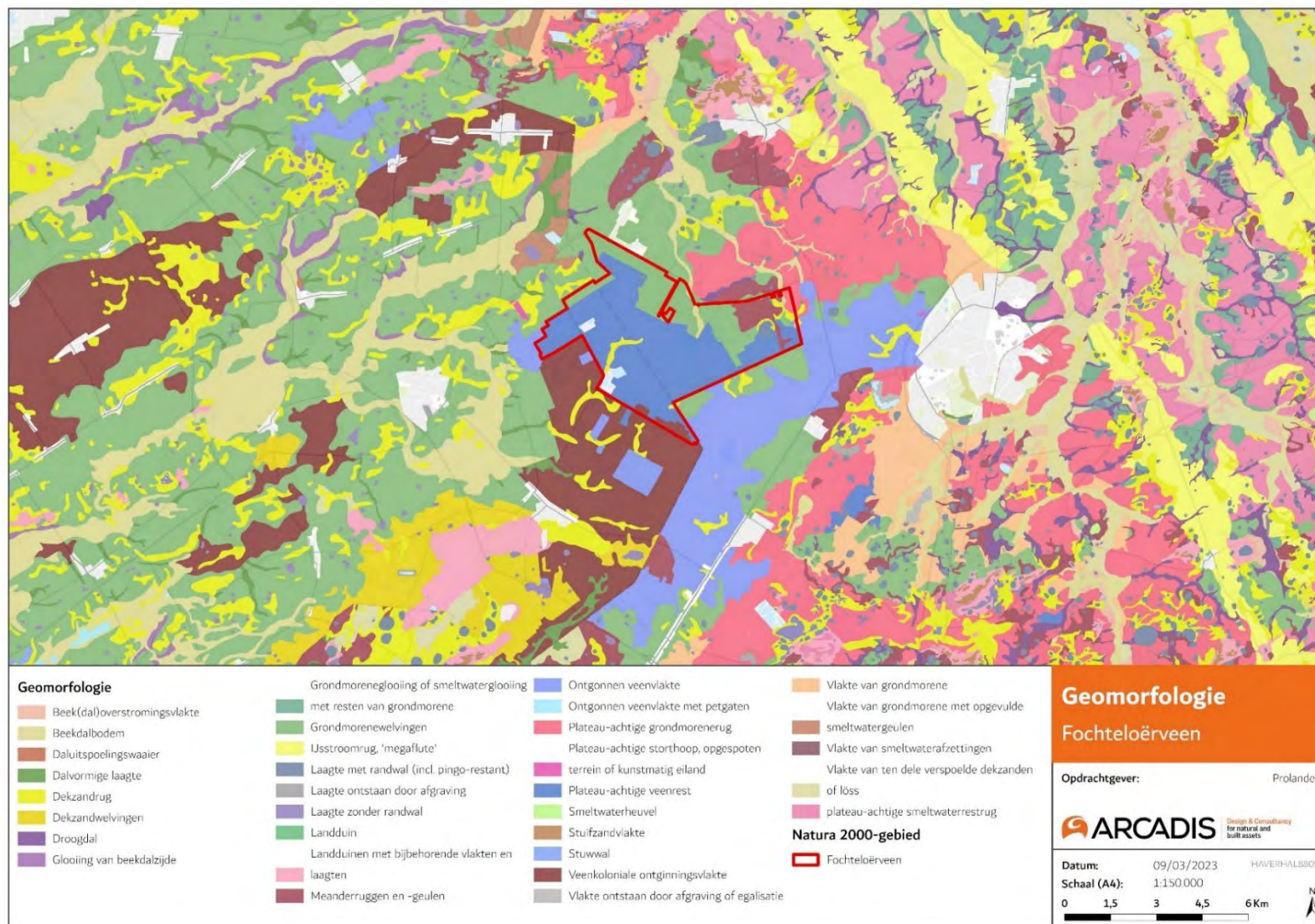
We veronderstellen dat de waterstanden in het Esmeer daarom vermoedelijk een afspiegeling zijn van die in de diepere watervoerende pakketten. De waterstanden zijn redelijk stabiel en liggen rond. 11,60 m +NAP. Ook de grens waterland ligt in het AHN rond dit niveau.

11.4 (Geo)morfologie

Het grootste gedeelte van het Fochteloërveen wordt op de geomorfologische kaart weergegeven als plateauachtige veenrest (donkerblauw) met daaromheen ontgonnen veenvlakten (lila) (zie Figuur 11-9). Het Fochteloërveen was oorspronkelijk onderdeel van een groter hoogveengebied: de Smilder Veenen. Hiervan is slechts een betrekkelijk klein deel bewaard gebleven dat aangewezen is als Natura 2000-gebied. Door veenwinning, ontginningen en inklinking en oxidatie van het veen zijn in en rondom de hoogveenkern diverse dekzandruggen weer aan maaiveld komen te liggen of weer zichtbaar geworden als welvingen in het landschap (gele structuren in Figuur 11-9). Deze dekzandruggen waren eerst bedekt met een veenpakket. Het zijn nu hoger gelegen terreindelen. Waarschijnlijk bevinden zich nog meerdere dekzandruggen onder het veenpakket. Maar deze zijn momenteel niet zichtbaar c.q. herkenbaar.

De recent ingerichte zuidelijke randzone van het gebied staat op de kaart als Veenkoloniale ontginningsvlakte. Hier is de veenbodem dus afgegraven en ontgonnen.

De noordelijke randzone van het Fochteloërveen bestaat uit grondmorenewelvingen. Dit zijn structuren die zijn ontstaan in het Saalien (zie 3.4). Verder ontspringen enkele beekdalen rondom het veengebied, vooral in het noorden. Via deze dalen werd waarschijnlijk het lateraal afstromende water uit het hoogveen afgevoerd, vermoedelijk samen met grondwater afkomstig uit het freatische watervoerende pakket en – indien de keileem door erosie ontbreekt – door grondwater uit het eerste watervoerende pakket met de zanden van de Formatie van Drachten.



Figuur 11-9 Geomorfologische kaart van het Fochteloërveen en omgeving. Bron: DINOloket.

11.5 Hydrologie

11.5.1 Hydrologische modellering – kanttekeningen bij de modeluitkomsten

In deze paragraaf wordt het hydrologische systeem beschreven. Dit wordt gedaan aan de hand van een beschrijving van het grondwater- en het oppervlaktewatersysteem. Tussen het grondwater en oppervlaktewater is uitwisseling in de plassen en watergangen. Vanwege de kenmerken van een hoogveen (waterverzadiging tot aan/op maaiveld) wordt horizontale stroming in een (herstellend) hoogveen voornamelijk bepaald door het oppervlaktewatersysteem en het daarmee samenhangende peilbeheer en verticale stroming (wegzijging) door het grondwatersysteem.

Op lang niet alle relevante locaties zijn meetgegevens beschikbaar. Om desondanks de waterhuishouding van het onderzoeksgebied in beeld te brengen is een grondwater- en oppervlaktewatermodel gebouwd. Het grondwatermodel is gebouwd in het regionale iMOD model MIPWA (op basis van het REGIS-ondergrondmodel) en verbeterd met boorgegevens, extra ondergrondmetingen en inmetingen van watergangen en gekalibreerd aan de hand van gemeten stijghoogtes in peilbuizen. Het grondwatermodel van het onderzoeksgebied kent zoals alle grondwatermodellen beperkingen. Een grondwatermodel wordt betrouwbaar bevonden bij een maximale gemiddelde afwijking van 10 cm ten opzichte van de meetgegevens, een gemiddeld absolute afwijking van 30 cm (afwijking voor minimale en maximale grondwaterstand) en een maximale afwijking van 60 cm.

Met de huidige beschikbare informatie is het (net) niet mogelijk het tweede watervoerende pakket goed te berekenen. Dit zorgt voor een onderschatting van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het derde watervoerende pakket en zorgt voor lokaal te grote afwijkingen in het eerste en derde watervoerende pakket. Het effect is het grootst op plaatsen met potklei in de ondergrond. Daarnaast is het model niet sterk in het berekenen van grondwaterstanden in veengebieden. Dat komt vooral doordat met het model de verdampingsreductie door veenmossen niet te schematiseren is, waardoor de gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) voor het veengebied niet goed bepaald kunnen worden; deze worden te laag berekend. Dat geldt overigens in het algemeen voor iMOD-modellen. Voor een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar de technische rapportage van het grondwatermodel (Bijlage C).

Het oppervlaktewatermodel is opgebouwd in SOBEK-RR. Het model is gekalibreerd en gevalideerd op basis van meetgegevens uit 2015. Het model heeft een gemiddelde absolute afwijking van 10 cm. In de zomer zakt het model 40 cm verder uit dan de kalibratiegegevens vanwege een overschatting van de verdamping. Het model is daarom voor de winter accurater dan voor de zomer.

Voor hoogveenherstel is in het Fochteloërveen een compartimentering waarmee de oppervlakkige afvoer c.q. de horizontale stroming kan worden gereguleerd. Het peil van de compartimenten wordt gestuurd via kunstwerken (stuwen, afsluiters). Momenteel (1^e fase) en in de nabije toekomst (vervolgfases) worden nieuwe kaden aangelegd, nieuwe stuwen geplaatst (en oude weggehaald) en ook de stromingsrichting in peilvakken aangepast. Deze aanpassingen zijn meegenomen in de autonome ontwikkeling. Voor een uitgebreidere toelichting wordt verwezen naar de technische rapportage van het oppervlaktewatermodel (Bijlage B).

Net als het grondwatermodel heeft het oppervlaktewatermodel moeite de verdampingsreductie door veenmossen goed te bepalen. Dat leidt tot overeenkomstige afwijkingen. Daarnaast is er in sommige peilvakken een afwijking tussen meting en berekening, waarvan de oorzaak niet te herleiden is en derhalve ook niet te corrigeren. Dit heeft als gevolg dat er mogelijkheid onzekerheden gestapeld worden.

Het is goed bij het lezen van deze paragraaf deze beperkingen in het achterhoofd te houden. Op enkele ervan besteden we later in de tekst meer aandacht.

11.5.2 Grondwatersysteem

In paragraaf 11.3 is de opbouw van de ondergrond beschreven. Er zijn vier watervoerende pakketten onderscheiden. In Tabel 11-1 staat welke geologische formaties deze watervoerende pakketten vormen en welke formaties de scheidende lagen tussen deze pakketten vormen. Deze geohydrologische opbouw is gebaseerd op Figuur 11-4, waarin de genoemde formaties terug te vinden zijn.

Tabel 11-1 Watervoerende pakketten en bijbehorende geologische formaties.

Watervoerend pakket	Watervoerende formaties	Scheidende formaties
Freatisch	Holoceen (HLC)	Holoceen (HLC)
Eerste watervoerend pakket	Boxtel (BXz) en Drenthe (DRz)	Drenthe- Gietenklei, ook wel keileem (DRGk)
Tweede watervoerend pakket	Drachten (DNz) en Peelo (PEz)	Peelo, ook wel Potklei (PEK)
Derde watervoerend pakket	Peelo (PEz), Urk (URz), Appelscha (APz) en Peize Waalre (PZWaz)	Peize complex (PZc) en Maassluis (MSc)
Vierde watervoerend pakket	Maassluis (MSz) en Oosterhout (OOz, OOc)	Oosterhout complex (OOc) en Breda (BRk) = geohydrologische basis

In onderstaande subparagrafen wordt de opbouw per watervoerend pakket (WVP) beschreven van diep naar ondiep, waarbij wordt ingegaan op doorlatendheden en weerstanden van de formaties. Ook wordt de regionale stromingsrichting weergegeven op basis van modelresultaten. Waar dit relevant is, wordt ook een link gelegd met de specifieke weerstand van een bepaald pakket, de interactie met het oppervlaktewater en kwel- en wegzijgingsfluxen tussen verschillende watervoerende pakketten.

Opmerkingen bij het grondwatermodel

Voor het bepalen van veel van de hier besproken resultaten, is een grondwatermodel opgesteld met bijbehorende technische rapportage (Bijlage C). Dit grondwatermodel is geschikt voor het bepalen van (i) een ruimtelijk beeld van de grondwaterstanden en (ii) de ordegrrootte van grondwaterfluxen. Vanwege het ontbreken van een geschikte vegetatiemodule voor de simulatie van verdamping door veenmossen in een hoogveen is het model niet geschikt voor het bepalen van de waterstanden van het hoogveen in het zomerhalfjaar. De best beschikbare module MetaSWAP is voornamelijk ontwikkeld voor bodem-water-atmosfeer-plant interacties van landbouwgewassen op landbouwbodems. Desondanks zorgt het gebruik van deze module voor een ruis in het gesimuleerde grondwaterregime die groter is dan de maximale dynamiek die ecologisch beschouwd wenselijk is voor hoogveenherstel.

Beperkte informatie over de verbreiding en dikte van met name potklei en keileem, die een grote ruimtelijke heterogeniteit kent, leiden plaatselijk tot verschillen tussen berekeningen en observaties, maar leiden gemiddeld genomen niet tot afwijkende modeluitkomsten.

11.5.2.1 Vierde watervoerend pakket

De geohydrologische basis wordt gevormd door de Formatie van Breda (Figuur 11-4). Deze formatie bestaat uit een dusdanig ondoorlatende kleilaag dat de flux door deze laag nihil is. De geohydrologische basis ligt op een diepte van circa NAP -200 m. Naar boven, in de Formatie van Oosterhout, waarin lokaal nog een weerstandbiedende kleilaag (weerstand < 500 d) voorkomt, neemt de doorlatendheid langzaam toe tot gemiddeld 5 m/d. Hierboven ligt een laag van circa 5 m dikte uit de Formatie van Maassluis, bestaande uit zand met een doorlatendheid van circa 5 m/d vergelijkbaar met die van de Formatie van Oosterhout. Deze laag ligt het diepst in het noordwesten en het ondiepst in het zuidoosten. Hierboven ligt een complexe kleiige laag van de Formatie van Maassluis van circa 10 m dik met een weerstand van 5.000-10.000 dagen. De kleiige laag wordt gevolgd door Maassluis-zand, dat naar boven toe steeds grover wordt.

Hierboven ligt de Formatie van Peize en Waalre, in Figuur 11-4 herkenbaar aan de complexe afzettingen waarin een onderbroken scheidende laag is aangegeven. Lokaal kan de doorlatendheid en weerstand sterk verschillen omdat deze formatie zowel kleiige als zandige afzettingen bevat. Gemiddeld genomen heeft deze complexe laag een weerstand van meer dan 100 dagen in het oosten tot meer dan 1.000 dagen in het westen van het interessegebied. Deze complexe laag vormt de bovenzijde van het vierde watervoerende pakket.

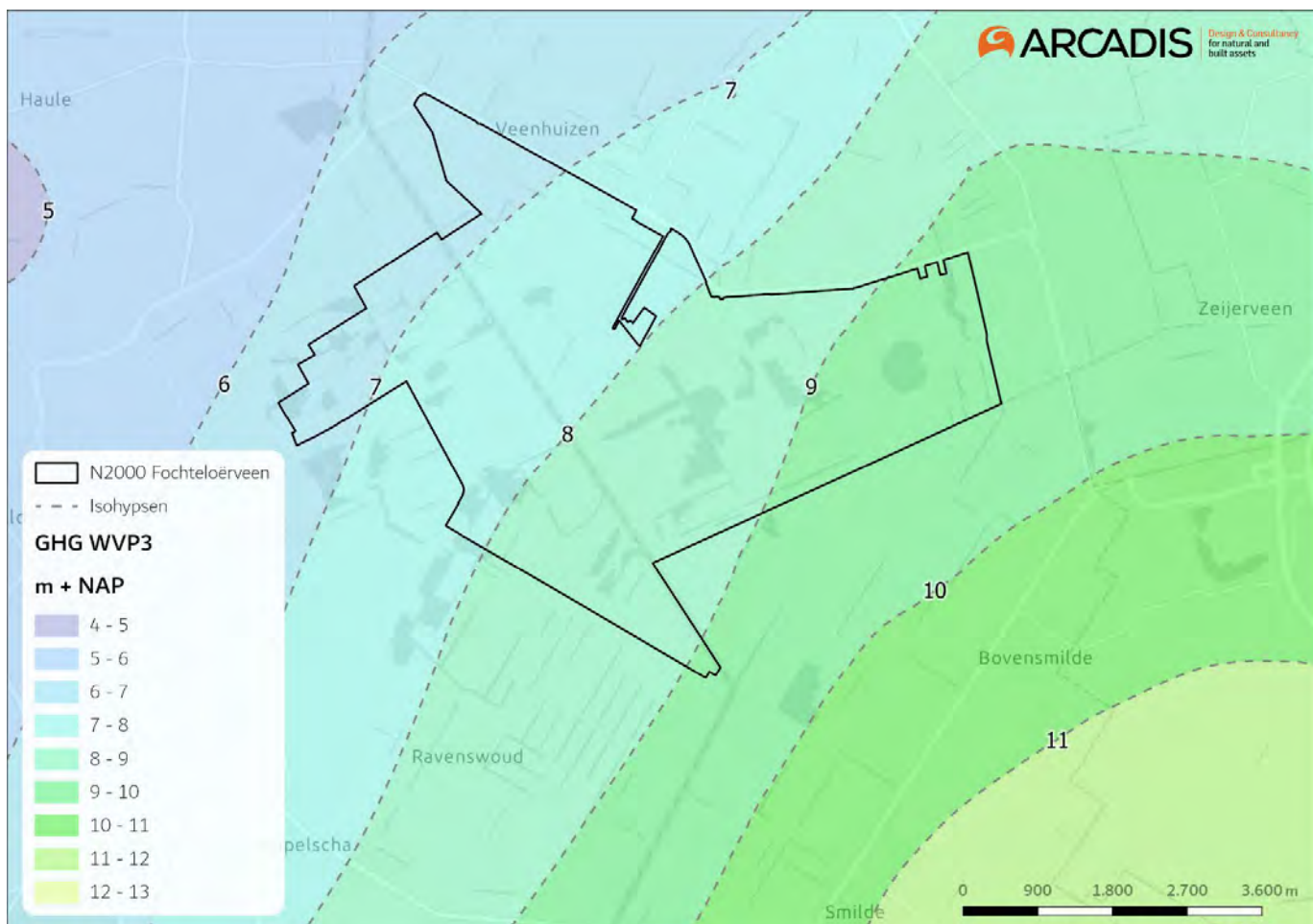
In het vierde watervoerende pakket is een breuk aanwezig waardoor formaties zijn verschoven (zie Figuur 11-4). Deze breuk heeft geen invloed op de stroming van het grondwater: er is geen sprake van een stijghoogtesprong over deze breuk wat zou kunnen duiden op een glijvlak met weerstand.

De stroming in het vierde watervoerende pakket is in noordelijke en westelijke richting; van het Drents plateau naar het Noordzeebekken, en volgt daarmee het regionale reliëf (paragraaf 11.2.1).

11.5.2.2 Derde watervoerend pakket

De onderkant van het derde watervoerende pakket bestaat uit het Peize-complex (Figuur 11-4). Daarboven ligt een dikke laag (circa 25 meter in het oosten tot circa 50 meter in het westen) van voornamelijk zanden uit het Peize-complex met een doorlatendheid van ongeveer 50 m/d. Hierop ligt met een 20 meter dik pakket van grove zanden van de Formatie van Appelscha, met een doorlatendheid van ruim 60 m/d. De laag wordt gevolgd door een zandpakket van circa 20 meter dik van de Formatie van Urk; met hier en daar een dunne kleilaag (dus lokaal kan hierin verticale weerstand voorkomen). Deze pakketten worden doorsneden door tientallen meters diepe geulen of tunneldalen uit het Elsterien. Deze geulen zijn hoofdzakelijk opgevuld met Peelozand; dat is slecht gesorteerd zand dat is afgezet in deze tunneldalen met een doorlatendheid van 10-15 m/d. In sommige tunneldalen ligt een ingesloten kleilaag van enkele meters dik. De grondwaterstroming in dit watervoerende pakket is in noordwestelijke richting (Figuur 11-10).

De genoemde lagen worden afgesloten door de Formatie van Peelo. Waar deze laag hoofdzakelijk uit klei bestaat, biedt ze meer dan 10.000 dagen weerstand, maar ook het goed gesorteerde zand en leem dat in deze formatie voorkomt, zorgt voor een hogere weerstand van circa 1.000 dagen. Op sommige plaatsen ontbreekt deze formatie (zie Figuur 11-11). Het derde watervoerende pakket is in totaal ongeveer 100 meter dik en omvat daarmee het grootste deel van de afzettingen tussen de hydrologische basis en het maaiveld.



Figuur 11-10 Isohypsens van het watervoerende pakket direct onder de potklei (uit grondwatermodellering)

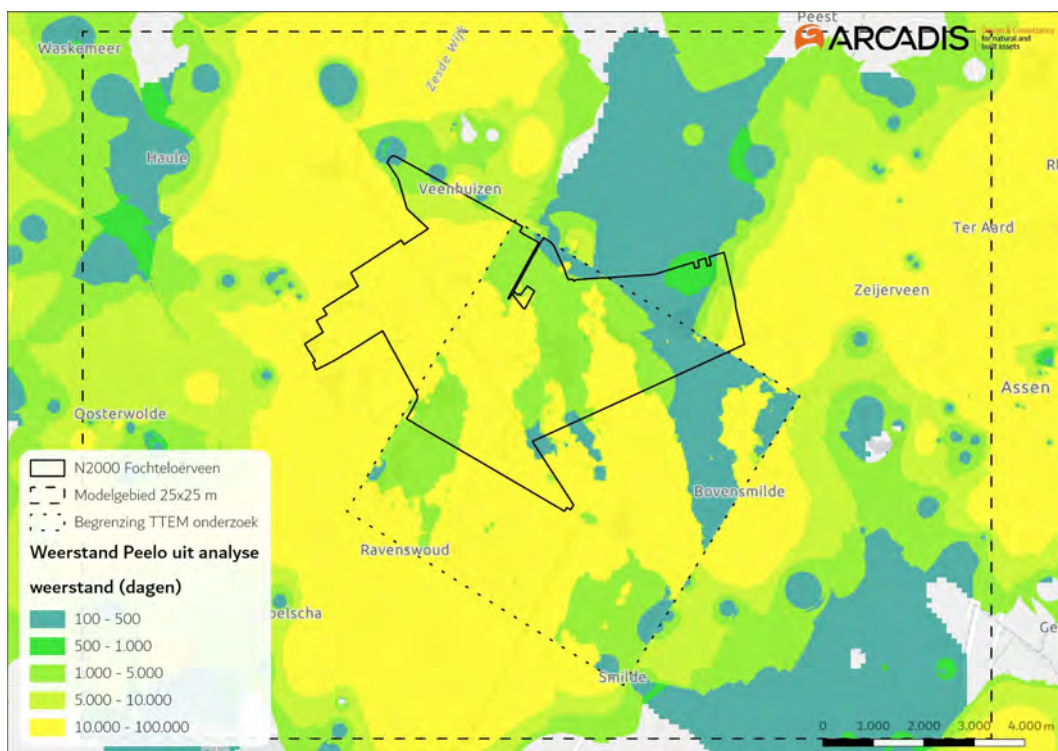
Verspreiding potklei

De grens tussen het derde en tweede watervoerende pakket wordt gevormd door potklei uit de Formatie van Peelo. Doordat de potklei uit de Formatie van Peelo een zeer grote hydrologische weerstand heeft, is er op plaatsen met een dik pakket potklei nagenoeg geen interactie tussen de watervoerende pakketten onder en boven de potklei. Op diverse plaatsen is de potklei echter aanzienlijk dunner of ontbreekt zelfs, waardoor daar wel (enige) uitwisseling optreedt met de bovenliggende watervoerende pakketten.

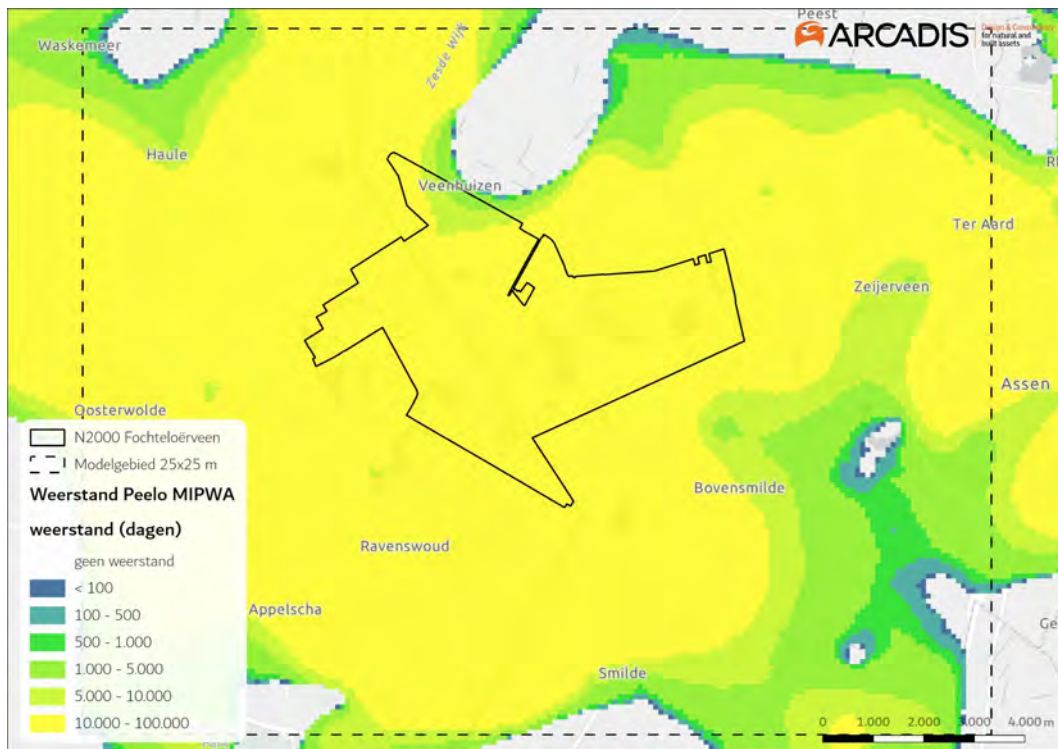
Om de hydrologische weerstand van de potklei en andere afzettingen uit de Formatie van Peelo te bepalen, is een kalibratie van de weerstand van deze formatie gedaan in het grondwatermodel op basis van stijghoogteverschillen (op basis van 15 peilbuizen in het vierde watervoerende pakket en 83 peilbuizen in het derde watervoerende pakket).

In Figuur 11-11 staat de hydrologische weerstand op basis van de nieuw opgestelde potkleikaart, aangevuld met de weerstand van leemlagen en het Peelozand zelf. Binnen de aangegeven rechthoek is de potkleiverspreiding en -dikte volgens het TNO-onderzoek overgenomen (Meekes et al., 2022). Dit onderzoek laat zien dat de dikte van de potklei over een korte afstand sterk variabel kan zijn. Ter vergelijking is in Figuur 11-12 de weerstand volgens MIPWA op basis van REGIS weergegeven.

Onder het Fochteloërveen komt niet overal potklei voor, bijvoorbeeld ter hoogte van de Schaapshokwijk en in de Norger Petgaten. Buiten het Natura 2000-gebied komt geen potklei voor onder een deel van De Zeven Blokken en onder polder Ravenswoud is de potklei dunner dan tot nu toe gedacht werd. De potklei vormt hier dus geen grote ondoorlatende laag onder het Fochteloërveen en omgeving, en er is in principe uitwisseling mogelijk tussen het derde en tweede watervoerende pakket. De plaatsen waar de Formatie van Peelo niet uit potklei bestaat, maar uit sterk gelaagd, goed gesorteerd fijn zand, hebben wel enige verticale weerstand.

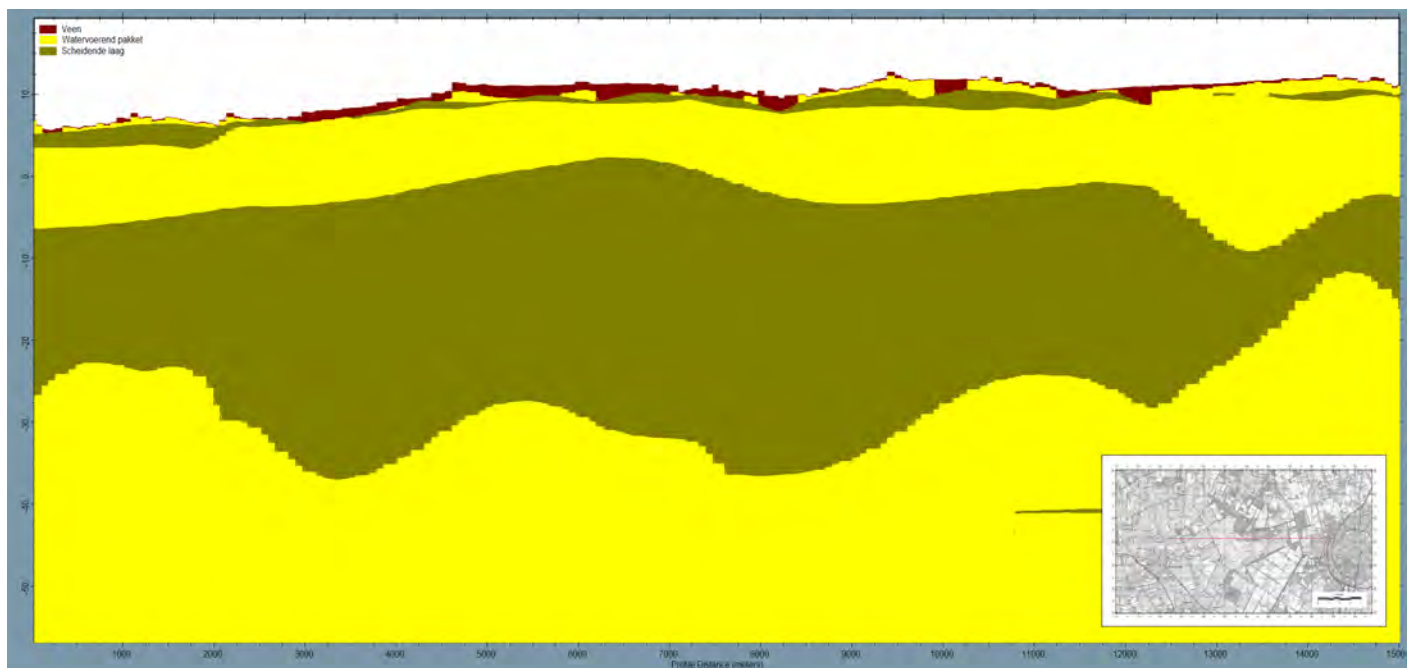


Figuur 11-11 Weerstand van de Formatie van Peelo op basis van de boringen en TNO-onderzoek (TNO-GDN (2023f) en Fugro (2023); (binnen de rechthoek die met stippellijn is begrensd; zie Bijlage C). Uit kalibratie van het grondwatermodel blijkt dat dit een verbeterde versie is, maar dat de Formatie van Peelo alsnog de grootste onzekerheid van het hydrologisch gedrag van de ondergrond veroorzaakt

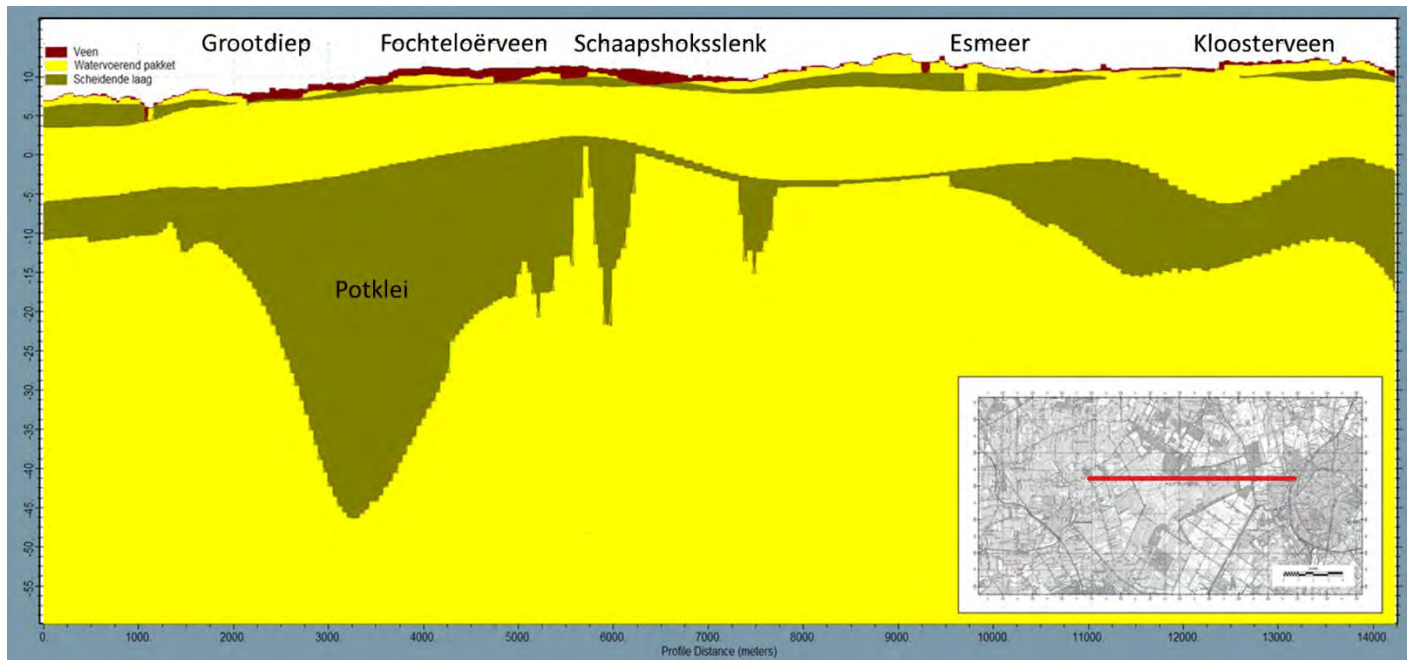


Figuur 11-12 Weerstand van de Formatie van Peelo zoals in de MIPWA database aanwezig was op basis van REGIS

In Figuur 11-14 staat een geologische doorsnede van ruwweg west naar oost. Dit is een verbeterde interpretatie van de dimensies van de Peeloklei (Bijlage C) op basis van meer gebruikte boringen, sonderingen en elektromagnetische ondergrondmetingen vergeleken met de informatie uit het REGIS-model (DINOloket, 2023; Figuur 11-13). Hieruit blijkt dat de potklei niet aaneengesloten verbreiding kent en dat tussen dikke potkleilagen, vaak in geulen, veel beter doorlatende afzettingen voorkomen. De uitkomsten van dit grondwatermodel zijn in de doorsneden van Figuur 11-19 en Figuur 11-20 gevisualiseerd, de interpretatie in Figuur 4-9.



Figuur 11-13 Geologische doorsnede van Fochteloër naar Assen zoals origineel in REGIS/MIPWA voorkomt, met in groen scheidende lagen en in geel watervoerende pakketten (MIPWA)



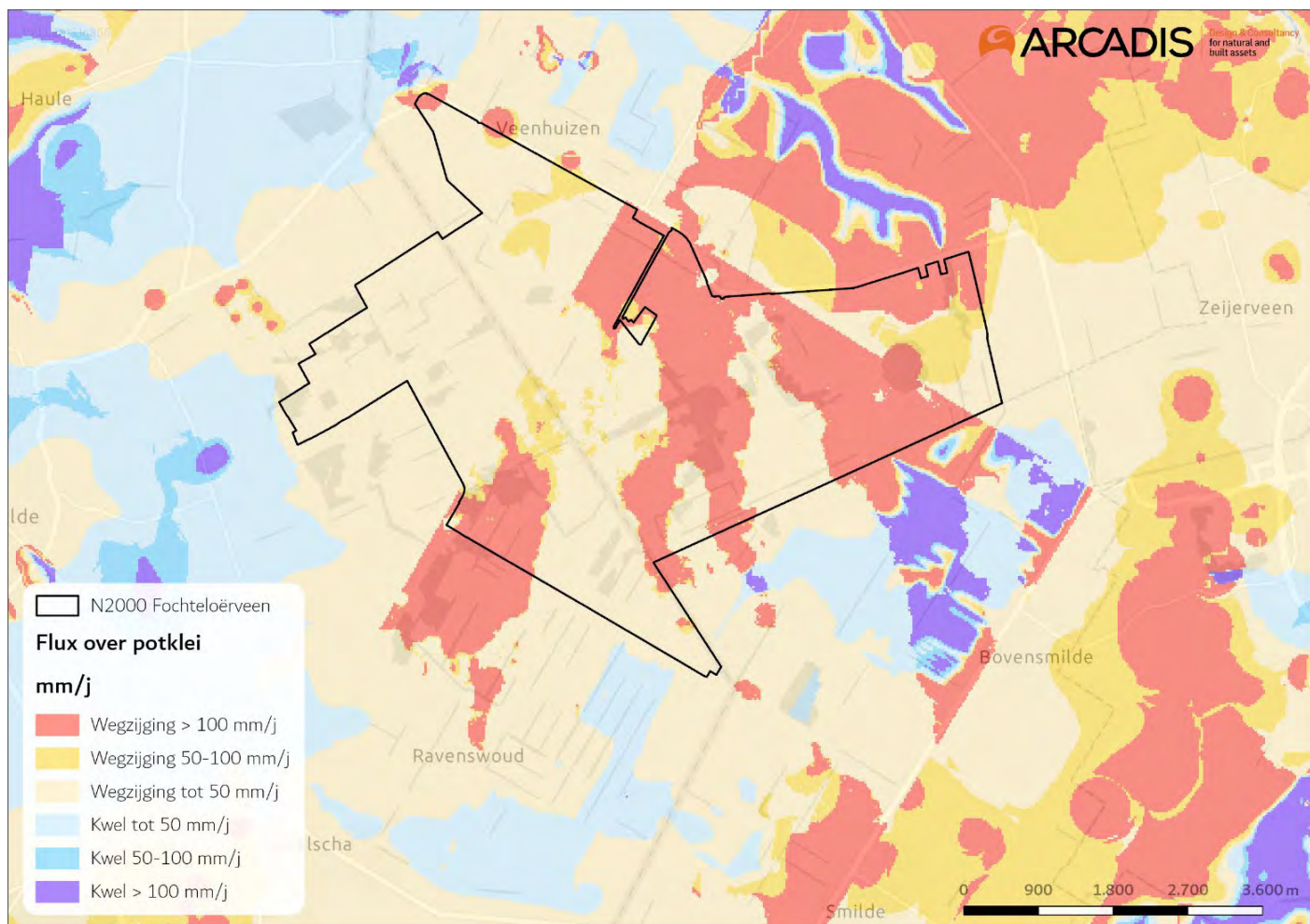
Figuur 11-14 Geohydrologische doorsnede van Fochteloërveld naar Assen zoals samengesteld uit de combinatie van boringen en het TTEM onderzoek, met in groen scheidende lagen en in geel watervoerende pakketten (Bijlage C)

Verticale fluxen over de potklei

Toelichting verticale fluxen

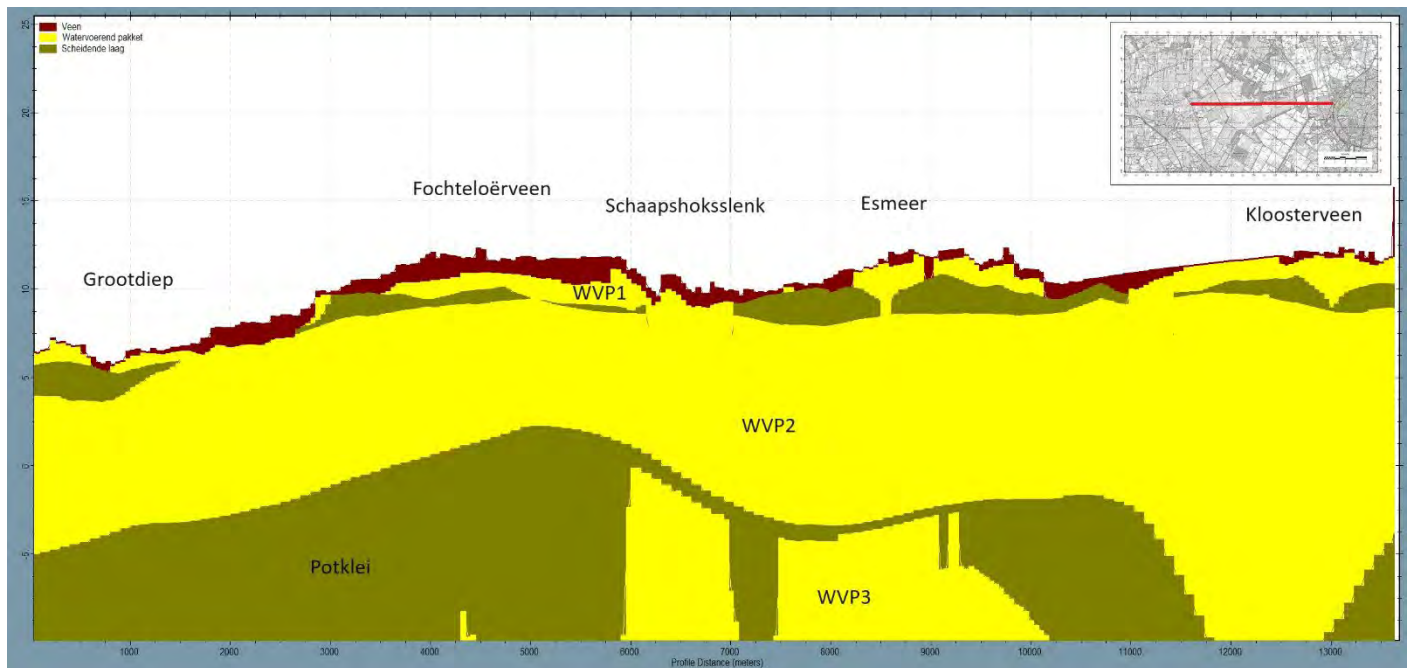
In deze paragraaf worden de verticale fluxen beschreven tussen watervoerende pakketten. Het gaat hierbij om de flux die is berekend over de betreffende modellaag. Een negatieve flux (een neerwaartse flux) wordt omschreven als een wegzijgingsflux. Een positieve flux (een opwaartse flux) wordt omschreven als een kwelflux. Het gaat hierbij dus om de richting en orde grootte van de flux. Een kwelflux betekent niet dat er aan maaiveld ook daadwerkelijk kwel van dat grondwater optreedt.

Waar de potklei dun is of ontbreekt treedt ter plaatse van het Fochteloërveld wegzijging op met lage intensiteit (geringe flux) van het tweede naar het derde watervoerend pakket, Kwel treedt op in de beekdalen, maar ook in de Zeven Blokken, daar waar de potklei (en ook de keileem) ontbreekt en waar ook de grondwaterstand sterk verlaagd is. De weerstand van de potklei bleek ook na de kalibratie van het model niet helemaal goed gemodelleerd te zijn, maar verder verbetering is pas echt mogelijk na uitvoering van ingepland onderzoek (vervolg SkyTEM). Aan de westkant bij het Kleine Veen is de onzekerheid het grootst.



Figuur 11-15 Verbreiding van potklei in relatie tot het wegzijgen of uittreden van grondwater van het tweede naar het eerste watervoerend pakket, Kwel treedt op in de beekdalen, maar ook in de Zeven Blokken, daar waar de potklei (en ook de keileem) ontbreekt en waar ook de grondwaterstand sterk verlaagd is

11.5.2.3 Tweede watervoerend pakket



Figuur 11-16 De bovenste 30 meter ingedeeld in geohydrologische eenheden, gebaseerd op de geologische doorsnede uit het verbeterde MIPWA-model

De basis van het tweede watervoerende pakket bestaat naast zanden uit de Formatie van Peelo, met een doorlatendheid van 20 m/d, voornamelijk uit goed doorlatende zanden van de Formatie van Drachten (zie paragraaf 11.3). Dit zand is homogeen, matig fijn tot matig grof, met een doorlatendheid van ongeveer 40 m/d. Deze goed doorlatende, watervoerende laag wordt afgedekt door zand en keileem uit de Formatie van Drenthe. De keileemlaag vormt een weerstandbiedende laag met een weerstand oplopend tot meer dan 1.000 dagen (Bron: MIPWA, kaartportaal Provincie Drenthe). Waar deze formatie wordt doorsneden door geulen ontbreekt weerstand. De weerstand van de keileemlaag zelf is variabel: soms bevat de keileem meer zandige facies en is daardoor redelijk doorlatend (Figuur 11-21). Ook kan de keileem doorsneden zijn bij het graven van wijken en sloten, waardoor er interactie kan optreden tussen de watervoerende pakketten boven en onder de keileem. In de beekdalen, waar geen keileem voorkomt, kan beekleem nog een weerstandbiedende laag vormen. De precieze verbreiding van beekleem is echter niet goed bekend (Figuur 11-17). Op basis van de oude beek- en keileemkaart mag verwacht worden dat de verbreiding wijder is dan nu in MIPWA wordt verondersteld. Dit heeft als consequentie dat de mate van kwel of infiltratie in met name de pleistocene dalen mogelijk wordt overschat. In een vervolgonderzoek moet worden bekeken in hoeverre het model op dit punt nog te verbeteren is op basis van aanvullende data (Drenthe) en aannames (Friesland).



Figuur 11-17 De aanwezigheid en weerstand van beekleem in het modelgebied (Bron: MIPWA)

Verticale fluxen over de keileem

Toelichting verticale fluxen

In deze paragraaf worden de verticale fluxen beschreven tussen watervoerende pakketten. Het gaat hierbij om de flux die is berekend over de betreffende modell laag. Een negatieve flux (een neerwaartse flux) wordt omschreven als een wegzijgingsflux. Een positieve flux (een opwaartse flux) wordt omschreven als een kwelflux. Het gaat hierbij dus om de richting en orde grootte van de flux. Een kwelflux betekent niet dat er aan maaiveld ook daadwerkelijk kwel van dat grondwater optreedt.

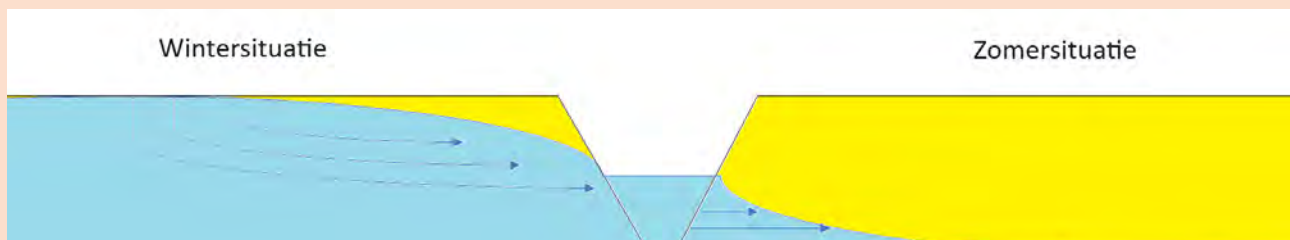
Wanneer er watergangen in deze modellen liggen wordt ook een verticale flux berekend. Is de flux negatief (wegzijging), dan draineert de watergang niet, en treedt mogelijk infiltratie op. Een positieve flux (kwel) geeft aan dat er water naar de watergang toestroomt; de watergang draineert dan het grondwater.

De aanwezigheid en de weerstand van de keileem bepalen in hoge mate de intensiteit van wegzijging vanuit het eerste of bovenste watervoerende pakket (Jongmans et al., 2013). Ernst (1979; en Bell Hullenaar (2007) maakten een inschatting gemaakt van de omvang van de wegzijging door (de gaten in) de keileem op basis van peilbuisgegevens boven en onder de keileem en kwamen op een wegzijging van 0,3 à 0,4 mm/d.

Bij de kalibratie van het grondwatermodel bleek dat de weerstand van keileem met een factor 3 werd onderschat in MIPWA, waarop dit is aangepast. De ingeschatte keileemweerstand staat in Figuur 11-21 en de keileemdikte in Figuur 11-7. Ook volgens ons grondwatermodel ligt binnen het Natura 2000-gebied de wegzijging over de keileem gemiddeld tussen 0,2 mm/d en 0,5 mm/d. De hoogveenkern en de Friese bufferzone (Figuur 11-22) kennen een gemodelleerde wegzijging over de keileem van tussen 0,2 mm/d en 0,3 mm/d, terwijl die in de Norger Petgaten 0,5 mm/d is. Binnen de gecompartmenteerde delen bedragen de verschillen over het jaar heen minder dan 0,1 mm (zie Figuur 11-23). Buiten het Fochteloërveen is de jaarlijkse variatie circa 1mm; in de winter is de flux neutraal (0 mm/d) in de winter is sprake van wegzijging (1 mm/d). Het grondwater wordt hier sterk beïnvloed door het oppervlaktewaterpeilbeheer voor landbouw en bebouwing, zie onderstaand kader.

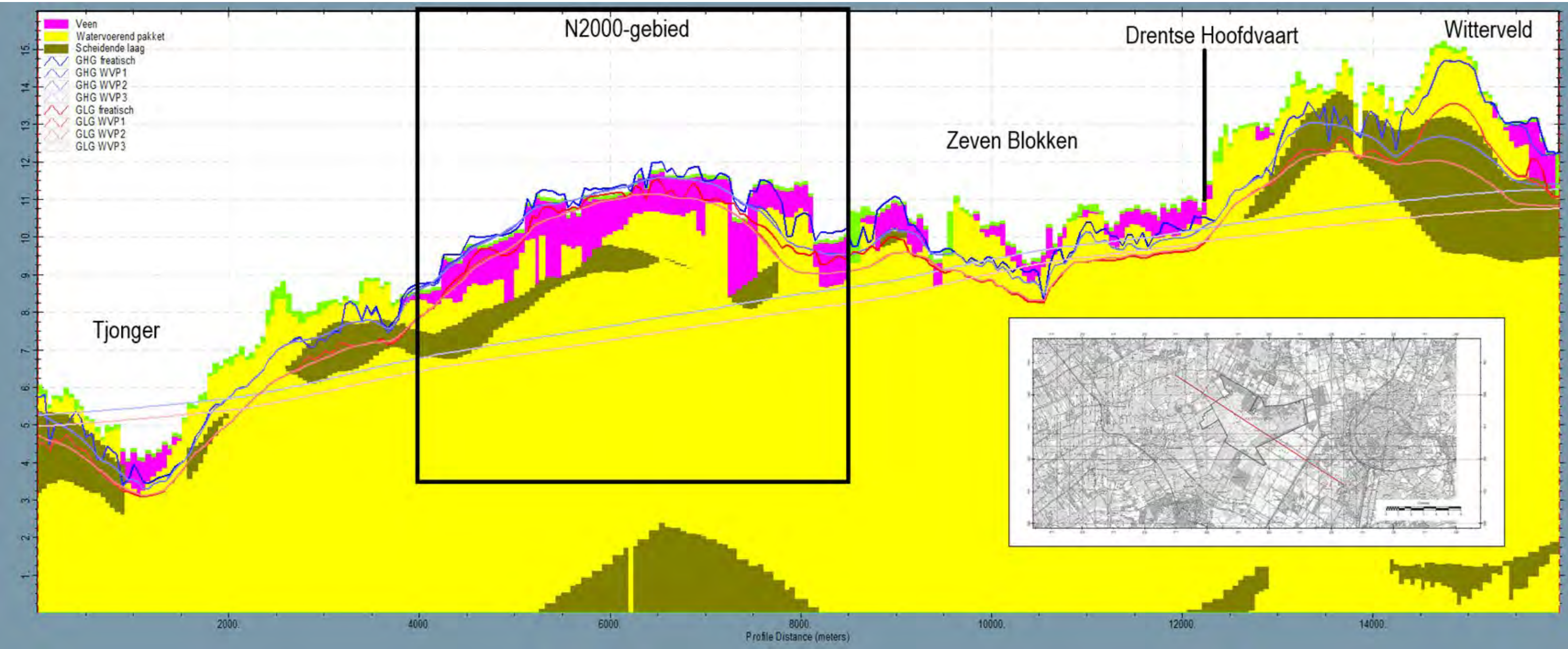
Lokaal grondwatersysteem in gebieden met wateraanvoer

In sommige landbouwgebieden wordt in de zomer oppervlaktewater aangevoerd om de watergangen op een hoog peil te houden. In de winter hebben deze watergangen echter lage peilen. 's Winter is het neerslagoverschot groter dan in de zomer en kan water op de landbouwpercelen infiltreren en dan als lokaal grondwater naar de ondergrond en de watergangen (met lage peilen) stromen. In de zomer daarentegen infiltreert water in de watergangen (met hoge peilen) om het grondwater onder de landbouwpercelen (met lage grondwaterstanden) aan te vullen. Doordat de verdamping groter is dan de neerslag treedt er in de percelen 's zomers geen wegzijging meer op en kan de stromingsrichting van het water omkeren: van watergang naar het perceel. Met andere woorden, op seizoensbasis kan de verticale flux omslaan van drainage (opwaarts) naar wegzijging (neerwaarts), zoals zichtbaar is in kwel-wegzijgingskaarten, bijvoorbeeld Figuur 11-23.

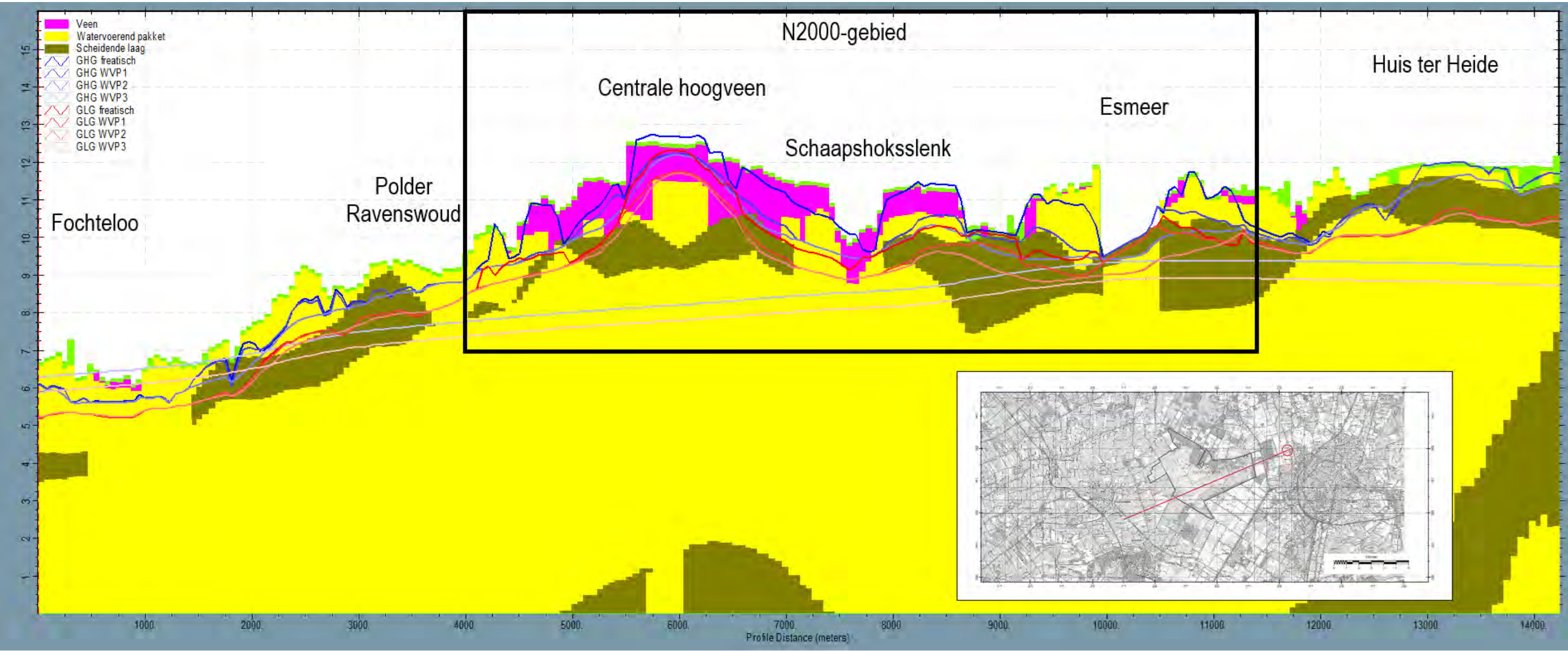


Uit Figuur 11-22 blijkt dat vooral bij watergangen op plaatsen zonder keileem d.w.z. in de beekdalen en daar waar watergangen door de keileem zijn heen gegraven, uitwisseling van grondwater optreedt tussen het eerste en tweede watervoerende pakket. Afhankelijk van de stijghoogte in beide pakketten betreft het kwel (flux opwaarts) of wegzijging (flux neerwaarts). Wanneer de watergangen draineren is sprake van een kwelflux. Binnen het Natura 2000-gebied is de wegzijging (op basis van het grondwatermodel) het grootst in de watergangen in de 'Zaagtand'. De hoogste kwelflux treedt op in de bufferzone tussen het hoogveengebied en de Friese beekdalen (Tjonger en Grootdiep) aangezien keileem daar ontbreekt of een geringe weerstand heeft en de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (dekzand) lager is dan die in het tweede watervoerende pakket. Het patroon in het Fochteloërveen komt sterk overeen met de indeling in peilvakken. Grenzend aan het Natura 2000-gebied treedt jaargemiddeld kwel op in de watergangen (deze draineren dus) in De Zeven Blokken, ten oosten van de Norger Petgaten, in de oorsprong van de Slokkert en in het landbouwgebied van Veenhuizen. Binnen het hoogveenrestant treedt plaatselijk jaargemiddeld kwel op in het Kleine Veen, ten noorden van de huidige hoogveenkern en plaatselijk in wijken. In het Esmeer en de slenk van de Schaapshokwijk treedt wegzijging op door de hoge oppervlaktewaterpeilen. Daarbij moet voor het Esmeer worden opgemerkt dat uit metingen blijkt dat wegzijging beperkt is en het peil redelijk stabiel blijft (veel hoger dan stijghoogten). Vermoedelijk zit Esmeer nog niet goed in het model, wat een aandachtspunt is voor vervolgonderzoek.

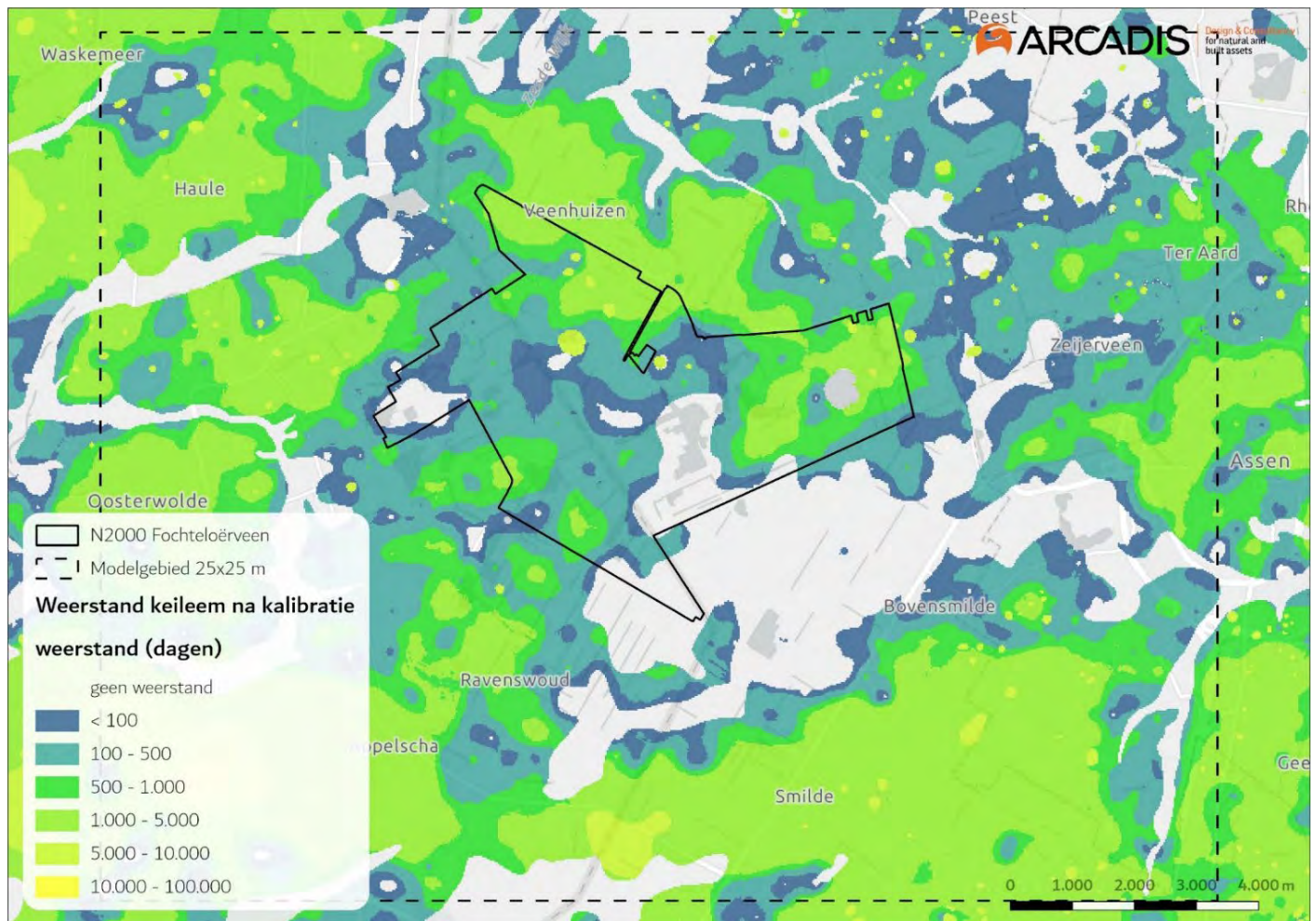
In Figuur 11-19 en Figuur 11-20 zijn de berekende stijghoogten weergegeven in een noordwest-zuidoost doorsnede en een zuidwest-noordoost doorsnede. Hieruit blijkt dat de grootste opbolling van grondwater in de ondiepe watervoerende pakketten optreedt waar potklei in de ondergrond voorkomt. De stijghoogtes boven de potklei liggen dicht bij elkaar, maar lokaal zijn er stijghoogteverschillen door watergangen met bepaalde peilen en door weerstanden van (kei)leem en de veenbasis. De interpretatie voor grondwaterfluxen is weergegeven in Figuur 4-9.



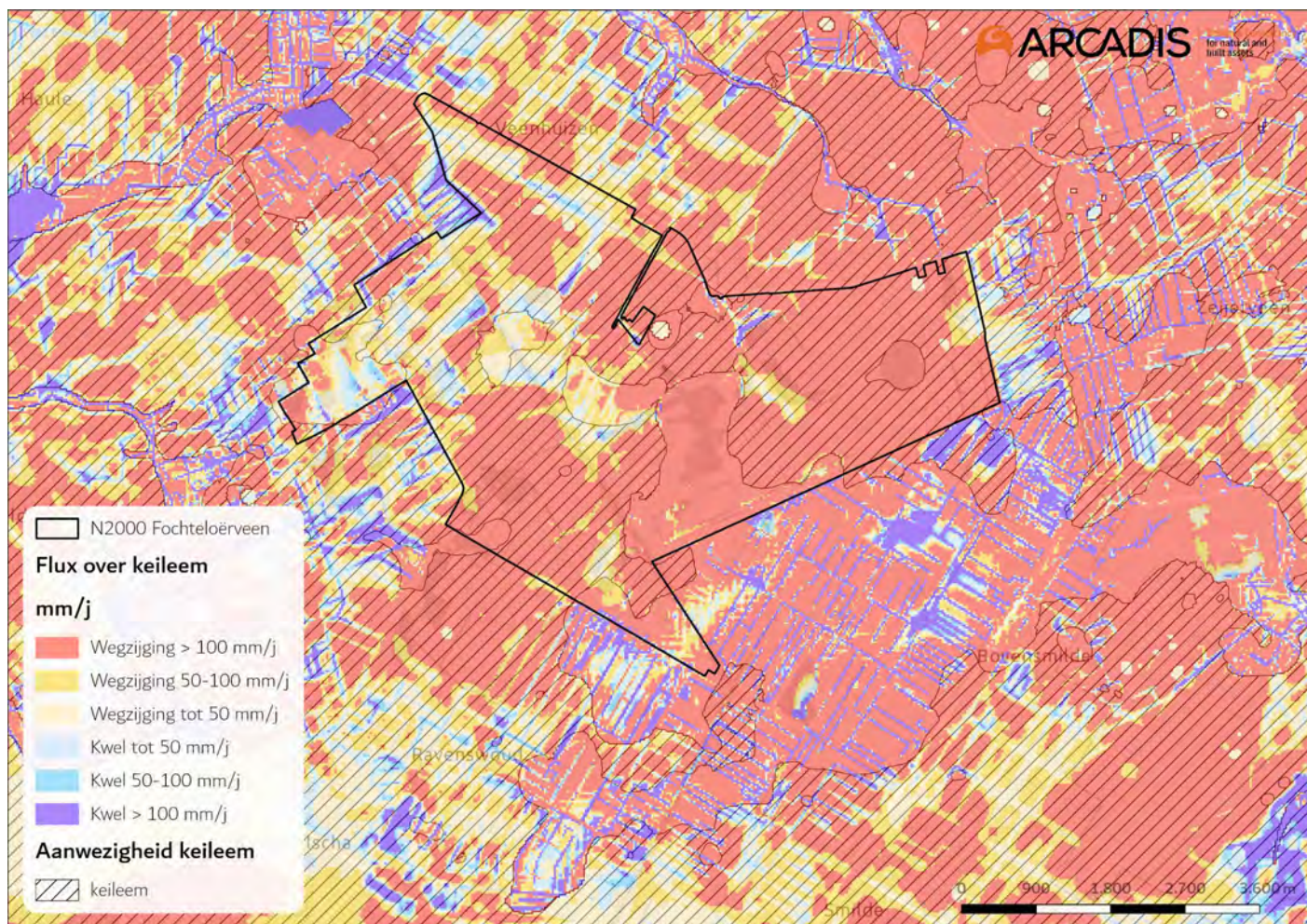
Figuur 11-19 Doorsnede van de ondergrond met GxG-lijnen, van de Tjonger in het noordwesten naar het Witterveld in het zuidoosten (uit het grondwatermodel)



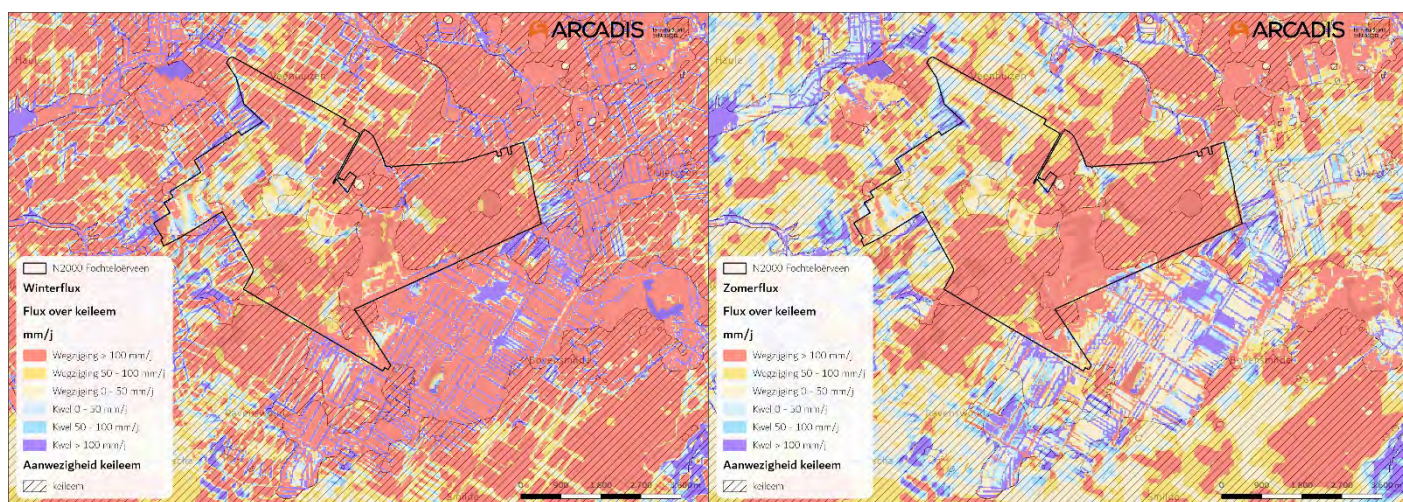
Figuur 11-20 Doorsnede van de ondergrond met GxG-lijnen, van Fochteloo in het zuidwesten naar Huis ter Heide in het noordoosten (uit het grondwatermodel)



Figuur 11-21 Weerstand (in dagen) van de keileem na modelkalibratie (uit grondwatermodellering)



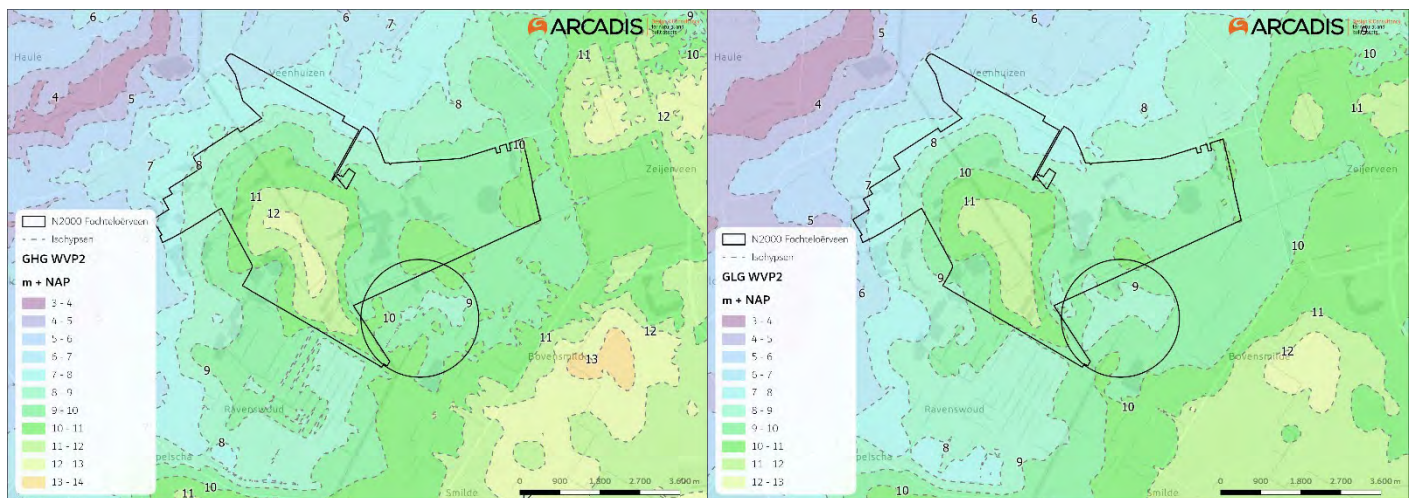
Figuur 11-22 Het jaargemiddelde beeld van de flux over de (gaten in de) keileem. Bron: dit grondwatermodel



Figuur 11-23 Flux over (de gaten in) de keileem. Links de wintersituatie en rechts de zomersituatie, waarbij in delen van het gebied een omslag optreedt van sterke wegzijging naar geen verticale flux of zelfs flux naar 1^e (bovenste) WVP, met name daar waar keileem ontbreekt of weinig weerstand biedt of waar een sterke verlaging van de standen in het 1^e (bovenste) WVP via waterlopen optreedt. Bron: dit grondwatermodel

Grondwaterstroming

In het tweede watervoerende pakket wordt de grondwaterstroming gestuurd door de maaiveldhoogte en de gehanteerde oppervlaktewaterpeilen. Globaal gezien is de stroming nog steeds in noordwestelijke richting. Onder het Fochteloërveen is de stijghoogte hoger dan in zijn omgeving, waardoor het gebied water verliest naar zijn omgeving, die lager ligt en lagere oppervlaktewaterpeilen kent (Figuur 11-24). De steilste stijghoogtegradiënt is die tussen de veenkern van het Fochteloërveen en polder Ravenswoud. Naast de opbolling in het Fochteloërveen en het Witterveld is de laagte in stijghoogten in polder De Zeven Blokken opvallend. Deze polder wordt bemalen door gemaal 'de Slokkert'. De isohypsenlijnen worden hier op een aantal plaatsen onderbroken door (het lokale waterschapspeil op) een zandwinplas en een laag peil op de wijken die bemalen worden door gemaal 'Ravensmeeren' (omcirkeld in Figuur 11-24).



Figuur 11-24 Stijghoogtes GHG (links, winter) en GLG (rechts, zomer) in watervoerend pakket 2, tussen de keileem en de potklei (uit grondwatermodel)

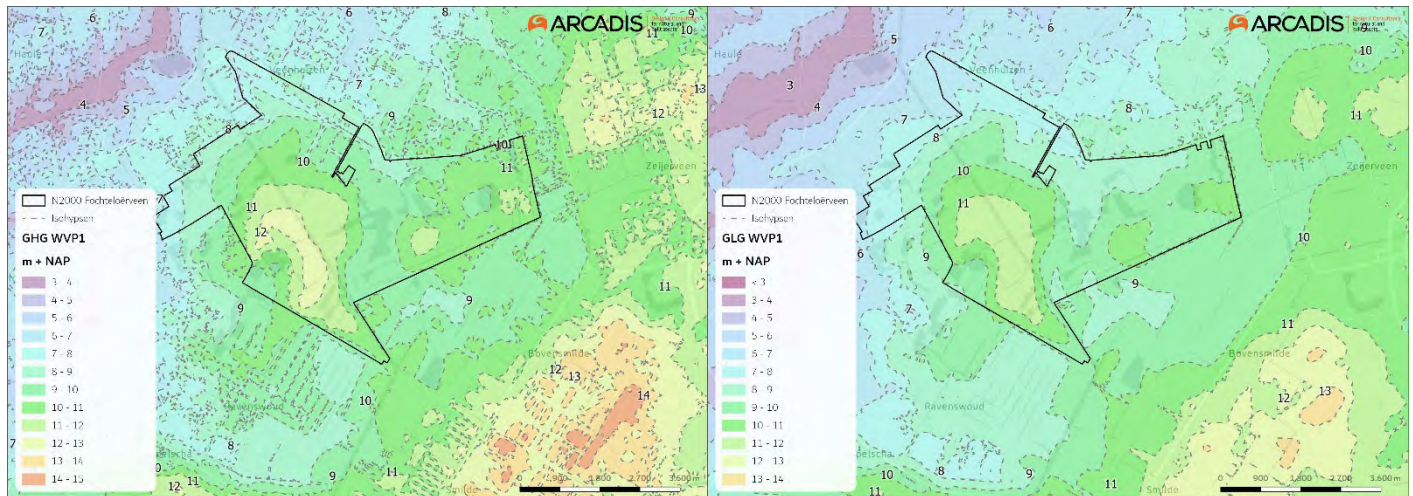
11.5.2.4 Eerste watervoerend pakket

Het eerste watervoerende pakket bestaat vooral uit dekzand van de Formatie van Bostel. Het is enkele meters dik, op de meeste plaatsen circa twee meter, maar soms ook aanzienlijk dunner (zie 11.6.5). Het dekzand is goed gesorteerd en heeft een homogene horizontale doorlatendheid van circa 5 m/d. Lokaal kan het leemgehalte hoger zijn of kunnen in laagtes dunne leembandjes zijn afgezet. Op die plekken is er een verticale weerstand van enkele dagen.

Net als in het tweede watervoerende pakket volgt de grondwaterstroming de maaiveldhoogte en de oppervlaktewaterpeilen (Figuur 11-25). Wel zijn de invloeden van hoogteligging en oppervlaktewaterpeil groter dan in het tweede watervoerende pakket, vooral waar een flink pakket keileem voorkomt, zoals bij Appelscha, in en om het Witterveld en in boswachterij Veenhuizen. De invloed van oppervlaktewaterpeilen toont zich vooral in de scherpe en steile overgang tussen het Fochteloërveen enerzijds en De Zeven Blokken en polder Ravenswoud anderzijds. De isohypsen lopen hier parallel aan de begrenzing van het Natura 2000-gebied.

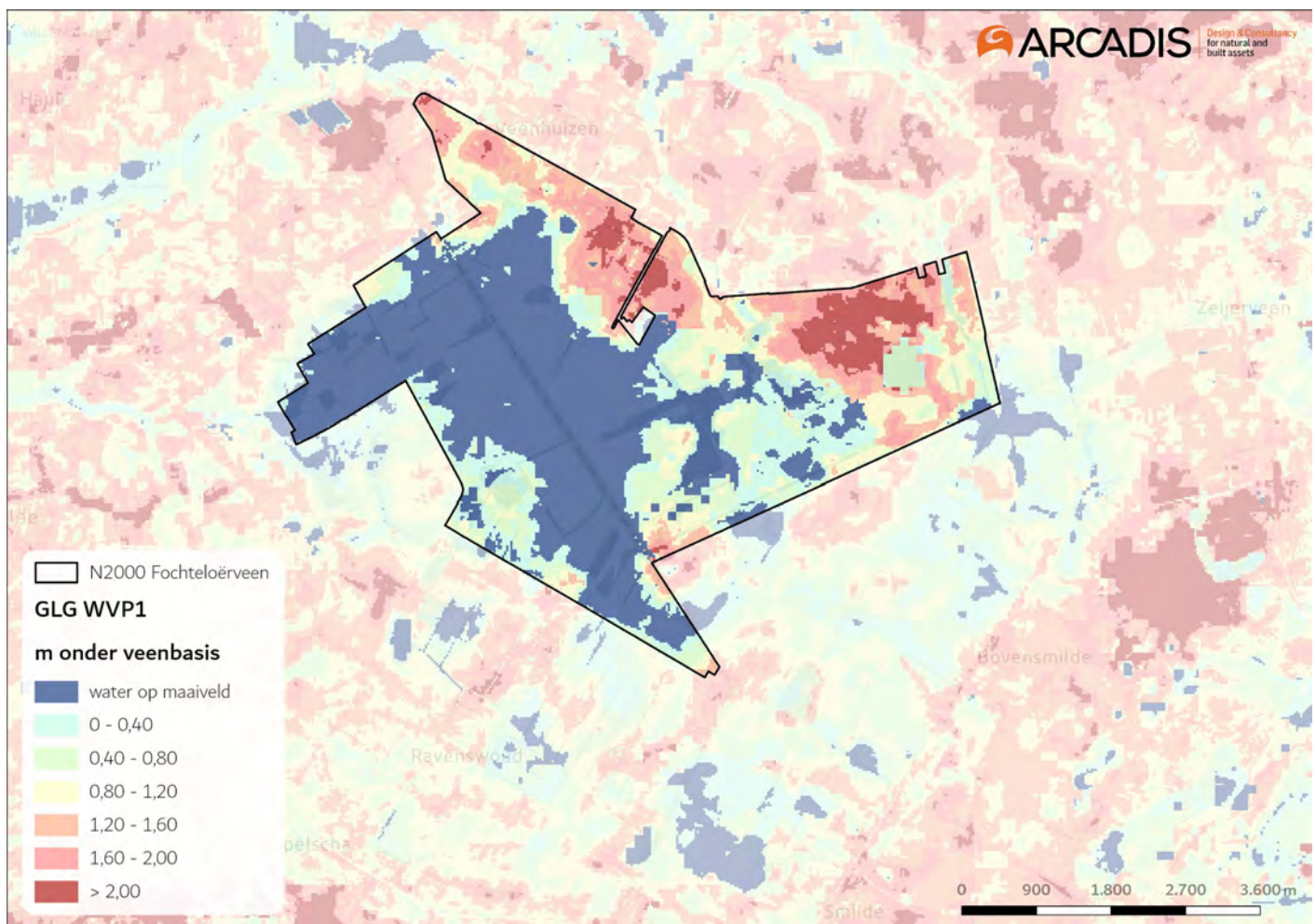
Daarnaast is de invloed van diepe watergangen die door de keileem heen zijn gegraven duidelijk herkenbaar als stijghoogte-insnijdingen. Voorbeelden hiervan zijn de watergangen in Veenhuizen (met name de Parallelwaterleiding in de boswachterij Veenhuizen, maar ook enkele wijken in Veenhuizen zelf (waarbij de Kolonievart een hoger peil heeft dan zijn omgeving), de wijken in polder Ravenswoud en de wijken ten zuiden van het Witterveld. De samenhang van maaiveldhoogteligging en grondwaterstanden toont zich het duidelijkst in de opbolling van het grondwater in de rug bij Appelscha.

De stromingsrichting van het grondwater staat loodrecht op de isohypsen en laat zien (Figuur 11-25) dat vanuit het centrum van het veen (omgeving Bonghaar) het grondwater radiaal afstroomt, waarbij de stijghoogtegradiënt in westelijke en zuidelijke richting steiler is dan naar het noorden en oosten. In het westen is ook een lokale verlaging in stijghoogte zichtbaar in het landbouwgebied Tachtig Bunder die ver in de richting van het veen lijkt door te werken. Een tweede inzijskern ligt in het oosten, in de Norger Petgaten, die door de laagte van de Schaapshokwijk wordt gescheiden van de inzijskern ten westen daarvan. Het Esmeer ligt als een laagte binnen de inzijskern van de Norger Petgaten.



Figuur 11-25 Stijgheohte in WVP1, dekzand (boven de keileem, onder veenbasis)

Het eerste watervoerende pakket is niet altijd verzadigd. Zoals te zien is in Figuur 11-26 komt de GLG op veel plaatsen niet boven de bovenkant van dit pakket uit.



Figuur 11-26 Kaart van de GLG ten opzichte van de veenbasis (bovenkant dekzand waar veen afwezig is). De donkerblauwe kleur geeft aan dat het eerste watervoerende pakket (dekzand) verzadigd blijft bij de GLG; de stijgheohte komt tot aan of hoger dan de veenbasis. Andere kleuren geven aan dat de stijgheohte hier lager ligt dan de veenbasis

11.5.2.5 Freatisch pakket

Wanneer veen aanwezig is, zijn binnen het freatisch pakket twee lagen te onderscheiden: het veenpakket, dat meestal door een slecht doorlatende veenbasis van leem, gyttja, gliede of een verkitte B-horizont (zie paragraaf 11.6.4) wordt gescheiden van het onderliggende dekzandpakket.

Weerstand veenlaag

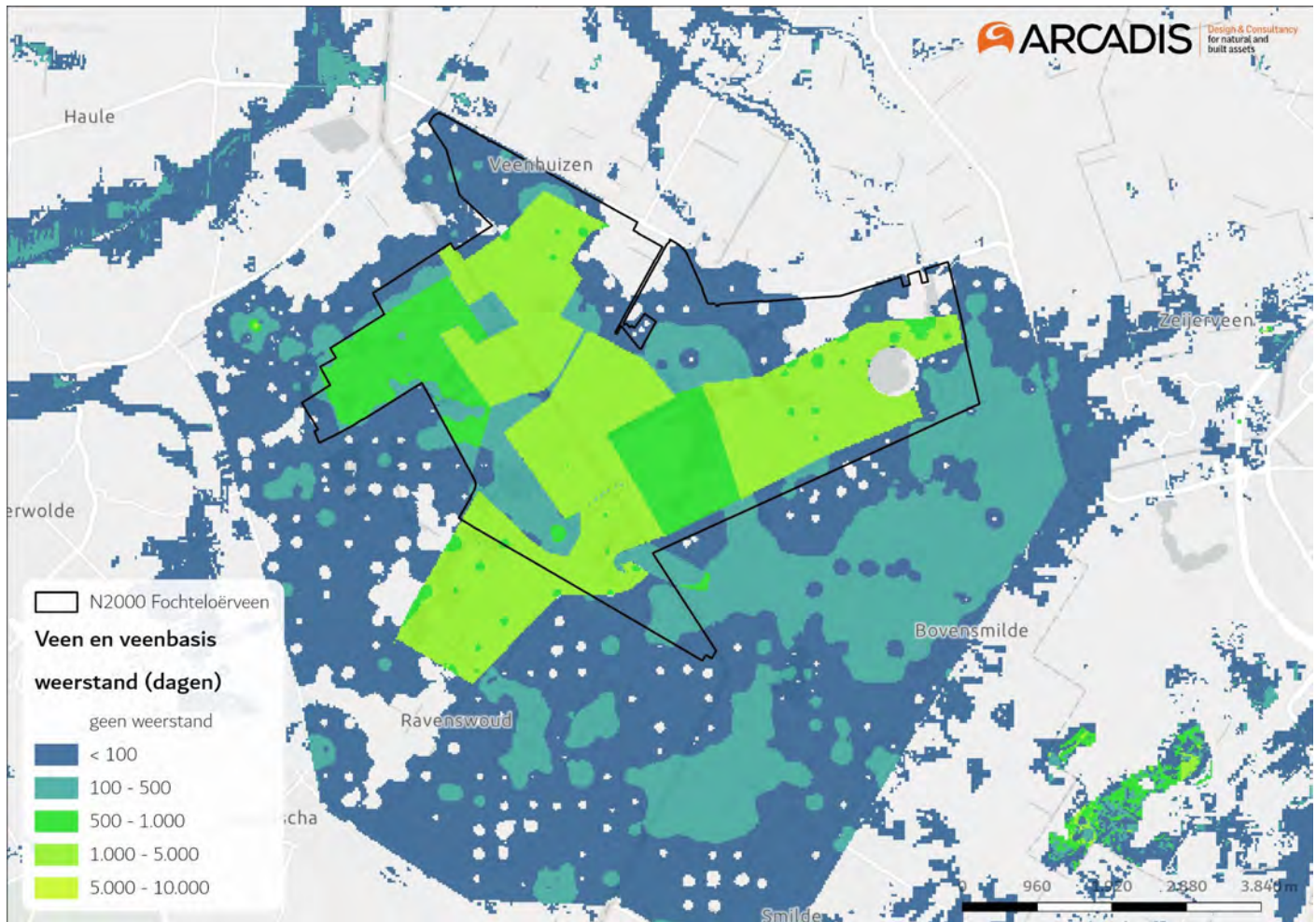
Voor de hydrologie is de basis van het freatische pakket van groot belang: zand en bewerkt veen (afgegraven/ geploegd) hebben een goede doorlatendheid, terwijl bij een intacte veenbasis een verticale weerstand aanwezig is van tientallen tot duizenden dagen, afhankelijk van de aard van de veenbasis. Gytja heeft een weerstand van circa 100 dagen, die van een gliedelaag kan oplopen tot ongeveer 500 dagen en de minst doorlatende veenbasis is een verkitte Bh-horizont ('kazige B') met een hydrologische weerstand van zo'n 1.000 dagen (Bron: KWR 2015; Dekker et al., 1986, Bijlage C). Ook (kei)leem kan aan de basis liggen van veen en als weerstandbiedende laag fungeren (zie Figuur 11-21). De weerstand is dan in die betreffende laag opgenomen (paragraaf 11.5.2.3).

De weerstand van het veen wordt gecreëerd door een combinatie van de dikte (dik veen heeft in het algemeen een grotere weerstand dan dun veen), de aard van het veen (witveen of zwartveen; broekveen, zeggeveen enz.), de mate van humificatie en de veenbasis. De toegekende weerstand is als volgt bepaald:

$$C = C_{basis} + d \times C_{veen}$$

Waarbij C_{basis} de weerstand van de veenbasis is, d de dikte van het bovenliggende veenpakket is en C_{veen} de weerstand van het veen is, die in dit onderzoek is gehouden op 100 d/m vanwege het ontbreken van gegevens over de humificatiegraad van het veen. De totale weerstand van dit pakket is weergegeven in Figuur 11-27.

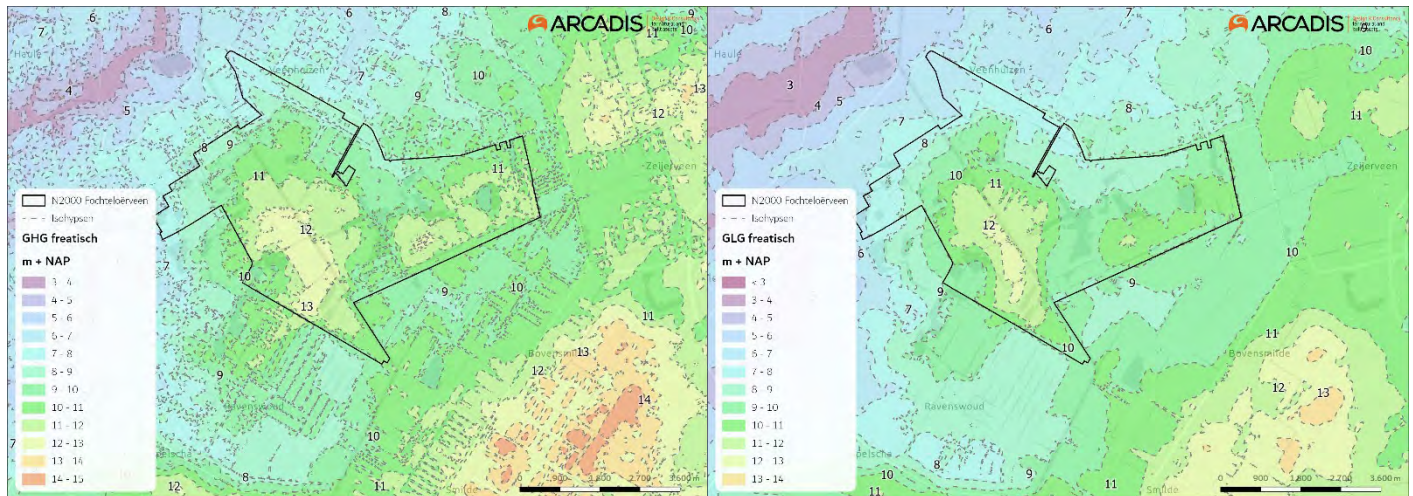
Vaak heeft de vorming van de veenbasis een directe relatie met de ondergrond (zie paragraaf 11.6.4) voor een uitgebreide beschrijving): gyttja is ontstaan als geogene afzetting op plaatsen waar van oorsprong kwel voorkwam (dus waar de keileem ontbreekt/minder weerstand heeft) of waar water stagneerde (lokale laagtes in het landschap), terwijl voor de vorming van een verkitte Bh-horizont vermorsing moest optreden op plekken waar door inzijging van regenwater al podzolisering was opgetreden. Dat groeiende veen zorgde voor een intensivering van de inspoeling van humus en sequoxiden waardoor de al aanwezige B-horizont verkitte en zeer slecht doorlatend werd. Deze vermorsing onder invloed van een groeiend veencomplex dat in grondwatergevoede laagten was ontstaan zorgde uiteindelijk voor hoogveenontwikkeling in de hogere delen in het landschap. Dit zijn allemaal processen die na de laatste ijstijd plaatsgevonden hebben. Tijdens droge perioden trad mineralisatie op van veen, waarbij een disperse humus ontstond die uiteindelijk aan de veenbasis werd afgezet. Deze zogeheten gliede zorgde voor een extra weerstand tegen wegzijging, waardoor opnieuw hoogveengroei kon gaan optreden (Sevink, 2019; Caspari, 1972).



Figuur 11-27 Weerstand van het veen in het gekalibreerde grondwatermodel. Gebaseerd op veendikte uit boringen en de aangetoonde veenbases met bijbehorende weerstandwaarden uit de literatuur. Scherpe overgangen worden veroorzaakt door verschil in gekarteerde veenbasis. In werkelijkheid zullen de grenzen tussen de verschillende typen veenbasis vloeiender zijn, en daarmee de verschillen in weerstand ook

Grondwaterstroming

De stijghoogtes van het grondwater volgen ook hier de lokale topografie. Daardoor liggen de stijghoogtes in het veengebied enkele meters hoger dan in zijn onteende omgeving en in de van nature lager gelegen delen, zoals de beekdalen. Net als in het eerste watervoerende pakket treedt radiale grondwaterstroming op vanuit het centrum van het veen (omgeving Bonghaar). En ook in het freatisch pakket is net als in het eerste watervoerende pakket een tweede inzijngskern zichtbaar in de Norger Petgaten, zij het wat meer versneden. Beide kernen worden gescheiden door de laagte van de Schaareshokwijk. Het Esmeer vormt wederom een laagte binnen de inzijngskern van de Norger Petgaten. Dit strookt niet met de vrij stabiele peilen van het Esmeer en is daarom een aandachtspunt voor verbetering van het model in een volgende fase. De wijk die dwars door de boswachterij Veenhuizen loopt en de Tachtig Bunder zorgen voor scherpe overgangen naar diepere stijghoogte aan de randen van het hoogveenrestant en zijn buffers en daarmee voor een sterke toestroming van freatisch grondwater vandaaruit. Gezien de topografie lijkt het erop dat de waterstanden in het best ontwikkelde deel van het hoogveen mede op niveau worden gehouden door tegendruk van freatisch grondwater in de Bonghaar, die dit deel als een halve cirkel afzoomt.



Figuur 11-28 Grondwaterstanden freatisch pakket

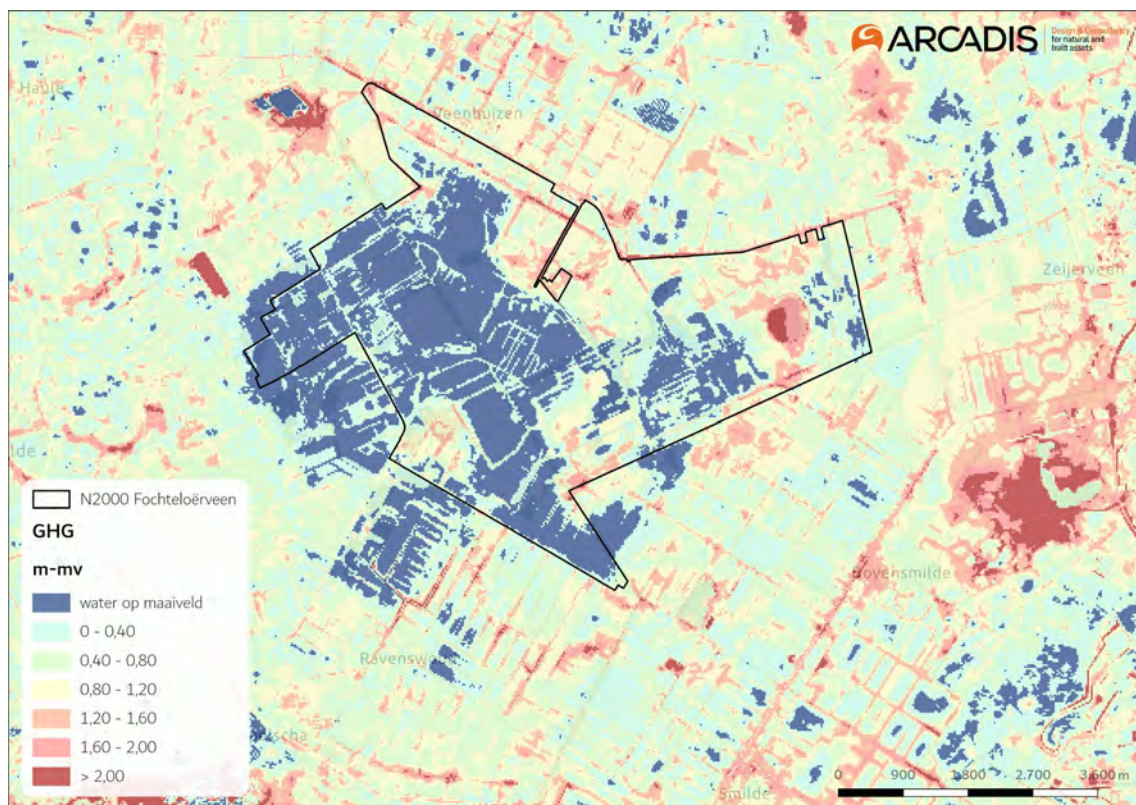
11.5.2.6 Dynamiek

Aan de hand van metingen in 38 freatische peilbuizen die binnen het Natura 2000-gebied staan, is een beeld gecreëerd van de grondwaterstandsdynamiek in het veengebied. Deze metingen zijn vergeleken met de berekende GHG ten opzichte van maaiveld volgens het grondwatermodel (Figuur 11-30). We gebruikten de GHG in plaats van de GLG, aangezien het model de GLG niet betrouwbaar genoeg berekent (Bijlage C).

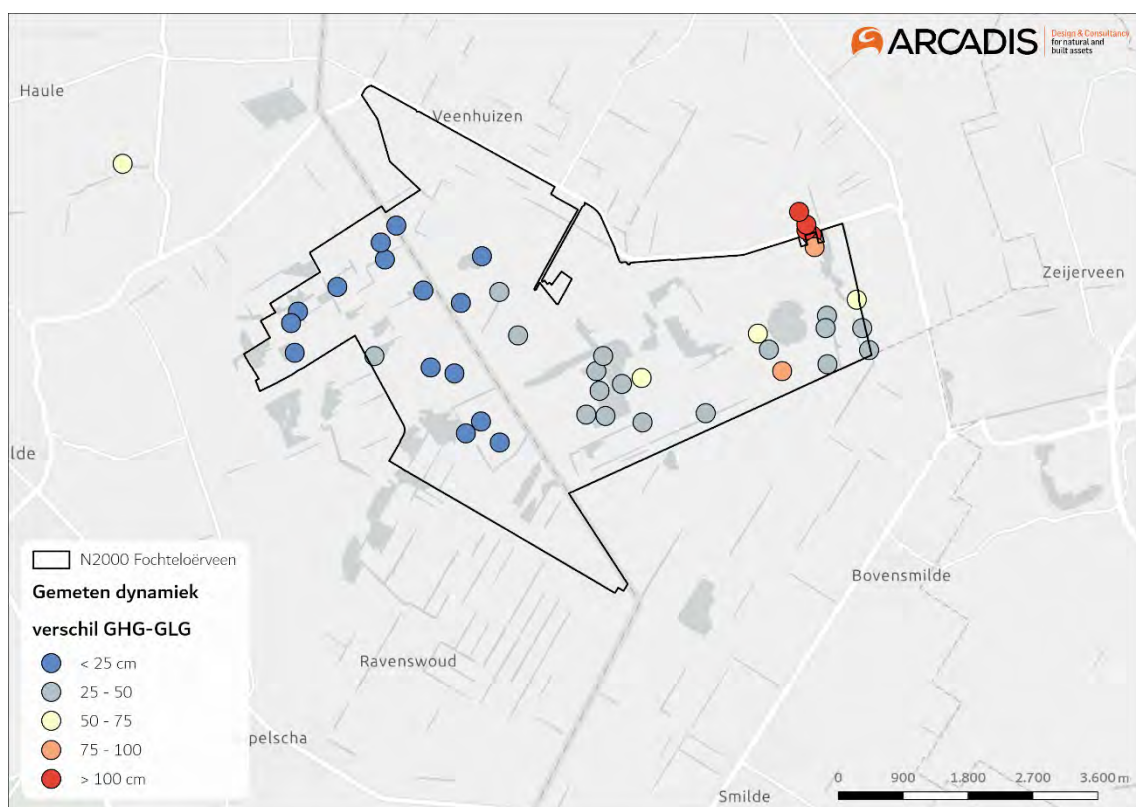
De GHG moet in een actief hoogveen langdurig aan maaiveld staan en slechts kortstondig uitzakken tot hoogstens 30 cm –mv (Schouten (2002)). In herstellende hoogvenen moet de GHG echter zo'n 25 à 30 cm boven maaiveld staan om in de zomer geen GLG's lager dan ongeveer maaiveld te bereiken (Schouten et al., 2019). In de Norger Petgaten is een wisselend beeld te zien: plaatsen met geringe dynamiek en een te sterke dynamiek wisselen elkaar af bij GHG's van overwegend 40 cm -maaiveld en dieper. In de Schaapshokslenk vermindert de amplitude van waterstanden, die is grosso modo minder dan in de Norger Petgaten, en ligt de GHG plaatselijk aan maaiveld. In het westelijk deel van het veen, in de hoogveenkern en het Kleine Veen, zijn de amplitudes het geringst en ligt de GHG over grote oppervlakten aan maaiveld. Hier is het grondwaterregime het gunstigst voor veenmosgroei en (op termijn) hoogveenherstel.

De GHG moet in een actief hoogveen langdurig aan maaiveld staan en slechts kortstondig uitzakken tot hoogstens 30 cm –mv (Schouten (2002)). In herstellende hoogvenen moet de GHG echter zo'n 25 à 30 cm boven maaiveld staan – dit is ongeveer de hoeveelheid open water die verdampt in het seizoen met neerslagtekort – om in de zomer geen GLG's lager dan ongeveer maaiveld te bereiken (Schouten et al., 2019). Dan is permanente veenmosgroei mogelijk en kan op termijn een acrotelm ontstaan. Op dat moment is het hoogveen in staat zijn eigen grondwaterregime in stand te houden en feitelijk sprake van een actief hoogveen (Van der Schaaf, 2002). Uitgaande van de modelresultaten zijn er daarom alleen: mogelijkheden voor veenmosgroei daar waar hoogste waterstanden boven maaiveld worden gemodelleerd én het verschil tussen GHG en GLG, de dynamiek, hoogstens 30 cm bedraagt. In alle andere delen Natura 2000-gebied ontbreken momenteel de randvoorwaarden voor veenmosgroei en op termijn hoogveenherstel.

In het gecompartmenteerde deel rondom de hoogveenkern liggen de GHG's boven maaiveld en zakken de grondwaterstanden gemiddeld niet meer dan 30 cm uit in de zomer periode (Figuur 11-31). Bovendien lijkt er een licht stijgende trend te zijn in de grondwaterstanden, wat een gevolg kan zijn van gewijzigd peilbeheer. In het extreem droge jaar 2018 zakten de grondwaterstanden wel dieper uit. De peilbuizen laten zien dat de grondwaterstand het grootste deel van het jaar boven maaiveld ligt, en slechts periodiek kort uitzakt.

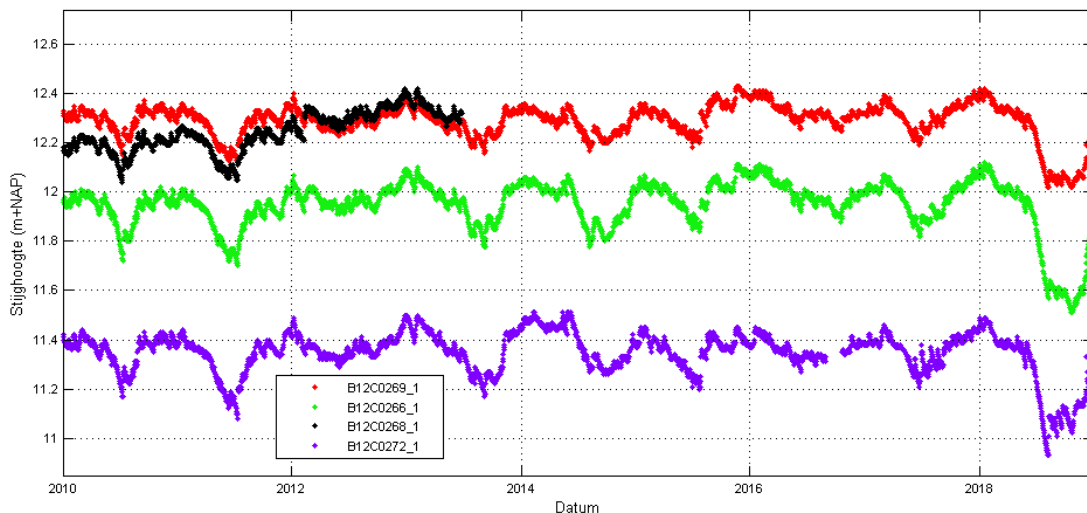


Figuur 11-29 Gemodelleerde GHG ten opzichte van maaiveld

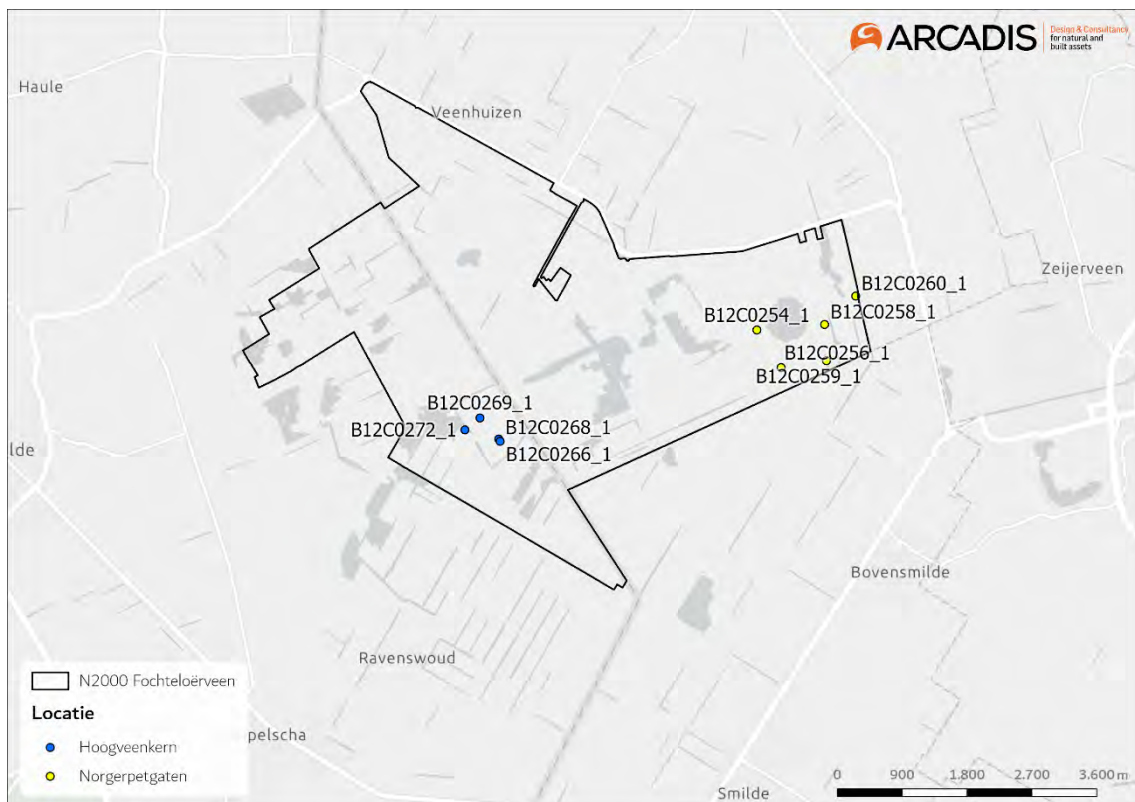


Figuur 11-30 Verschil tussen gemeten GHG en GLG in peilbuizen. De plaatsen met water op maaiveld én een dynamiek <30 cm zijn kansrijk voor hoogveenherstel

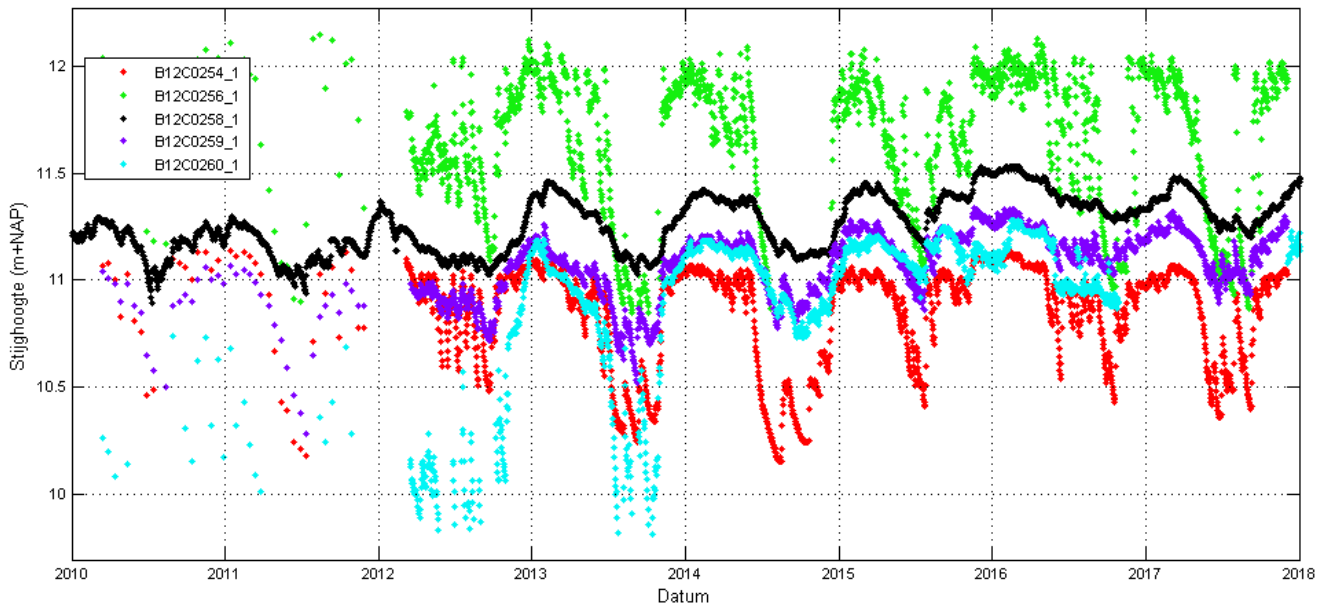
In de Norger Petgaten zijn de omstandigheden thans ongeschikt voor hoogveenherstel. Grondwaterstanden bereiken het maaiveld niet of slechts kortstondig en de grondwaterstandsschommelingen zijn veel groter en frequenter d.w.z. meer “piekerig” dan in het gecompartmenteerde deel rondom de hoogveenkern (vergelijk Figuur 11-31 met Figuur 11-33). Er zijn peilbuizen met een amplitude van minder dan 50 cm, zoals B12C058 die ook een stijgende trend vertoont, zelfs in de droge zomer van 2018. Maar er zijn ook peilbuizen waarin scherpe pieken en dalen in grondwaterstand worden gemeten met amplitudes van meer dan 1 m (Figuur 11-33). Het watersysteem in de Norger Petgaten is niet in staat zijn fluctuaties te beperken. De afwezigheid van een dik(ker) veenpakket en compartimenten met permanent hoge waterstanden spelen daarbij een rol.



Figuur 11-31 De tijdreeksen van vier freatische peilbuizen in het gecompartmenteerde deel rondom de hoogveenkern. Voor de locatie van deze buizen zie Figuur 11-32). De maaiveldhoogtes ter plaatse van de peilbuizen is (in zelfde volgorde als de legenda): 11.94, 12.06, 11.94 en 11.14 m NAP. De peilbuizen laten dus een groot deel van het jaar water boven maaiveld zien



Figuur 11-32 Locaties van de peilbuizen waarvan de tijdreeksen zijn weergegeven



Figuur 11-33 De tijdreeksen van zeven freatische peilbuizen in de Norger Petgaten. Voor de locatie van deze buizen zie Figuur 11-32). De maaiveldhoogtes ter plaatse van de peilbuizen is (in zelfde volgorde als de legenda): 11.29, 12.34, 11.24, 11.37 en 11.04 m NAP

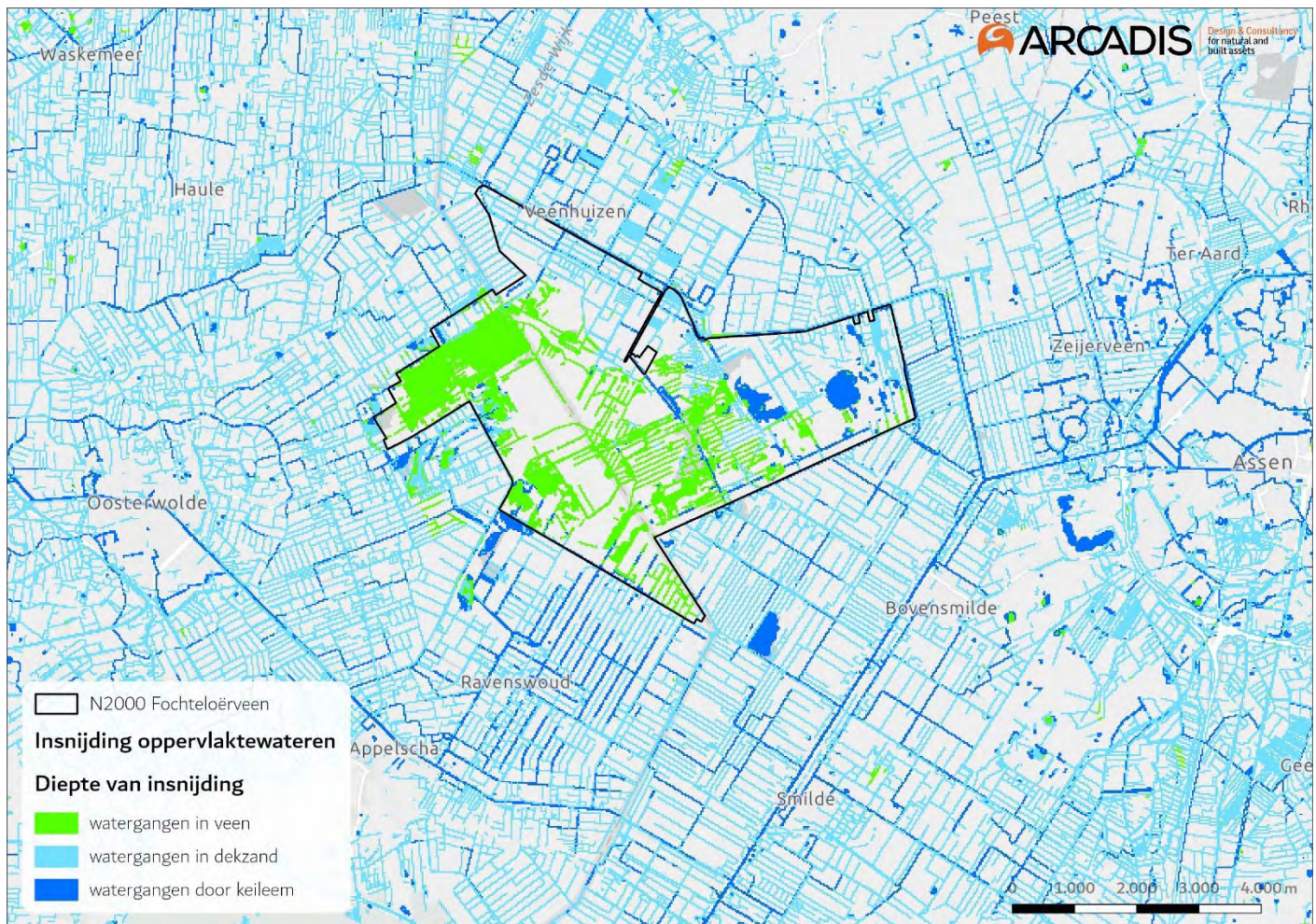
11.5.2.7 Relatie grond- en oppervlaktewater

Insijding watergangen in de watervoerende pakketten

Plaatselijk ontbreekt keileem (zie Figuur 11-7) en soms zijn diepere watergangen door de keileem heen gegraven. Hier staat het freatisch pakket in direct contact met het tweede watervoerende pakket (Figuur 11-34).

Wij hebben de ligging van de onderzijde van de watergangen in de watervoerende pakketten bepaald door de onderkant van de keileem volgens de keileemkaart (kaartportaal Drenthe) te vergelijken met de bodemhoogte van ingemeten watergangen. Ook is de hoogte van de Pleistocene afzettingen (dekzand) vergeleken met de insijding van de watergangen. Vervolgens is voor polder Ravenswoud, boswachterij Veenhuizen en een aantal watergangen in het hoogveengebied aan de hand van veldwaarnemingen het wel of niet doorsnijden van de keileem verder in beeld gebracht (Figuur 11-34).

Hieruit blijkt dat het overgrote deel van de watergangen en plassen in het freatisch pakket ligt, dus in het dekzand boven de keileem. Desondanks kunnen watergangen toch door een stagnerende veenbasis, bijvoorbeeld een verkitte podzol, heen zijn gegraven, waardoor toch grote(re) waterverliezen vanuit het bovenliggende veen- of zandpakket naar de ondergelegen minerale ondergrond kunnen optreden. In de Norger Petgaten en lokaal in de boswachterij zijn de watergangen echter ingesneden tot in de tweede of zelfs tot in het derde watervoerende pakket, zoals de Waterleiding door het Kolonieveld/Schaapshokwijk. Deze wijk ligt op een plaats waar keileem én potklei ontbreken, waardoor de drainerende en/of infiltrerende werking van deze watergang tot diep in de ondergrond kan reiken. Hetzelfde geldt voor en diverse watergangen in polder Ravenswoud en in en om Veenhuizen. Ook het Esmeer maakt contact met het tweede en derde watervoerende pakket, maar dat is een natuurlijke situatie.

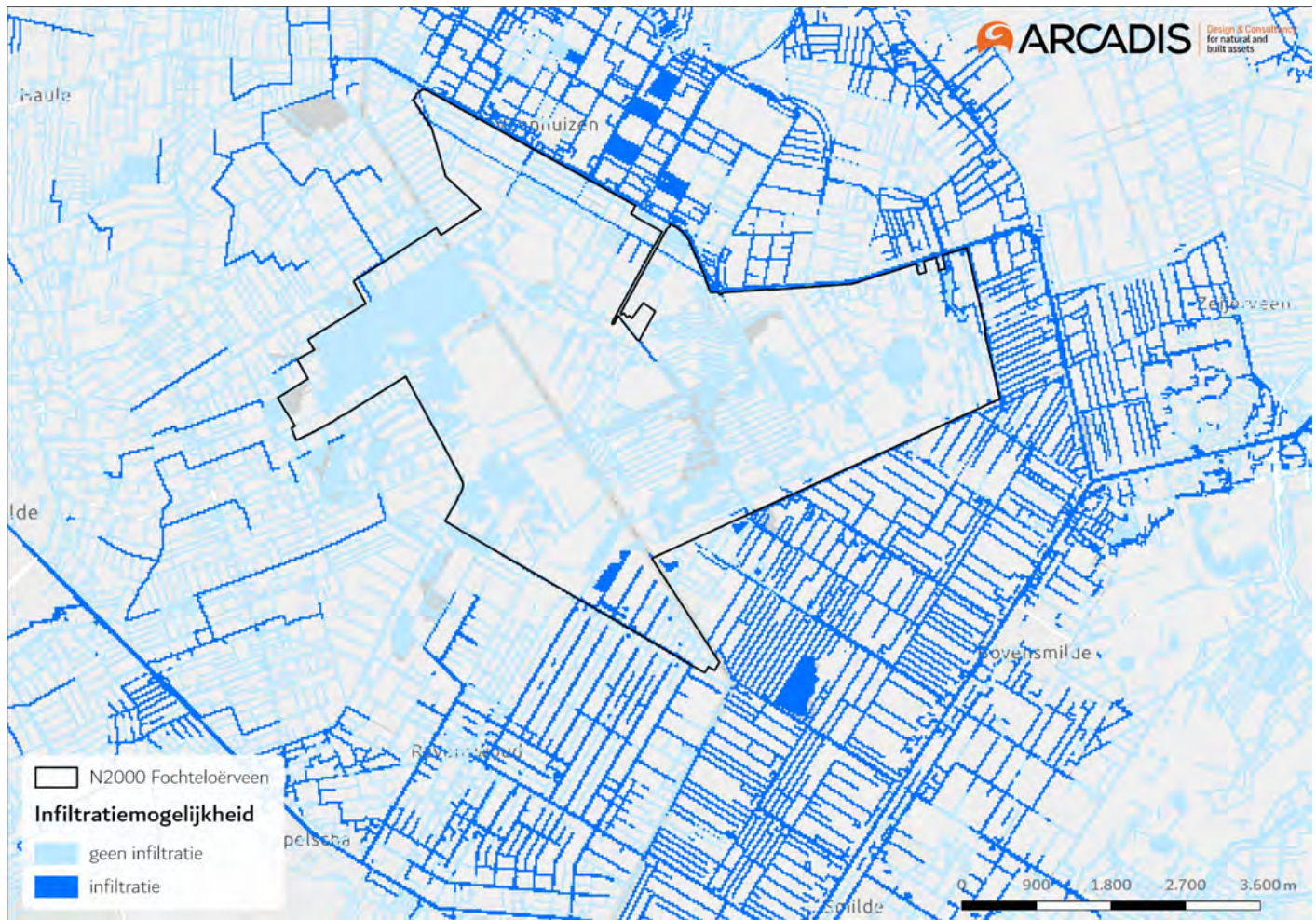


Figuur 11-34 Inslijdingsdiepte watergangen in de watervoerende pakketten volgens het MIPWA-model na modelverbetering (Bijlage C)

Fluxen van en naar de watergangen

In de zomer treedt in de watergangen hoofdzakelijk infiltratie op doordat de waterpeilen er hoger zijn dan de grondwaterstanden in het pakket waarin de desbetreffende watergang ligt (zie Figuur 11-35). Dat is in hoge mate het gevolg van de aanvoer van oppervlaktewater vanuit de Drentsche Hoofdvaart naar watergangen in grote delen van de omgeving van het Fochteloërveen. De meeste watergangen zijn daardoor 's zomers wel watervoerend. Zodoende treedt rond de hoofdwijken in De Zeven Blokken 's zomers wegzijging op (zie Figuur 11-23) en wordt het (diepere) grondwater aangevuld met oppervlaktewater². Er zijn dan echter nog steeds watergangen die grondwater draineren (het peil van die watergangen is lager dan de grondwaterstand). De netto afvoer van grondwater via het oppervlaktewater vanuit het Natura 2000-gebied is 's zomers verwaarloosbaar, zoals blijkt uit de waterbalans gebaseerd op het grondwatermodel (zie paragraaf 11.5.4).

² De verdeling van de water aan- en afvoer naar het grondwater wordt behandeld bij de waterbalans (zie paragraaf 11.5.4).



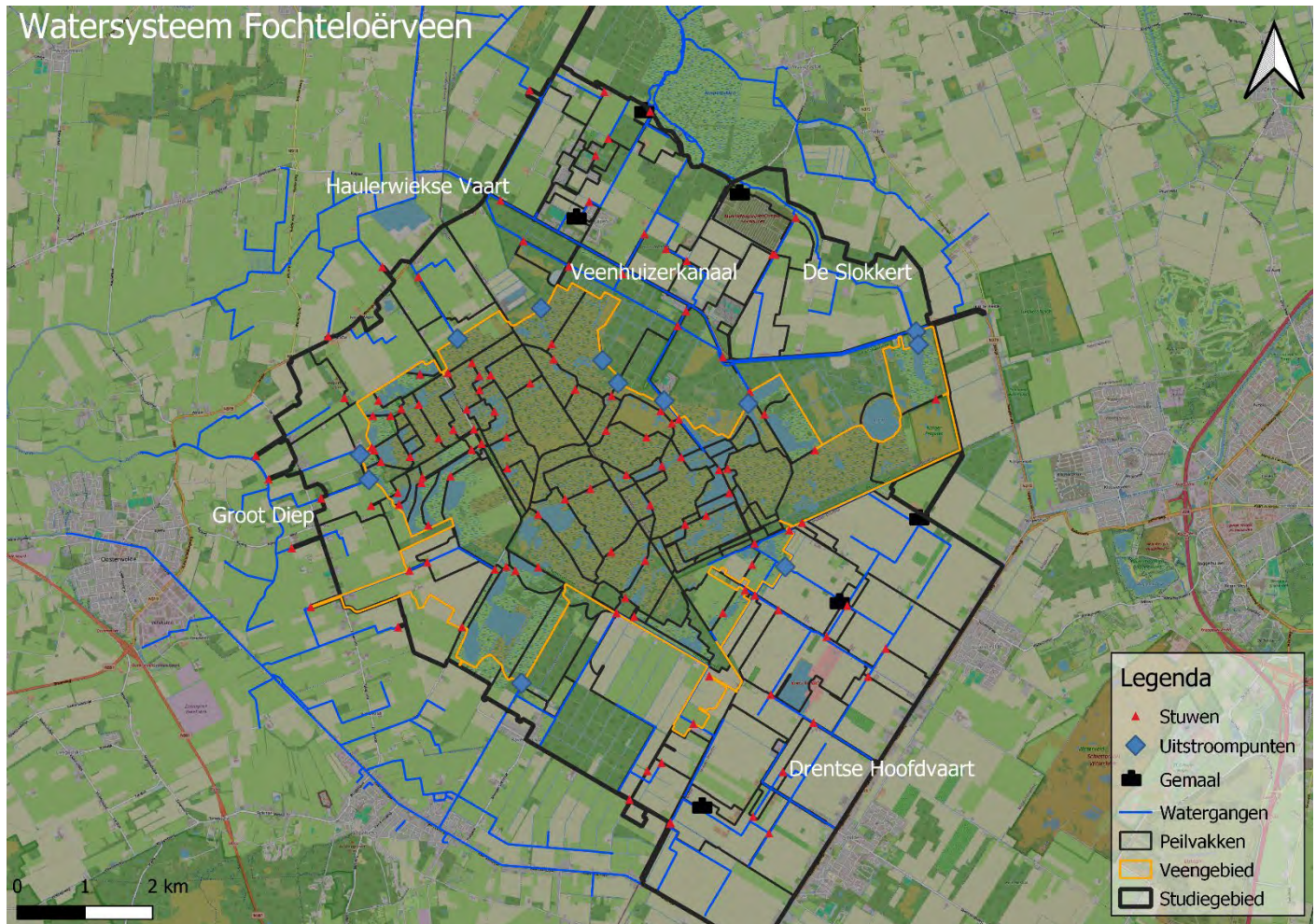
Figuur 11-35 Watergangen via welke oppervlaktewater naar het grondwater kan infiltreren, vaak dankzij de aanvoer van water uit de Drentsche Hoofdvaart (Bijlage C)

11.5.3 Oppervlaktewater

In het Fochteloërveen grenzen de beheergebieden van de waterschappen Wetterskip Fryslân, Noorderzijlvest en Drents Overijsselse Delta aan elkaar. Figuur 11-36 geeft een overzicht van het oppervlaktewatersysteem van het Fochteloërveen en nabije omgeving. De begrenzing van het onderzoeksgebied van deze oppervlaktewaterstudie omvat het Fochteloërveen met de omliggende peilvakken en watergangen.

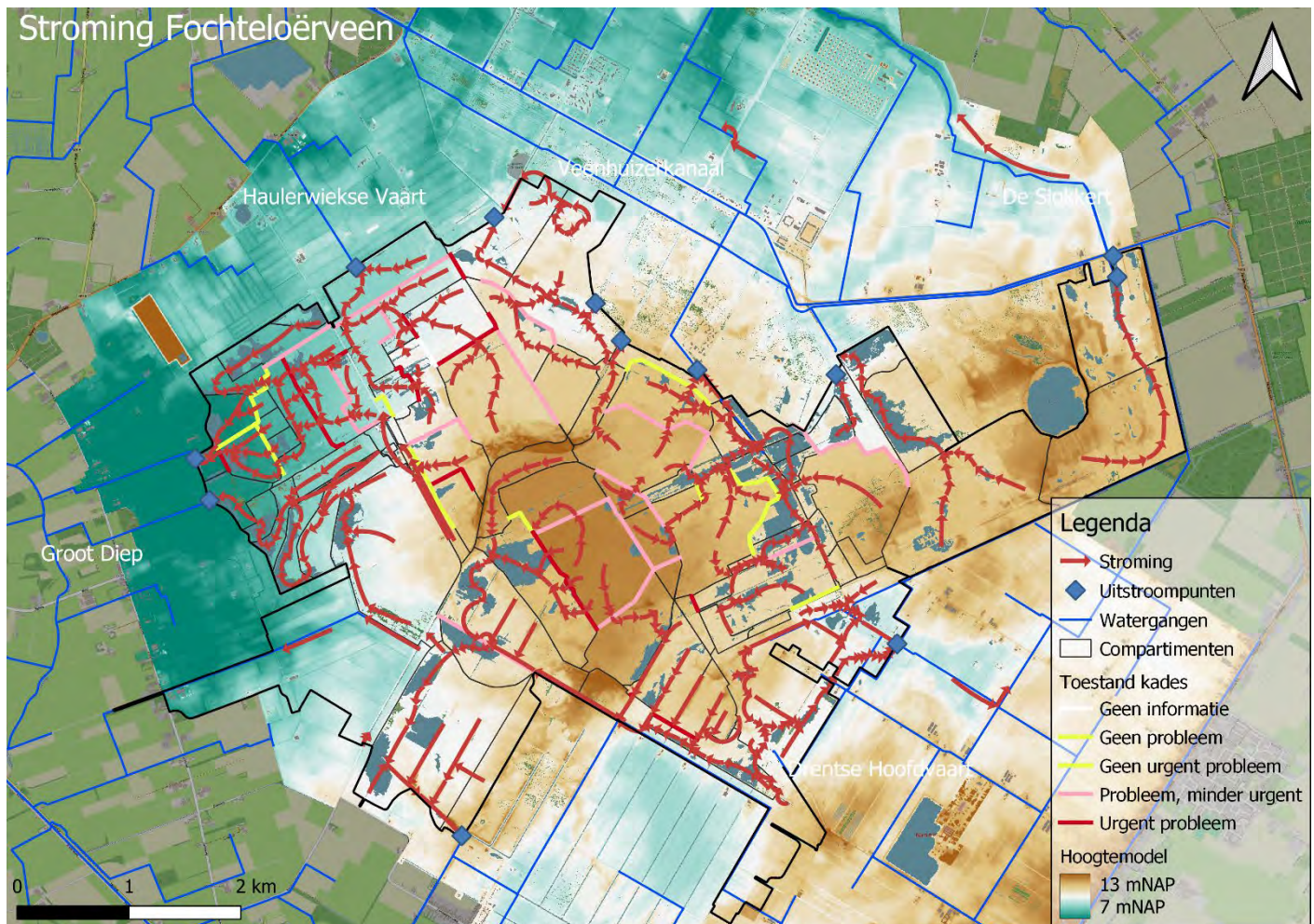
11.5.3.1 Watersysteem en stroomrichting

Het oppervlaktewatersysteem in het natuurgebied wordt overwegend gevoed door neerslag. Plaatselijk treedt gebiedseigen grondwater uit onder invloed van peilverschillen tussen de compartimenten. Het veengebied is onderverdeeld in compartimenten. Deze compartimenten hebben een eigen peil en worden gescheiden door kades, al dan niet met duikers en stuwen. Wanneer neerslag wordt afgevoerd stroomt het water vanuit de compartimenten geleidelijk naar de uitstroompunten van het veengebied. Vanuit de uitstroompunten stroomt het water via watergangen verder naar grotere beken of kanalen, zoals het Veenhuizerkanaal of Kolonievvaart en het Grootdiep (zie Figuur 11-36). Om het zomerwaterpeil van de landbouwgronden in de omgeving van het natuurgebied op niveau te houden, wordt water uit het IJsselmeer ingelaten. In het hoogveenrestant wordt geen water aangevoerd. De grondwateraanvulling is daarom volledig afhankelijk van neerslag en (lokaal) grondwater. Om de compartimenten op peil te houden is het vasthouden en bergen van water daarom essentieel; water wordt slechts geleidelijk afgevoerd van ene naar her andere compartiment afvoer wanneer het compartimentspeil wordt overschreden.



Figuur 11-36 Overzichtskaat oppervlaktewatersysteem Fochteloërveen en omgeving

In Figuur 11-37 staat de stromingsrichting van het water binnen en tussen de compartimenten. Het water beweegt zich vanuit de compartimenten met de hoogste peilen in de richting van de uitstroompunten via stuwen, duikers en kades. De kades binnen het Fochteloërveen zijn onder andere bepalend voor de onderlinge waterverdeling. Of en hoe het water door de kades stroomt, is afhankelijk van het materiaal waarvan de kades zijn gemaakt (hout, folie of zand), de onderhoudsstaat (zie Figuur 11-37) en hun lengte en breedte.



Figuur 11-37 Stromingsrichting tussen compartimenten het Fochteloërveen en toestand van de kades tussen de compartimenten

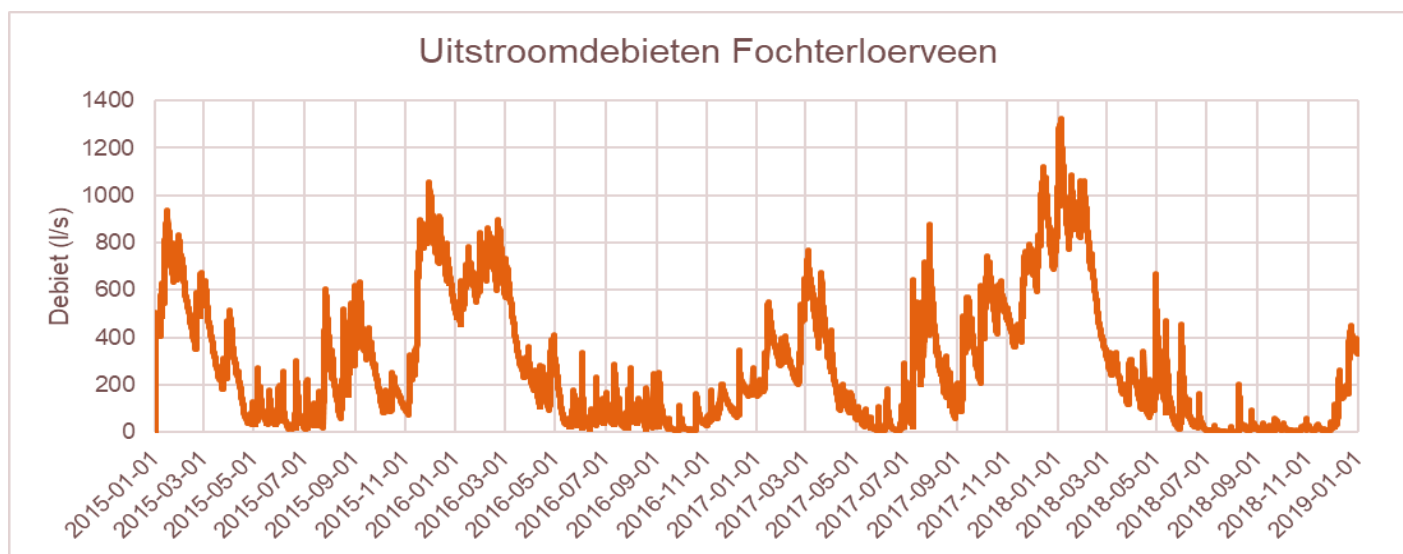
11.5.3.2 Neerslagafvoer

In de huidige neerslagafvoersituatie wordt volgens het oppervlaktewatermodel 's winters gemiddeld het meeste water afgevoerd via het Groot Diep, het Veenhuizerkanaal en de Opsterlandse Compagnonsvaart. Het gemiddeld totaal uitstroomdebiet bedraagt dan 500 l/s (zie Figuur 11-38). De piekdebieten (900 l/s) vinden plaats in januari en februari waarna het debiet afneemt. De grootste afvoer vindt plaats in het westen (Kleine Veen 184 l/s). Ook bij polder Ravenswoud verlaat veel water het hoogveengebied (95 l/s). De gezamenlijke afvoer in het westen is aldus 279 l/s, wat ruim de helft van het gemiddelde uitstroomdebiet is. In mei tot oktober is het debiet doorgaans minimaal (zie Figuur 11-39), in de zomer is de uitstroom uiterst beperkt.

Het model is gevalideerd voor 2015 en vervolgens doorgerekend voor natte (2016) en droge jaren (2018) om de variatie in neerslagafvoer te kunnen bepalen.



Figuur 11-38 De gemiddelde debieten in liter per seconde per uitstroompunt (wintersituatie). Voor verdere toelichting zie tekst

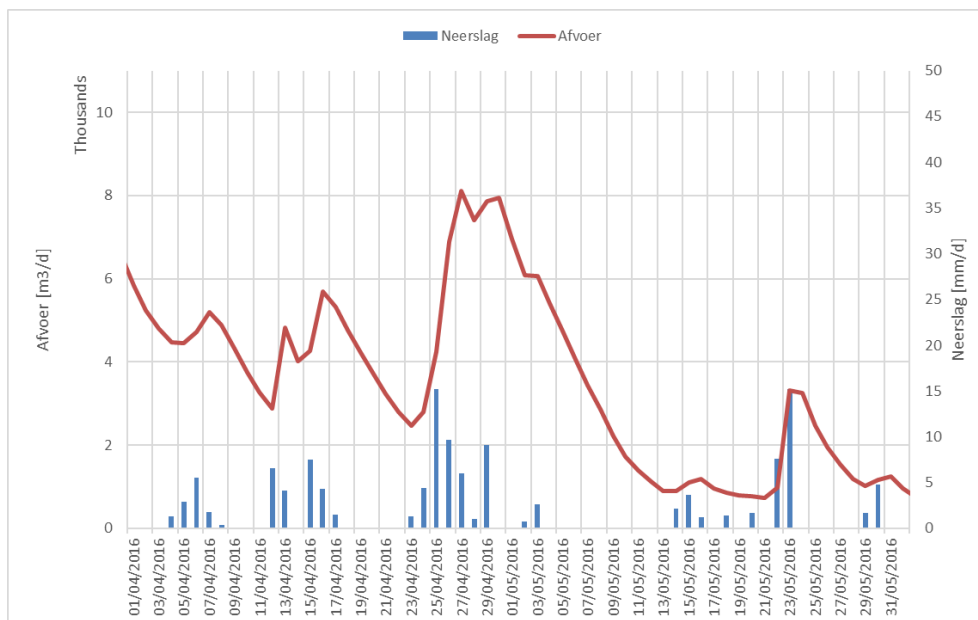


Figuur 11-39 Geschematiseerde uitstroomdebieten over de jaren 2015 t/m 2018. (Bron: SOBEK-model)

Een levend hoogveen bezit een acrotelm, die aan de bovenzijde goed doorlatendheid is. Die doorlatendheid neemt, met de diepte snel af, met wel een factor 100.000 (Joosten & Couwenberg, 2019).

Deze eigenschappen van de acrotelm zorgt ervoor dat er een veel geleidelijker laterale afvoer op een hoger niveau optreedt dan via watergangen of over maaiveld, waarbij 's winters meer water wordt doorgelaten – om te voorkomen dat het hoogveen verdrinkt – en 's zomers minder – om te voorkomen dat het te veel droogvalt. Dit is terug te zien in de reactiesnelheid van de afvoer op neerslagpieken. Hoe sneller de reactie, des te slechter functioneert de acrotelm. Een studie naar het aangetaste Ierse hoogveen Raheenmore Bog toont dat hoge afvoerpieken binnen een halve dag tot de helft van hun piekwaarde terugvallen. De lagere pieken hebben één of twee volle dagen nodig om terug te vallen tot ongeveer twee derde van hun hoogste afvoer. In een onaangetast systeem zullen de afvoerpieken minder steil zijn (Schouwenaars et al., 2019).

Bij het Fochteloërveen duurt het ongeveer één week voordat de piekneerslag is gehalveerd. Bij kleinere buien is de piek sneller gehalveerd. Het watersysteem van het Fochteloërveen reageert langzamer op neerslagpieken dan het aangetaste Ierse hoogveen. Het watersysteem in het Fochteloërveen wordt gestuurd door peilscheidende kunstwerken en niet door een acrotelm. Daaruit blijkt dat de deze kunstwerken de afvoersnelheid effectief beperken.



Figuur 11-40 Neerslag-afvoerpatroon voor twee maanden in 2016 van het Fochteloërveen. (Bron: SOBEK-model)

11.5.4 Waterbalans

Het Fochteloërveen heeft een sponswerking; het neemt water op bij neerslag en voert dit met enige vertraging af. Naast deze berging en oppervlakkige afvoer bepalen verdamping en wegzijging de waterbalans en het grondwater-regime van het systeem. In de winter is de verdamping geringer dan in de zomer en ontstaat er een neerslag-overschot. Dit neerslagoverschot zorgt ervoor dat de watervoorraad in het oppervlaktewaterstelsel en in het (hoog)veenpakket zelf worden aangevuld en het niveau van het freatisch grondwater stijgt. Tijdens de zomer is de verdamping hoger dan de neerslag en ontstaat er een neerslagtekort. De berging neemt dan af totdat er weer een neerslagoverschot ontstaat.

Levend hoogveen heeft veel terugkoppelingsmechanismen om de jaarlijkse periode met neerslagtekort te overbruggen (Joosten & Couwenberg, 2019). Onder natte omstandigheden is water geen beperkende factor voor veenmosgroei en hoogveenontwikkeling. In Tabel 11-2 staan de gemiddelde waarden voor de waterbalansverlies-posten voor actieve hoogvenen in de Atlantische klimaatregio (Nederland en NW-Duitsland).

Tabel 11-2 Waterbalansposten uit Streefkerk & Casparie (1987) voor Nederlandse Hoogveen.

Waterbalanspost**Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie, 1987**

Oppervlakkige afvoer*	21% van de jaarlijkse neerslag
Wegzijging (verticale afvoer)	5% van de jaarlijkse neerslag
Berging	8% van de jaarlijkse neerslag

*De oppervlakkige afvoer bestaat in een natuurlijk hoogveen uit de afstroming door en over de acrotelm, wat ook gezien kan worden als laterale afvoer. In het Fochteloërveen is deze post beschouwd als oppervlaktewater omdat alle oppervlaktewaterposten alleen via de stuwen in de kades het gebied in horizontale richting kunnen verlaten.

Op basis van het oppervlakte- en grondwatermodel is een waterbalans opgesteld voor de huidige situatie (op basis van het jaar 2015, een gemiddeld meteorologisch jaar). De waterbalans geeft weer hoeveel water door welke posten werd onttrokken of aangevuld gedurende dat jaar (zie Tabel 11-3). In Tabel 11-4 wordt de waterbalans gegeven voor de autonome situatie, d.w.z. de toestand die optreedt vanaf het moment dat door de kadeherstelmaatregelen de compartimenten op het gewenste, vaak hoger peil gehouden kunnen worden.

In de waterbalans zijn neerslag en verdamping gelijk aan de meteorologische invoer in zowel het grond- als oppervlaktewater model (op basis van KNMI gegevens). Voor de overige posten is telkens het meest betrouwbare model gebruikt (oppervlaktewater of grondwater); de post afvoer oppervlaktewater komt uit de oppervlaktewaterbalans en de post wegzijging uit de grondwaterbalans. Op basis van deze posten zijn de overige posten ingevuld. In het winterhalfjaar is er geen verdampingsreductie, omdat er een continu neerslagoverschot is, en de berging de sluitpost van de waterbalans. Deze berging wordt in de zomer gebruikt voor verdamping, en wanneer deze berging leeg is, treedt verdampingsreductie in het hoogveen op. Wanneer er geen verdampingsreductie optreedt, groeien de veenmossen het best en treedt maximale primaire productie op. Daarom is voor maximale hoogveenontwikkeling het minimaliseren van de verdampingsreductie en het vergroten van de berging (via de ontwikkeling van een acrotelm) noodzakelijk.

Tabel 11-3 Waterbalansposten uit het oppervlaktewatermodel en grondwatermodel voor de huidige situatie voor het jaar 2015.

Waterbalanspost	Jaar (mm)	Zomerhalfjaar (mm)	Winterhalfjaar (mm)
Neerslag	867	447	420
Potentiële verdamping	-567	-464	-103
Verdampingreductie	80	80	0
Afvoer oppervlaktewater	-234 (27%)	-85	-148
Wegzijging (verticale afvoer)	-146 (17%)	-61	-86
Berging	0	-83 (10%)	83

Tabel 11-4 Waterbalansposten uit het oppervlaktewatermodel en grondwatermodel voor de autonome situatie voor het jaar 2015.

Waterbalanspost	Jaar (mm)	Zomerhalfjaar (mm)	Winterhalfjaar (mm)
Neerslag	867	447	420
Potentiële verdamping	-567	-464	-103
Verdampingsreductie	42	42	0
Afvoer oppervlaktewater	-208 (24%)	-46	-162
Wegzijging (verticale afvoer)	-147 (17%)	-61	-86
Berging	0	-69 (8%)	69

In Tabel 11-5 staan de afvoer, wegzijging en berging van het Fochteloërveen volgens het model voor de huidige en de autonome situatie (ijkjaar 2015) en van een actief hoogveen volgens de literatuur. De wegzijging in het Fochteloërveen is 2,5 - 3 keer groter dan die in een actief hoogveen.

Dankzij de kades in en om het veen wordt zelfs iets meer water geborgen dan in actief hoogveen en ook de oppervlakkige afvoer is ondanks de trapsgewijs ingestelde peilen nog wat groter. De oppervlakkige afvoer in totaliteit wordt in de autonome situatie iets geringer vergeleken met de huidige situatie, wat logisch is in verband met hoger ingestelde peilen... Berging in dit systeem is vooral afhankelijk van de compartimentering en peilbeheer. Door de peilverhoging neemt de bergingsruimte in de compartimenten af, maar verbeterd de waterbeschikbaarheid. Hierdoor wordt droogtestress (de post verdampingsreductie) gehalveerd.

Bij droogte verminderen veenmossen hun verdamping om waterverliezen zo veel mogelijk te beperken. Deze verdampingsreductie wordt niet goed gemodelleerd met het model (Bijlage C) en daarom is de gemodelleerde verdamping niet opgenomen in de tabel, maar de potentiële verdamping (bij genoeg waterbeschikbaarheid). In een gedegradeerd hoogveen is de bedekking van pijpenstrootje vele malen groter dan in een actief hoogveen. Waar veenmossen hun verdamping verminderen, verdampt pijpenstrootje gedurende de periode met een neerslagtekort juist meer. In een herstellend / gedegradeerd hoogveen is de verdamping op jaarbasis daarom groter dan in een actief hoogveen (Schouwenaars et al., 2019). Wanneer de waterstanden stijgen en stabiel worden als gevolg van hoogveenherstelmaatregelen zal het aandeel pijpenstrootje in de vegetatie op termijn afnemen en dat van veenmossen toenemen, waardoor er daadwerkelijk een verdampingsreductie zal gaan optreden.

Tabel 11-5 Vergelijking van waterbalansposten uit de literatuur met de huidige en autonome situatie uitgedrukt als percentage t.o.v. de jaarlijkse neerslag.

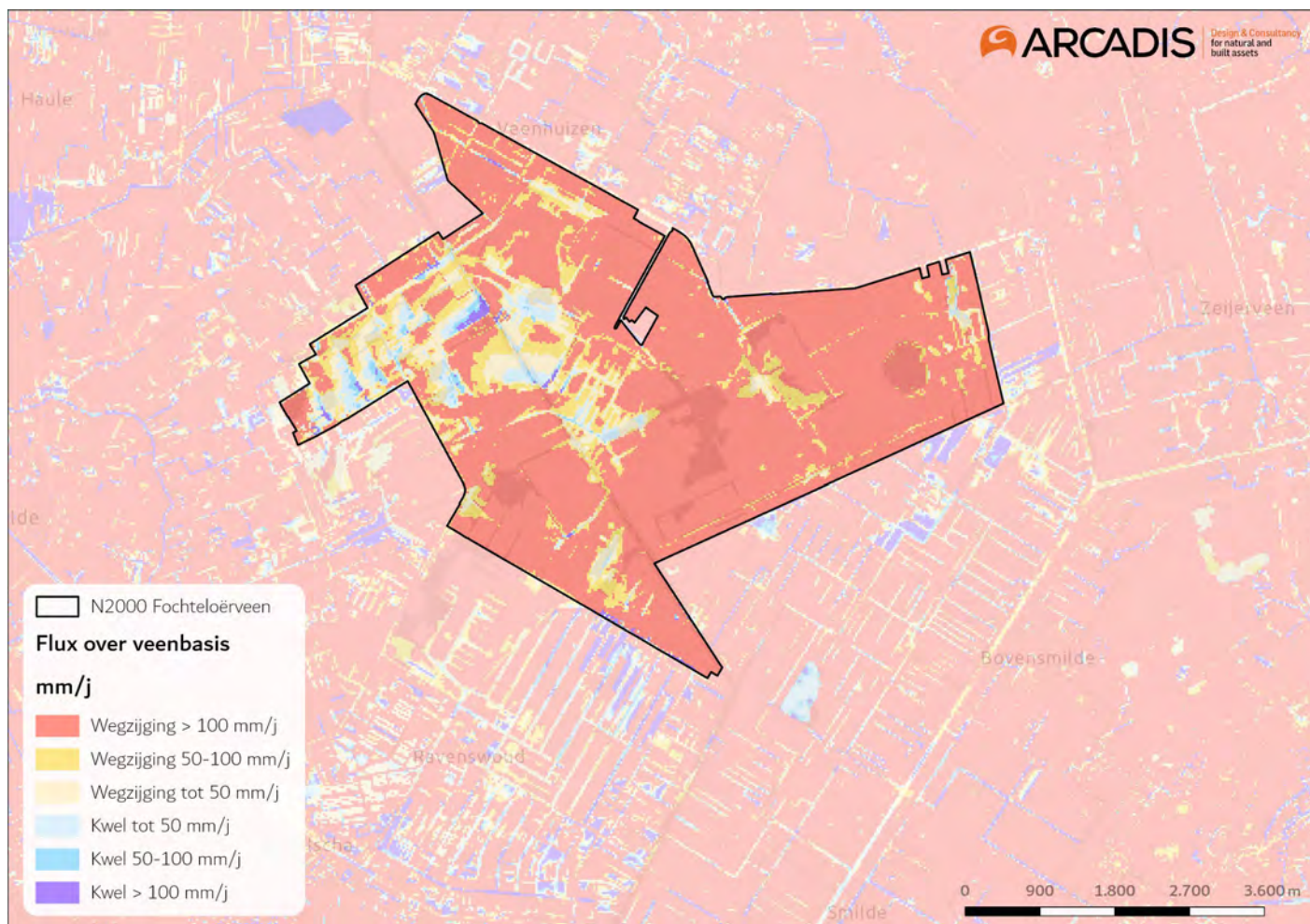
Posten	Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie, 1987	Huidig (Tabel 11-3)	Autonoom (Tabel 11-4)
Laterale (oppervlakte) afvoer	21%	27%	24%
Wegzijging	5%	17%	17%
Berging	8%	10%	8%

Op overeenkomstige wijze zijn ook waterbalansen opgesteld voor vier hydrologische deelgebieden (zie Figuur 11-42). De deelgebieden zijn afgebakend op basis van hun hydrologische systeemwerking, vooral infiltratie/kwel, drainage, vergelijkbare peilen, etc. Dit laat zien in welke deelgebieden de situatie meer of minder geschikt is voor de groei van veenmossen en op termijn voor hoogveenherstel. De resultaten staan voor de huidige situatie (ijkjaar 2015) in Tabel 11-6 en voor de autonome ontwikkeling (kadeherstel met bijbehorende peilen) in Tabel 11-7.

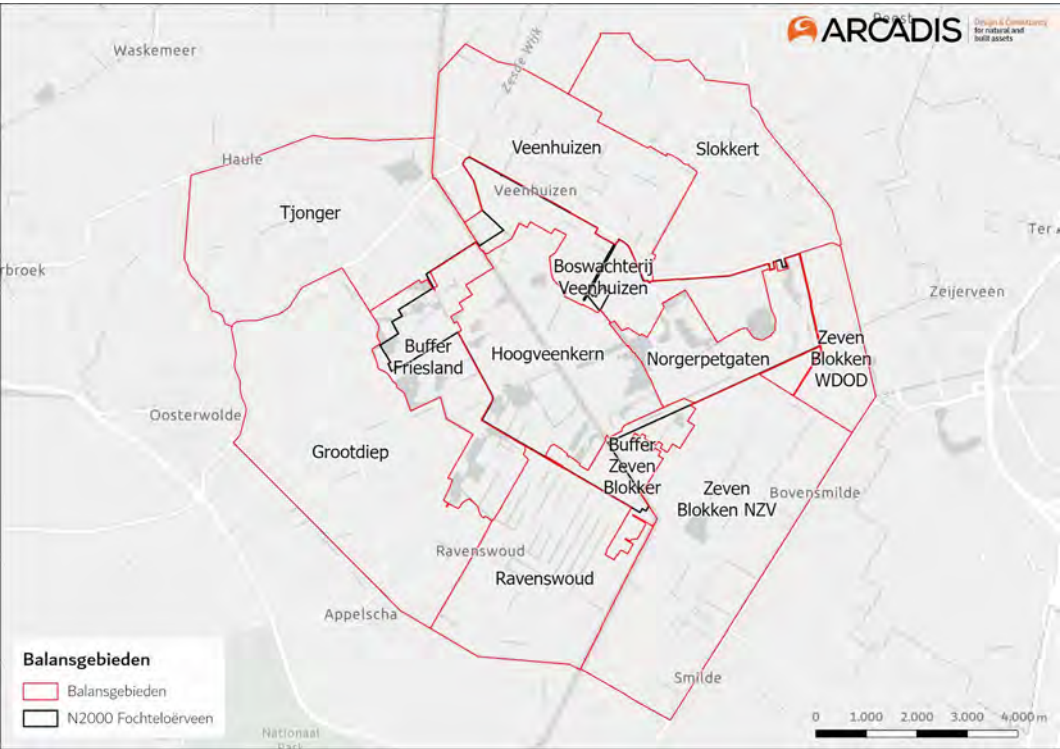
Uit de waterbalans van het grondwatermodel (freatisch pakket) blijkt dat de hoogveenkern en de Friese bufferzone (inclusief het Kleine Veen) in het winterhalfjaar een netto wegzijging van 0,3-0,4 mm/d kennen. In het zomerhalfjaar is het grondwatermodel minder nauwkeurig in het bepalen van wegzijgingsfluxen uit het veen, maar is de wegzijging zeker niet lager. Dat is het gevolg van de snelle daling van de stijghoogte in de zandondergrond gedurende het zomerhalfjaar waardoor het stijghoogteverschil tussen het veenpakket en de zandondergrond groter wordt. De Norger Petgaten en de bufferzone bij De Zeven Blokken hebben in die periode een wegzijging die dubbel zo groot is (0,6-0,8 mm) als die van de hoogveenkern en de Friese bufferzone.

De rest van het neerslagoverschot wordt afgevoerd via het oppervlaktewatersysteem, die voor de zones met hoogveen verder is uitgewerkt met een oppervlaktewatermodel (paragraaf 11.5.3). In boswachterij Veenhuizen liggen erg diepe watergangen die de grondwaterstanden in het bosgebied sterk verlagen. De afvoer van grondwater via het oppervlaktewatersysteem is in de boswachterij op jaarbasis klein; in de winter is er wel sprake van veel afvoer, maar in de zomer wordt water ingelaten uit de Kolonievvaart om het peil op niveau te houden.

Streefkerk & Casparie (1987) geven aan dat in een actief hoogveen de jaarlijkse wegzijging vanuit het veenpakket naar de minerale ondergrond niet meer dan 40 à 50 mm bedraagt. In Figuur 11-41 staat de jaargemiddelde wegzijging. Daaruit blijkt dat binnen het Natura 2000-gebied delen van het Kleine Veen en delen van de hoogveenkern voldoen aan dit criterium, dus minder dan 50 mm/j wegzijging kennen. Verspreid door het gebied liggen enkele kleinere plekken die ook minder dan 50 mm/j wegzijging kennen. Het overgrote deel van het N2000-gebied kent echter een aanzienlijk grotere wegzijging (vanuit het restveenpakket naar de minerale ondergrond) dan 50 mm/j, waardoor de criteria voor hoogveenontwikkeling hier (bij lange na) niet gehaald worden.



Figuur 11-41 Jaargemiddelde kwel/wegzijgingskaart van het freatische pakket, met 50 mm/j wegzijging als bovengrens voor een hydrologisch goed functionerend hoogveen (gebaseerd op Streefkerk & Casparie (1987))



Figuur 11-42 Waterbalansgebieden

Tabel 11-6 Waterbalans per deelgebied voor de huidige situatie (ijkjaar 2015). Voor de posten afvoer, wegzijging en bergingsverandering is het percentage van de neerslaghoeveelheid weergegeven. Voor doelen zie Tabel 11-2.

Waterbalanspost	Hoogveenkern (mm)	Friese buffer (mm)	Norger Petgaten (mm)	Buffer De Zeven Blokken (mm)	Gewogen gemiddeld (mm)
Neerslag	867	867	867	867	867
Potentiële verdamping	-567	-567	-567	-567	-567
Verdampingsreductie	71	48	120	119	80
Afvoer oppervlaktewater (doel: 21%)	-239 (28%)	-237 (27%)	-237 (27%)	-203 (23%)	-234 (27%)
Wegzijging (verticale afvoer) (doel: 5%)	-132 (15%)	-112 (13%)	-183 (21%)	-217 (25%)	-146 (17%)
Berging	0	0	0	0	0
Bergingsverandering zomer-winter* (doel: 8%)	108 (12%)	77 (9%)	67 (8%)	33 (4%)	83 (10%)

*De bergingsverandering is op jaarbasis gemiddeld 0, maar de bergingsverandering tussen de seizoenen moet niet te groot zijn om de dynamiek van de (grond)waterstanden beperkt te houden. Deze seizoenspost hoort strikt genomen niet in een waterbalans, maar de grootteorde is voor hoogveenherstel wel van belang en daarom opgenomen.

Uit deze vergelijking komt duidelijk naar voren dat de beste hydrologische situatie voor hoogveenherstel op dit moment ligt in de deelgebieden Friese buffer (inclusief Kleine Veen) en de hoogveenkern. Toch is ook hier gedurende een gemiddeld jaar de situatie nog niet optimaal voor de groei van veenmossen: er treedt een aanzienlijke verdampingsreductie op in de hoogveenkern. In de Friese buffer is open water nodig om een bergingsverandering mogelijk te maken waarbij geen te grote toename van de (grond)waterdynamiek wordt veroorzaakt. In beide deelgebieden is het verticale waterverlies (veel) te groot, circa 1,5 - 3 keer zo groot als in een actief hoogveen. Deze grote flux wordt veroorzaakt door de lage stijghoogten in de minerale ondergrond onder het veen die op hun beurt weer het gevolg zijn van de lage stijghoogten in de omgeving van het veen.

De Norger Petgaten en de bufferzone De Zeven Blokken zijn thans bij lange na niet geschikt voor hoogveenontwikkeling. De verticale wegzijging is hier bijna 5 tot 6 keer zo groot als in een actief hoogveen; ook is de verdampingsreductie vele malen te hoog voor hoogveenherstel.

Na kadeherstel zijn de peilen in het veen beter te sturen en daarmee de horizontale / laterale waterafvoer vanuit het veengebied. Voor die situatie is op basis van de dan in te stellen peilen ook een waterbalans berekend voor de vier onderscheiden deelgebieden (Tabel 11-7). De horizontale afvoer uit de hoogveenkern, de Friese buffer en de Norger Petgaten neemt met circa 30 mm/j af, die van de buffer De Zeven Blokken neemt met 5 mm/j toe. De verticale wegzijging blijft echter nagenoeg gelijk in de drie eerst genoemde deelgebieden en neemt fors af (ruim 40 mm/j) in buffer De Zeven Blokken.

Tabel 11-7 Waterbalans per deelgebied voor de autonome ontwikkeling van peilen na kadeherstel, uitgerekend voor het jaar 2015. Voor de posten afvoer, wegzijging en bergingsverandering is het percentage van de neerslaghoeveelheid weergegeven.

Waterbalanspost	Hoogveenkern (mm)	Friese buffer (mm)	Norger Petgaten (mm)	Buffer De Zeven Blokken (mm)	Gewogen gemiddelde (mm)
Neerslag	867	867	867	867	867
Potentiële verdamping	-567	-567	-567	-567	-567
Verdampingsreductie	44	0	87	130	55
Afvoer oppervlaktewater (doel: 21%)	-210 (24%)	-207 (24%)	-205 (24%)	-208 (24%)	-208 (24%)
Wegzijging (verticale afvoer) (doel: 5%)	-134 (15%)	-109 (13%)	-182 (21%)	-221 (26%)	-147 (17%)
Berging	0	0	0	0	0
Bergingsverandering zomer-winter* (doel: 8%)	73 (8%)	95 (11%)	69 (8%)	5 (1%)	69 (8%)

In de hoogveenkern en de Friese bufferzone daalt de verdampingsreductie en is er meer water beschikbaar voor verdamping door de veenmossen, alhoewel nog niet voldoende om droogtestress helemaal te voorkomen. Ook begint de percentuele verhouding van de horizontale (oppervlaktewater)afvoer tot de neerslag en de percentuele verhouding van de bergingsverandering tot de neerslag meer te lijken op wat in een actief hoogveen wordt aangetroffen. Voor hoogveenherstel vooral de wegzijging verminderd worden. De mogelijkheden daartoe hebben we onderzocht en gerapporteerd in hoofdstuk 7.

In de Norger Petgaten komt meer water beschikbaar voor de vegetatie (de droogtestress van de vegetatie neemt dus af), maar dit is bij lange na niet genoeg voor hoogveenherstel. In de buffer De Zeven Blokken is de waterhuishouding heel anders dan in de andere delen van het natuurgebied.

11.6 Bodem

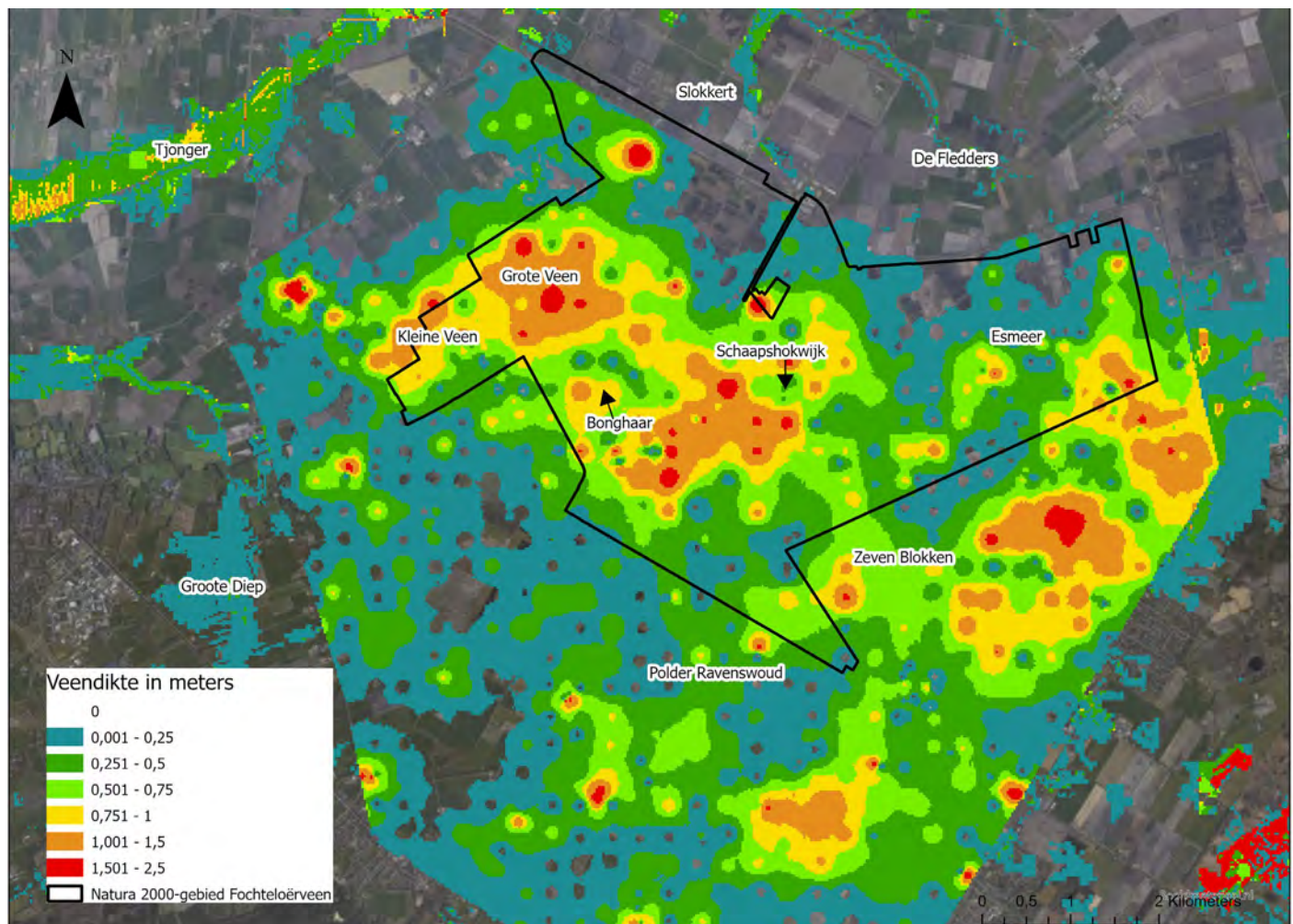
11.6.1 Bodemkaart

De 1:50.000 bodemkaart van het Fochteloërveen en zijn omgeving (Figuur 11-43) dateert van 1987 en geeft een beeld van de toestand van tenminste 36 jaar geleden. Toen waren delen van het Fochteloërveen nog in vervening. Het gebied bestaat voor het grootste deel uit veengronden, moerige podzolgronden en veldpodzolgronden. Het grootste oppervlakte bestaat uit Veen in ontginning (AVo). Hier bevindt zich tegenwoordig de niet-verveende hoogveenkern. Op een paar locaties zijn Vlierveengronden (V) en Meerveengronden (zV) gekarteerd. Dit zijn rauwveengronden (weinig of niet vergaan veen). Meerveengronden bezitten een opgebracht zanddek, bij vlierveengronden ontbreekt dit. Beide typen liggen op zand met een humuspodzol (Vp, zVp) en zonder humuspodzol (Vz, zVz) binnen 120 cm. Moerige podzolgronden (Wp) zijn lokaal aanwezig in en grenzend aan de veengronden en dat zijn waarschijnlijk afgegraven veengronden. Deze gronden hebben een moerige bovengrond (vWp) of een humushoudend (vaak opgebracht) zanddek met een moerige tussenlaag (zWp).

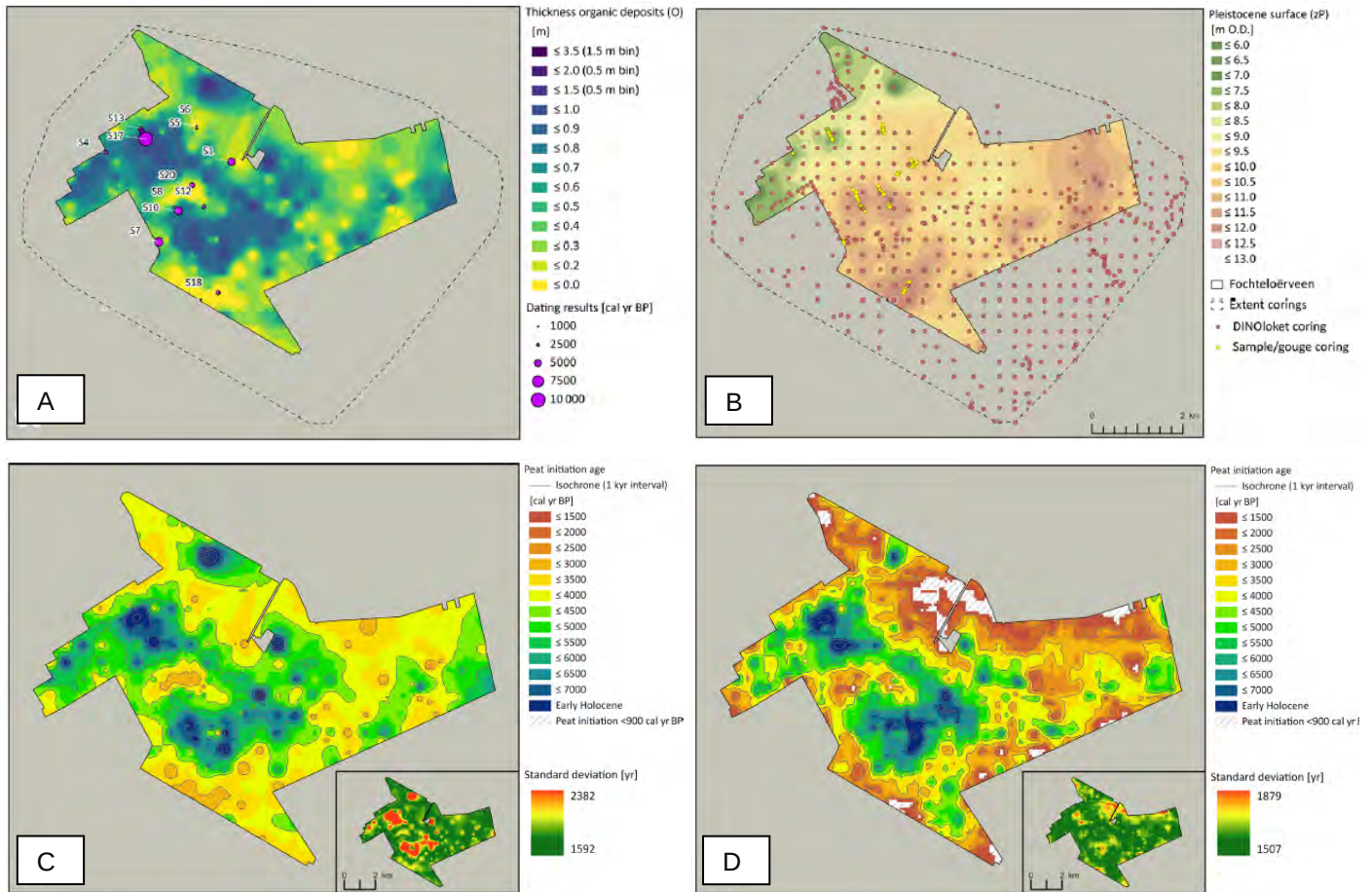
11.6.2 Restveenpakket

Het veenpakket in het Fochteloërveen is maximaal 2,5 meter dik (Figuur 11-44) en bestaat hoofdzakelijk uit jong veenmosveen (witveen) (Figuur 11-46A; Douwes & Straathof, 2019). Er heeft op grote schaal boekweitbrandcultuur plaatsgevonden, waardoor de veendikte vermoedelijk met 1 tot 2 meter is afgenomen (Altenburg et al., 2017; Douwes & Straathof, 2019). Ook door verdroging en klink zal de dikte van het veenpakket zijn verminderd. In het westen, in de oorspronkelijk laagste delen van het Fochteloërveen, zijn nog twee kernen aanwezig met dikkere veenpakketten (Figuur 11-45A en B).

In deze laagtes liggen grondwatergevoede veentypen, zeggeveen en riet-zeggeveen (Figuur 11-46B), onder het pakket veenmosveen. De Bonghaar komt op de veendiktekaart tot uitdrukking als een veenloos lint tussen de twee kernen met dikkere veenpakketten (Quik et al., 2022). In Esmeer en Norger Petgaten is het veenpakket over het algemeen aanzienlijk minder dik dan in het westelijke deel. De veendikte in de naastgelegen Schaapshokwijken is gering en vormt een overgang naar de dikkere veenpakketten in het westen. In het bosgebied in het noorden ontbreekt het veen zelfs over grote oppervlakten. Ook aan de Friese zijde en in Veenhuizen, het Kolonieveld en polder Ravenswoud is het meeste veen verdwenen. Slechts lokaal is nog veen aangetroffen. Het veenpakket in de polder Ravenswoud is vermoedelijk zo'n 7 meter dik geweest (Douwes & Straathof, 2019).



Figuur 11-44 Veendiktekaart van het N2000-gebied Fochteloërveen en zijn omgeving. Dit is een geïnterpoleerde kaart die is gemaakt op basis van alle beschikbare boringen en komt overeen met de data die zijn gebruikt in het grondwatermodel



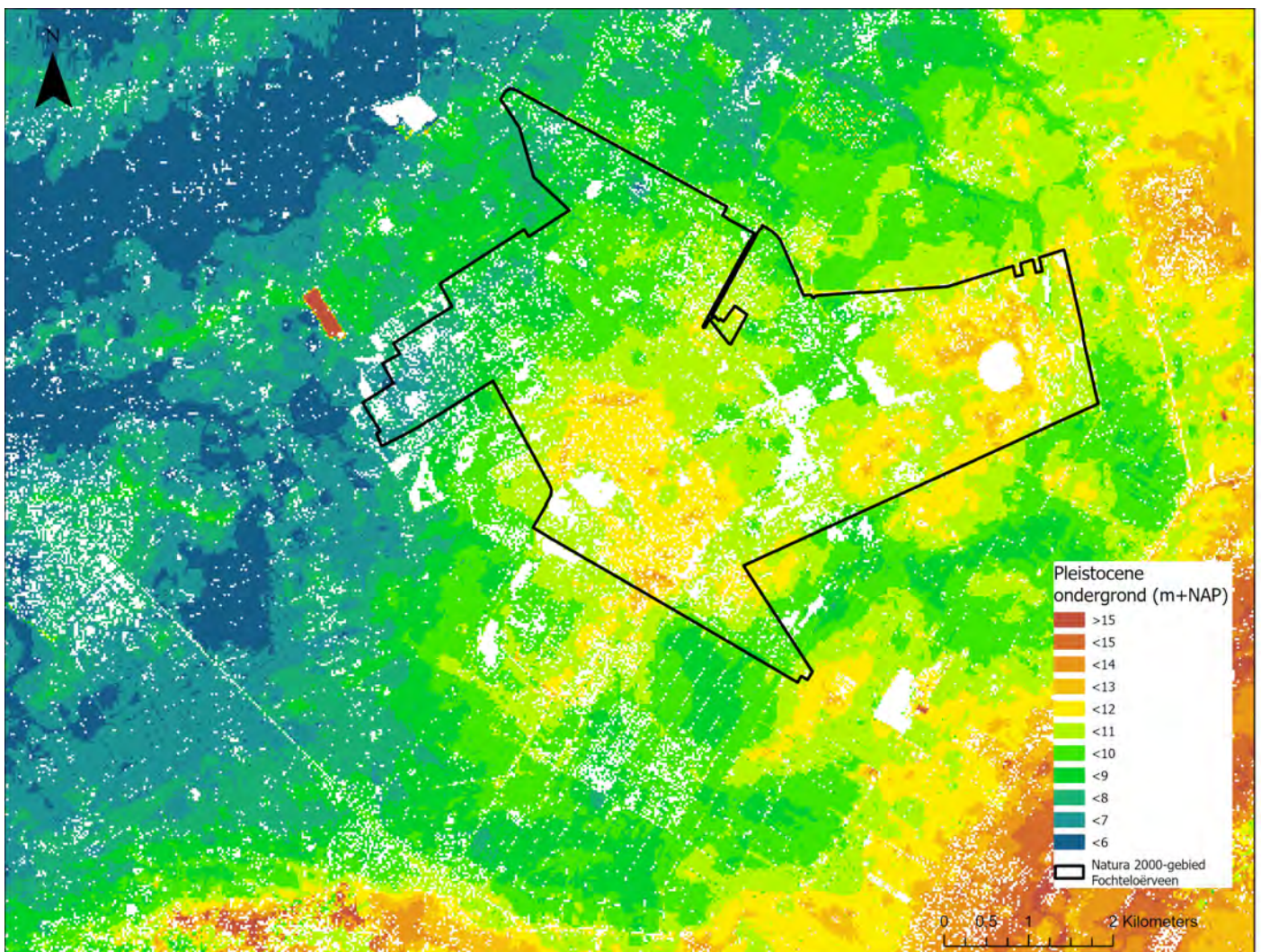
Figuur 11-45 Resultaten overgenomen uit Quik et al., 2023. (A) De dikte van het veenpakket in het Fochteloërveen met hierop met paarse stippen de locaties van de C14-monsters voor het bepalen van het moment van de eerste veenvorming. (B) Het oorspronkelijke maaiveldverloop onder het veenpakket in meter NAP. (C) Gemodelleerde schatting van het begin van de veenvorming op basis van de dikte van het huidige veenpakket. (D) Gemodelleerde schatting van het begin van de veenvorming met behulp van een geconstrueerde variabele gebaseerd op de hoogte van het minerale ondergrond en de huidige stijghoogte (zie ook Quik et al. (2013)



Figuur 11-46 Regenwater gevoed veenmosveen (links) en grondwater gevoed riet-zeggeveen (rechts) aangetroffen in het Fochteloërveen in de grondboringen die zijn uitgevoerd door Stichting Bargerveen in februari 2023

11.6.3 Hoogteligging minerale basis veenpakket

In Figuur 11-47 is de hoogteligging van de minerale basis van het veenpakket weergegeven. Deze kaart geeft het reliëf weer voor het begin van de veenvorming. De ruggen en laagtes in het Fochteloërveen komen duidelijk naar voren. Waar bijvoorbeeld nu de Schaapshokslenk ligt, lag oorspronkelijk een langgestrekte laagte (slenk) die de verbinding vormde met de laagte in De Zeven Blokken en polder Ravenswoud (in het zuiden) en het beekdal van de Slokkert (in het noorden). In het oosten en westen van Esmeer en Norger Petgaten liggen wat minder diep ingesneden slenken die in noordelijke richting hellen en oorsprongen vormen van het beekstelsel van de Slokkert. Het huidige kerncompartiment ligt in een relatief hooggelegen kom die omringd is door dekzandruggen. Het noordelijke deel van het huidige Fochteloërveen is overwegend laag en helt af naar het westen (naar het dal van het Groot Diep) en noorden (naar het dal van de Tjonger).



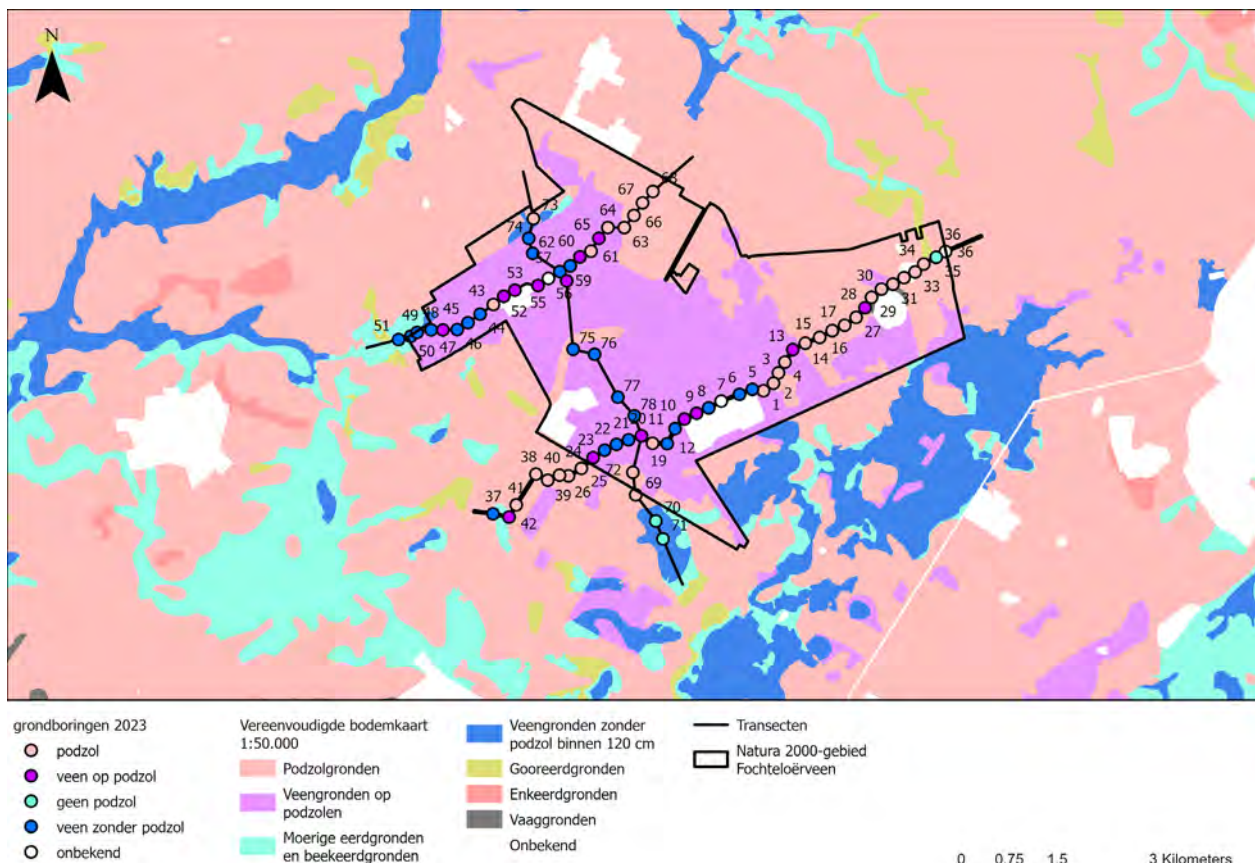
Figuur 11-47 De hoogteligging van de minerale basis van het veenpakket van het Fochteloërveen. Deze kaart geeft het reliëf weer, voor het begin van de veenvorming. Deze kaart is vervaardigd door de geïnterpoleerde veendiktekaart (25x25 meter grid grootte) (Figuur 11-44) af te trekken van het AHN4 (0,5 x 0,5 m grid grootte) (Figuur 11-3)

11.6.4 Aard van de veenbasis

Veen ontstaat alleen in waterverzadigde milieus, waarin door een gebrek aan zuurstof de afbraak van organische stof wordt geremd. Deze milieus komen van nature voor in laagtes met hoge grond- en/of oppervlaktewaterstanden waar vermorsing (paludificatie) of verlanding (terrestrialisatie) optreedt. Veen kan zich ook ontwikkelen op plaatsen met een schijngrondwaterspiegel d.w.z. boven de stijghoogte van het grondwater, waar de afvoer van regenwater naar de ondergrond wordt geremd door slecht doorlatende lagen en een los van het grondwater staande (zwevende) grondwaterspiegel ontstaat. De veenbasis is een verdichte laag aan de basis van een (hoog)veenpakket en/of in de onderliggende minerale bodem (Sevink, 2019).

Voor het hydrologische functioneren van het hoogveenrestant is kennis van de aanwezigheid en van het type veenbasis essentieel (Sevink, 2019; Jansen et al. 2019). De aard van de veenbasis zegt namelijk alles over de ontstaanswijze van het hoogveen en biedt wezenlijke aangrijpingspunten voor een herstelstrategie. In het kader van deze LESA zijn er daarom in februari 2023 door Stichting Bargerveen 78 grondboringen uitgevoerd met als belangrijkste doel de veenbasis in kaart te brengen. Op basis van de grondboringen zijn drie dwarsdoorsneden gemaakt, die worden besproken in de volgende paragraaf. De locaties van de dwarsdoorsneden zijn zo gekozen om aan de noord- en zuidzijde te onderzoeken hoe het veen zich in de loop van de tijd heeft ontwikkeld. De derde doorsnede is gemaakt om de noord- en zuidoorsnede aan elkaar te verbinden en tegelijkertijd de relatie te leggen met het grondwaterregime in de peilbuizen op deze raai.

De grondboringen sluiten aan op de bodemkaart van het Fochteloërveen. Volgens de 1:50.000 bodemkaart (Figuur 11-48) ligt onder het veen een podzolbodem en is het een logische hypothese dat de veenbasis bestaat uit verkitte podzol B-horizont. In het aanvullende bodemonderzoek wordt bevestigd dat op de meeste plaatsen een verkitte podzol aanwezig is, maar niet op alle plaatsen in het Fochteloërveen (Figuur 11-48). In de ondergrond zijn namelijk smeltwatergeulen aanwezig, waar de ondergrond niet bestaat uit een podzol, maar een AC-profiel met een gyttja of bruine leem als veenbasis. Hier lichten we de door ons aangetroffen typen veenbases toe: verkitte B-horizont, gliede, keileem, bruine leem en gyttja.



Figuur 11-48 Ligging van de bodemboringen op een vereenvoudigende weergave van de bodemtypen met aandacht voor de ondergrond voor de veenbodems

Verkitte B-horizont

Zoals te zien op de bodemkaart (Figuur 11-43) bestaat het veenloze deel van het Fochteloërveen en zijn omgeving uit veldpodzolgronden. Deze gronden ontwikkelen zich op vrij natte plekken in het landschap, waar onder invloed van wegzijgend regenwater een typische in- en uitspoelingshorizont ontstaat. Wanneer de infiltratie afneemt, bijvoorbeeld door een regionale grondwaterstandsstijging of wanneer in omliggende laagten op steeds grotere schaal veen gevormd wordt, worden podzolen steeds slechter doorlatend doordat ze verkit raken met sesquioxiden en disperse humus en gaan podzolen op den duur stagnerend werken. Hierdoor kan het veen zich verder uitbreiden, buiten de laagten, over de podzolen en daarbij ook over voorheen droge tot vochtige zandgronden heen groeien. De verkitte B-horizont functioneert dan als veenbasis (Sevink, 2019). Deze vorm van hoogveenuitbreiding is een voorbeeld van vermorsing van het landschap.



Figuur 11-49 Grondboring in het Kolonieveld met een podzol met een verkitte B-horizont. In de oorspronkelijke Ah en E horizont is eveneens disperse humus ingespoeld. Deze gliede verhoogt de weerstand van de bodem tegen infiltratie verder

Gliede

De term gliede wordt gebruikt voor lagen met zeer fijn verdeelde disperse, amorfe humus. Dit humustype is te onderscheiden van stabiele humus die niet schoensmeerachtig aanvoelt. Gliede is een organische, moerige inspoelhorizont die is afgezet aan de basis van veenpakketten (Sevink, 2019). Gliede ontstaat in drogere fases in een bestaand hoogveen door mineralisatie in het veenpakket. Daarbij ontstaat disperse humus die met inzijgend regenwater naar beneden vloeit en dan neerslaat in het onderste gedeelte van het veenpakket of net daaronder in de minerale ondergrond (Figuur 11-49).

Keileem en organische, bruine leem

Keileem kan zorgen voor sterke stagnatie, vooral als de pakketten dikker zijn. De keileem wisselt in dikte en vormt in het Fochteloërveen geen aaneengesloten laag; er zijn geulstructuren in ontstaan (zie paragraaf 3.4 en Figuur 11-7). Lokaal is de fijne fractie van de keileem weggespoeld en blijft het grove, goed doorlatende keizand over. De fijne, weggespoelde leemdeeltjes zijn deels bezonken in de naastgelegen glaciale erosiegeulen, wanneer de stroomsnelheden daarvoor laag genoeg waren. Deze minerale afzetting wordt ook wel beekleem of leemgyttja genoemd (naar het Duitse Lehmmüdde), terwijl bij wat hogere stroomsnelheden zanddeeltjes zullen bezinken (ook wel zandgyttja genoemd naar het Duits Sandmudde) (Meier-Uhlherr et al. (2015)). Deze lagen zijn vaak sterk humeus en er zijn regelmatig plantenresten in te vinden. Dit type afzettingen vormt in het huidige hoogveenrelict Deurnsche Peel de veenbasis in de laagtes (Jansen et al., 2023 in prep.). In het Fochteloërveen zijn deze leem- en zandgyttja's ook aangetroffen. Deze bruine leemlaag vormt in combinatie met gliede in de slenken een stagnerende laag.



Figuur 11-50 Grondboring met keileem ten zuiden van het centrale compartiment



Figuur 11-51 Grondboring met bruine beekleem ofwel leemgyttja

Gyttja

Een 'echte' gyttja is een organisch sediment dat is afgezet in stilstaand, open water, zoals meren en poelen. Het is een fijnkorrelig, elastisch sediment en bestaat uit de resten van micro-organismen (vaak diatomeeën), resten van dieren en hun uitwerpselen, planten (zaden) en soms afzettingen van calciumcarbonaat na de assimilatie van koolstofdioxide door planten (dit type gyttja (kalkgyttja) is in het Fochteloërveen niet aangetroffen). Bij een voortgaande afzetting van gyttja treedt verlanding op en ontstaat er een grondwater gevoed veen waarvan de resten (zeggeveen, riet-zeggeveen, broekveen, Scheuchzeriaveen) tussen de gyttja en het hoogveen liggen. In het Fochteloërveen vinden we een dunne gyttja in de diepere slenken.

11.6.5 Dwarsdoorsneden

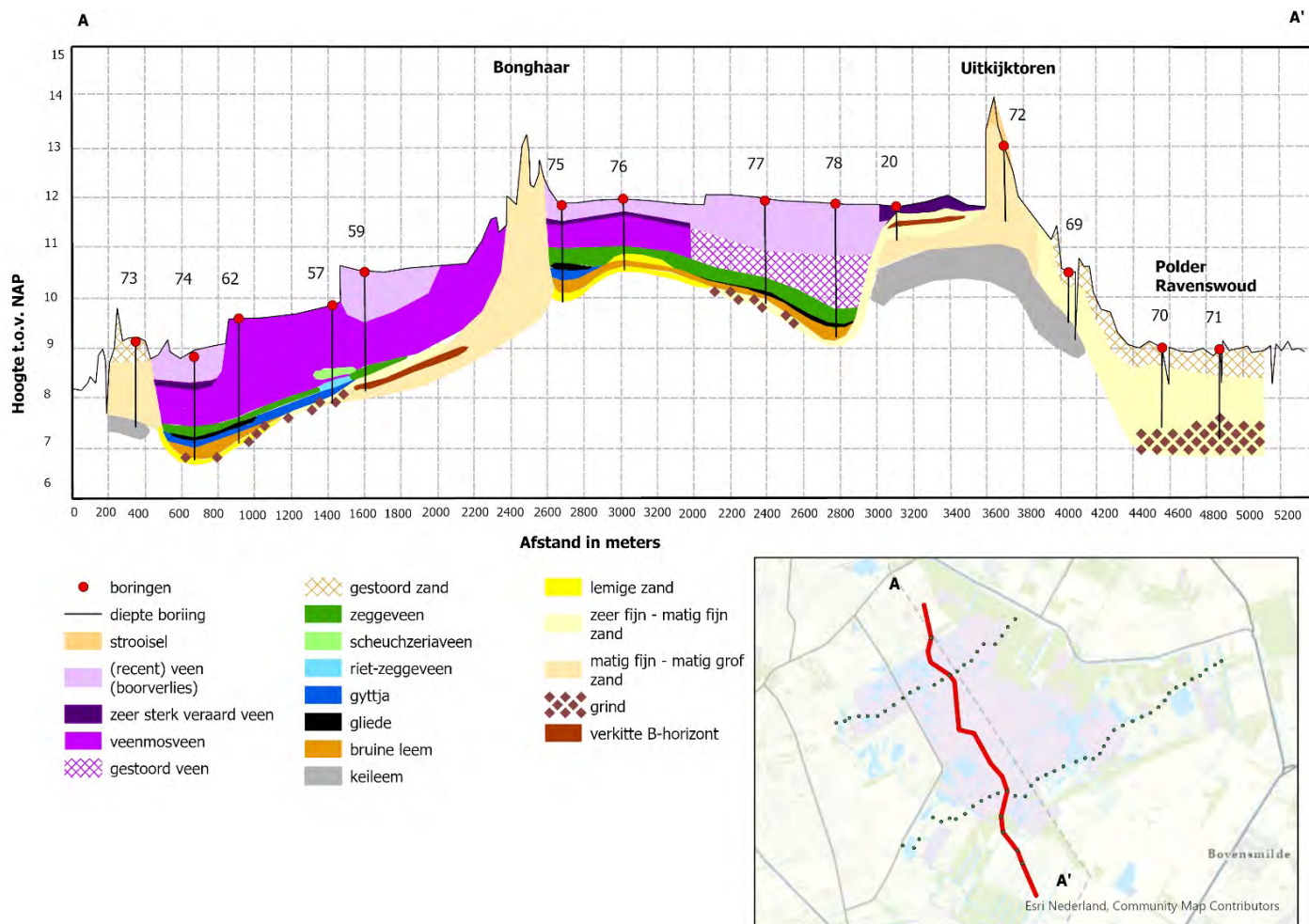
Doorsnede 1: noord-zuid dwarsdoorsnede Grote Veen - Bonghaar - Uitkijktoren - polder Ravenswoud

Deze doorsnede loopt van noord naar zuid en passeert daarbij drie geulen en drie dekzandruggen: een rug aan de noordzijde, de Bonghaar en een rug aan de zuidzijde waarop de uitkijktoren staat. De minerale ondergrond kent grote hoogteverschillen: in de geulen ligt het oorspronkelijke maaiveld op NAP +7 tot +9 m en de dekzandruggen liggen op maximaal NAP +13 m. In de geul aan de zuidzijde, waar keileem in de ondergrond ontbreekt en waar een naar schatting zeven meter dik veenpakket heeft gelegen (zie ook 3.8.3), dat in het verleden volledig is verveend, ligt polder Ravenswoud. De andere twee geulen, in het noorden en in het centrum, bevatten nog een aanzienlijk veenpakket. Volgens dateringen is de veenvorming in de noordelijke slenk circa 9.000 jaar geleden begonnen en de oudste datering voor de slenk in het centrum is 6.000 jaar. De veenvorming zal in dit compartiment waarschijnlijk eerder begonnen zijn, aangezien het gedateerde monster niet op het diepste punt van de slenk is verzameld. Het is onbekend of er nog keileem onder deze geulen ligt, dat was tijdens het boren niet te bereiken. Gezien de bovenliggende grondwater gevoede veenpakketten ligt het in de lijn der verwachting dat keileem ontbreekt of slechts als dunne laag ontwikkeld is.

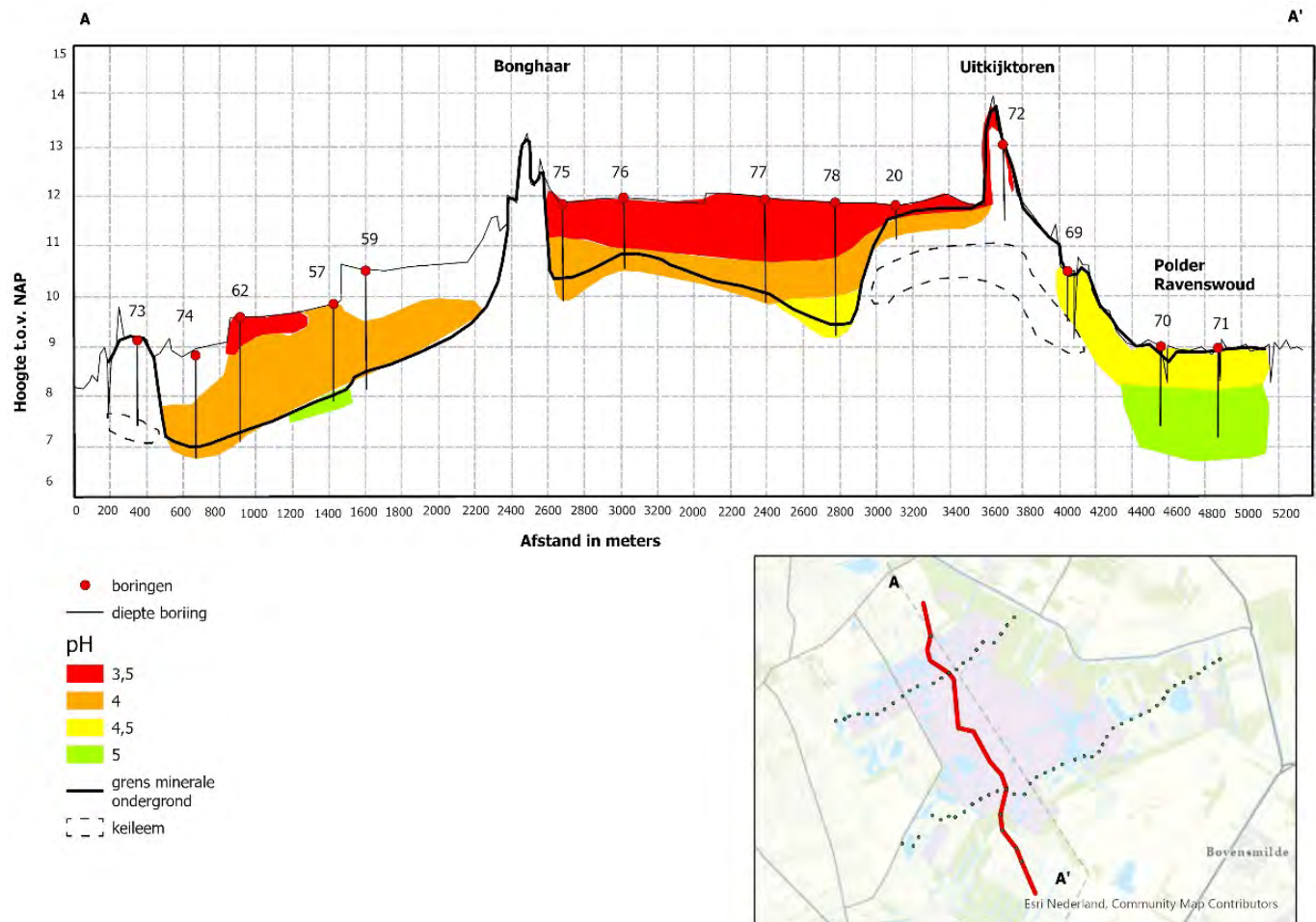
In de meest noordelijke slenk is circa anderhalve meter veenmosveen aangetroffen. Deze laag bestaat grotendeels uit jong veenmosveen, maar mogelijk is hier lokaal ook oud veenmosveen aanwezig. Dit is onzeker, omdat het een dunne laag betreft en die veenlaag vrij sterk veraard was. Op een paar plekken is boorverlies opgetreden vanwege het nog onsamenvangende karakter van de recent gegroeide veenmossen. Onder het jonge veenmosveen ligt een dunne laag zeggeveen en op een enkele plek riet-zeggeveen. Deze veentypen zijn door grondwater gevoed. In de overgang van de diepere slenk en de hogere rug (de Bonghaar) is *Scheuchzeriaveen* aanwezig. Veen van *Scheuchzeria palustris* (veenbloembies) groeit vaak op de overgang van grondwatergevoede veen naar het volledig door regenwater gevoede hoogveen en groeit dus vaak aan de randen van het hoogveen, waar basenarm grondwater en stagnant regenwater elkaar ontmoeten. De veenbasis bestaat in de slenk uit een gyttja met daaronder een laag organische, bruine leem (leemgyttja/beekleem). In de gyttja is gliede ingespoeld, wat samen een erg compact, slecht doorlatend geheel vormt. Wat hoger op de flank van de minerale ondergrond ontbreekt de bruine leemlaag (boring 57) en nog wat hoger (boring 59) zijn podzolen aanwezig die verkit zijn geraakt en als zodanig de veenbasis vormen.

In alle boringen in de slenk in het centrum trad tijdens het boren in de eerst decimeters boorverlies op. Dit boorverlies bestaat uit recent gevormde en gegroeide veenmossen, die zijn gaan groeien sinds de hier uitgevoerde vernattingsmaatregelen. Bij boring 75 en 76 is circa een halve meter jong veenmosveen gevonden, terwijl bij naastliggende boringen 77 en 78 op die diepte verstoord veen werd gevonden d.w.z. een op de kop gezet veenpakket. Hierin werden veenmosveen, *Scheuchzeriaveen*, zeggeveen en riet-zeggeveen gevonden, maar de veentypen waren in een onlogische volgorde aanwezig. Onder het veenmosveen en verstoord veen ligt overal een pakket zeggeveen met daaronder een laag organische, bruine leem. In boring 75 is een dunne laag gyttja aangetroffen, met aan de bovenkant ingespoelde gliede. Op de overgang naar de hogere dekzandrug (uitkijktoren) heeft zich een verkitte B-horizont gevormd, waarop een dunne laag veraard veen ligt. De overgangen van de noordelijke en centrale geul naar de noordflanken van de dekzandruggen zijn erg steil. Hier is niet geboord. Mogelijk heeft zich daar ook een verkitte B-horizont gevormd.

De grondwaterstanden bevonden zich op 14 februari 2023 in beide veenkernen rond het maaiveld. Buiten het veen was de grondwaterstand een stuk dieper, om en nabij een meter beneden het maaiveld. De gemeten pH in het veenpakket was overal 3,5-4, behalve in boring 78 (Figuur 11-53) waar onderin een pH van 4,5 werd gemeten in zeggeveen op bruine leem. In het noorden is op één plek pH 5 gevonden (boring 78) in de minerale ondergrond onder het veenpakket en in de minerale ondergrond van de polder Ravenswoud is ook pH 5 gemeten (boring 71). Deze hogere pH-waarden zijn beperkt tot de onderzijde van depressies met grind. Vermoedelijk ontbreekt daar keileem.



Figuur 11-52 Dwarsdoorsnede 1. Van noord naar zuid via de Bonghaar en de uitsijktoren tot aan polder Ravenswoud. Tussen boring 62 en 74 begon de veengroei volgens dateringen van Quik et al. (2022) circa 9.000 jaar geleden, tussen boring 75 en de Bonghaar circa 6.000 jaar geleden, nabij de Bonghaar 1.500 jaar geleden en tussen boring 20 en 72 3.000 jaar geleden. Voor een nauwkeurige ligging van de doorsnede zie Figuur 11-48



Figuur 11-53 pH-verloop van doorsnede 1. Van noord naar zuid via de Bonghaar en uitkijktoren tot aan polder Ravenswoud. Voor een nauwkeurige ligging van de doorsnede zie Figuur 11-48

Doorsnede 2: noordelijke dwarsdoorsnede Kleine Veen - Grote Veen - boswachterij Veenhuizen

Deze doorsnede loopt door het noordelijke gedeelte van het Fochteloërveen en vanaf het lager gelegen Kleine Veen via het Grote Veen naar boswachterij Veenhuizen. De minerale ondergrond daalt geleidelijk in westelijke richting naar het beekdal van het Groote Diep op NAP +10 tot 6 m. In de boswachterij ligt een waterscheiding in de minerale ondergrond, die vanaf daar naar het oosten helt. Het veenpakket in Grote Veen ligt in een smeltwatergeul (bij boring 57 en 58). Vrijwel overal is keileem aangeboord.

Het dikste veenpakket ligt in het centrum (2,2 m dik). Richting boswachterij Veenhuizen wordt het veenpakket dunner. In dit gedeelte, tussen boring 64 en 65, is het begin van de veenvorming gedateerd op 2.300 jaar geleden (Quik et al., 2023). In de bossen ontbreekt veen. Hier is de bodem omgezet voor de bosbouw, blijkens de veenresten die we aantreffen in de bovenste laag. Dat wijst erop dat ook hier ooit veen voorkwam. Ook in het Kleine Veen ligt een aaneengesloten veenpakket, maar dat is nog ongeveer een meter dik. Aan de westzijde van het transect is de bovenkant van het veenpakket verstoord (boring 49 en 50) in verband met vroeger landbouwkundig gebruik.

Het grootste gedeelte van het veenpakket bestaat uit jong veenmosveen, dat op de meeste plekken nog in goede staat is (humificatieklasse 3-4 volgens de schaal van Von Post d.w.z. weinig tot zwak veraard veen (Meier-Uhlherr et al., 2015; zie Tabel 11-8)). De veenbasis en de veenlagen onder het veenmosveen kennen in deze doorsnede veel variatie. In de flank/overgang naar het beekdal van het Groote Diep zijn, onder het veenmosveen en het verstoorde veen, zeggenveen en broekveen aangetroffen, en in het laagste deel riet-zeggenveen. In dit gedeelte bestaat de veenbasis uit een dunne gyttja met daaronder keileem.

Tabel 11-8 Humificatiegraad van het veen volgens Von Post.

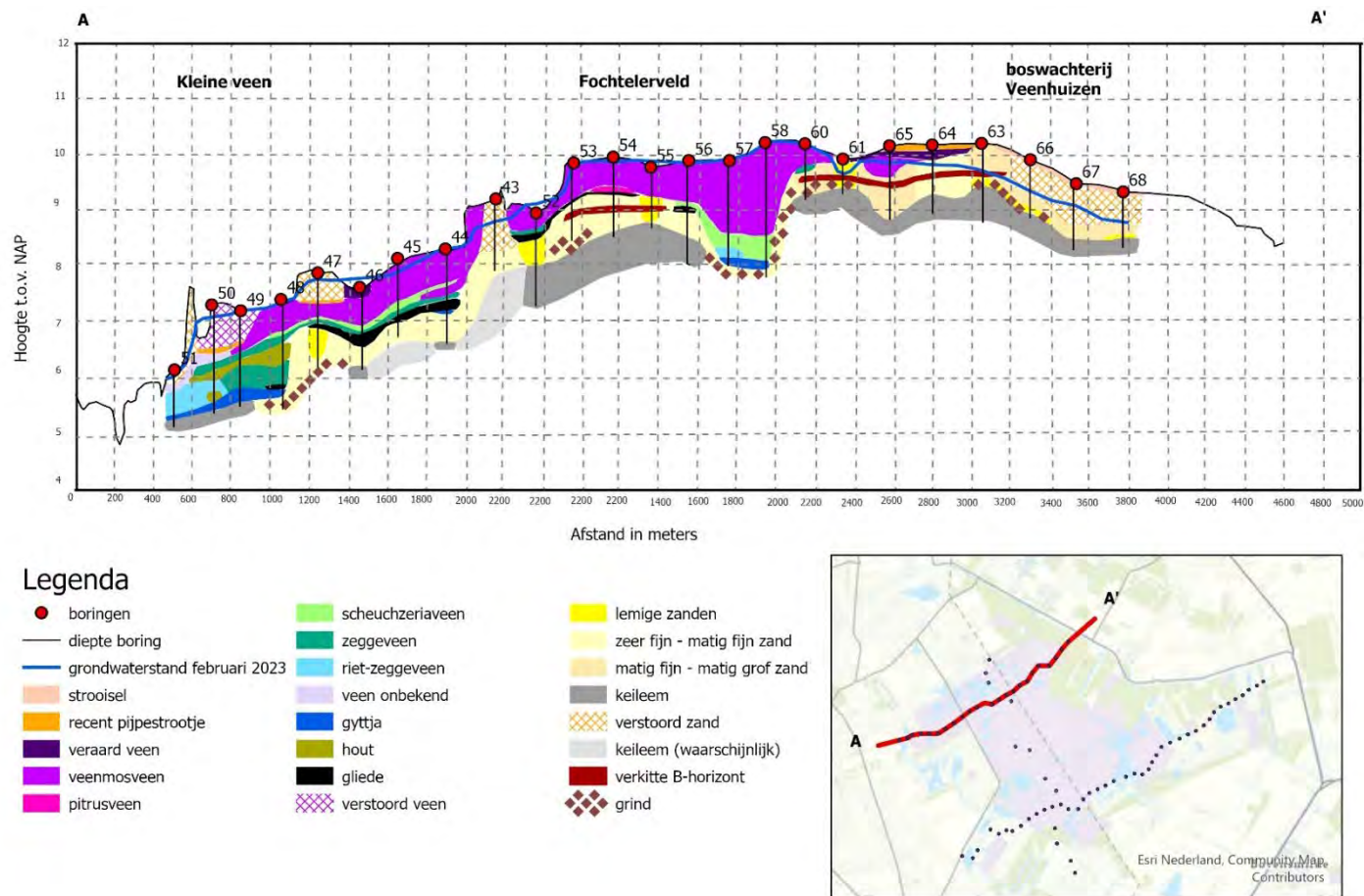
Humificatiegraad **Omschrijving**
Von Post

H1	Compleet onghumificeerd veen zonder bagger; wanneer het veen in de handpalm samengeknepen wordt, treedt alleen kleurloos, helder water uit.
H2	Bijna geheel onghumificeerd veen zonder bagger; het uitgeperste water is bijna helder maar geel-bruin van kleur.
H3	Nauwelijks gehumificeerd veen dat nauwelijks bagger bevat; het uitgeperste water is duidelijk troebel; er wordt geen vaste stof tussen de vingers door geperst; het residu is niet papierig.
H4	Licht gehumificeerd veen en veen dat enige bagger bevat; het uitgeperste water is zeer troebel; het residu is enigszins papierig.
H5	Matig gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; de plantedelen zijn herkenbaar maar niet duidelijk; Een deel van de vaste stof verdwijnt als dunne bagger tussen de vingers; het residu is sterk papierig.
H6	Matig gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; de plantenresten zijn niet duidelijk; het residu is sterk papierig, maar de plantenresten zijn duidelijker dan in het ongeknepen veen.
H7	Sterk gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; een groot deel van de plantenresten is nog herkenbaar; bij knijpen verdwijnt ongeveer de helft van het veen tussen de vingers door; als er water uittreedt is het papierig en erg donker van kleur.
H8	Sterk gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk baggergehalte; de plantenresten zijn niet herkenbaar; bij knijpen treedt ongeveer twee derde van het veen tussen de vingers uit; het residu bestaat voornamelijk uit resistente wortelvezels.
H9	Zeer sterk gehumificeerd veen en verslagen veen; er zijn nauwelijks plantedelen te herkennen; bijna al het veen verdwijnt bij het knijpen tussen de vingers door als homogene bagger.
H10	Compleet gehumificeerd veen en bagger; er zijn geen plantedelen te herkennen; bij knijpen verdwijnt alle veen tussen de vingers.

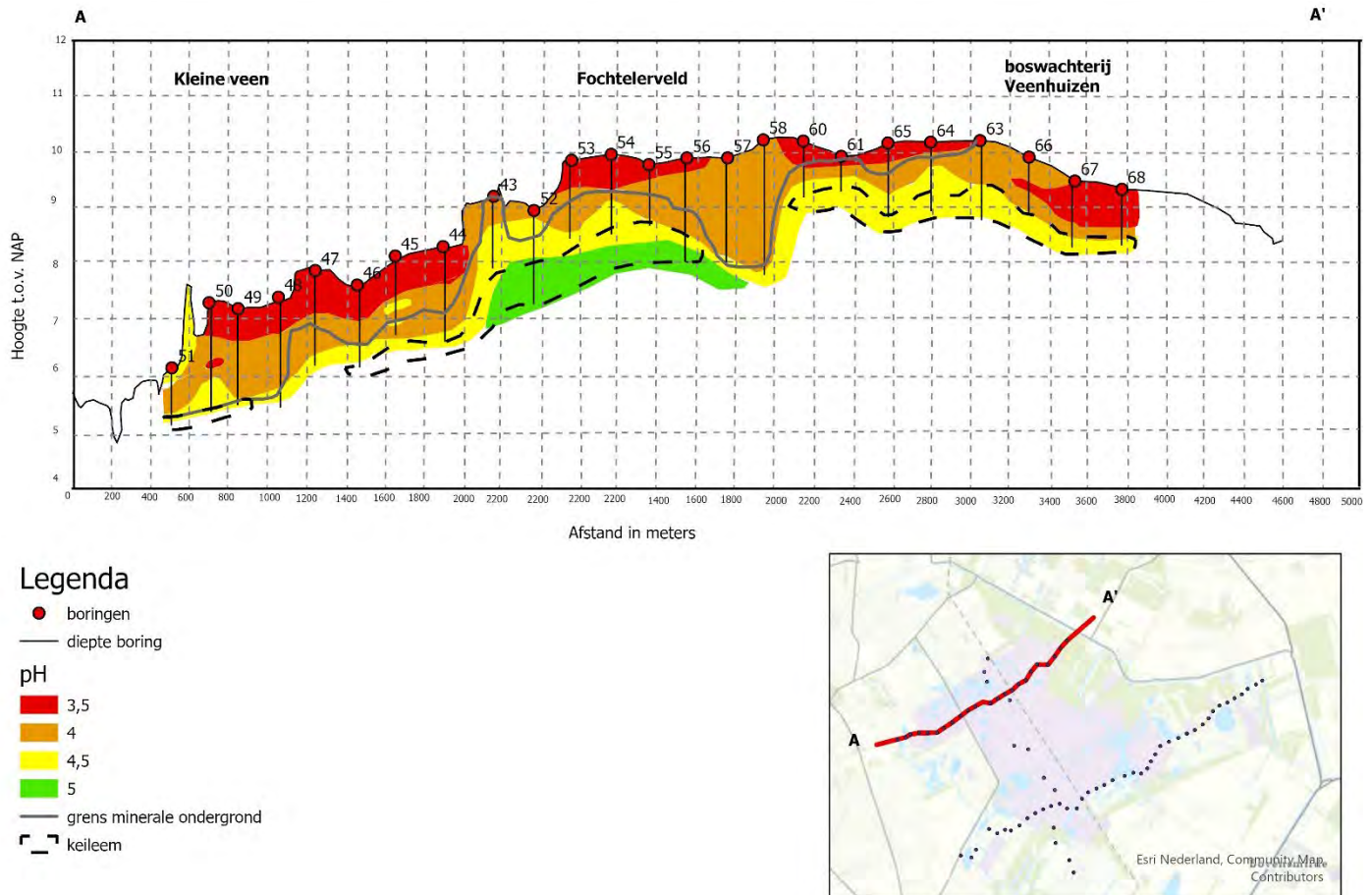
Wat hoger op de flank van het beekdal van het Groote Diep is tussen het veenmosveen en het zeggeveen een dunne laag Scheuchzeriaveen aangetroffen. Onder de zeggeveenlaag bevindt zich een dunne laag gliede. De minerale ondergrond bestaat hier uit een dunne laag fijn zand met daaronder de keileem. Verder oostwaarts welft de minerale ondergrond op en ligt het veenmosveen meestal direct op die minerale ondergrond. Op sommige plekken is een dunne laag zeggeveen aanwezig en op één locatie is pitrusveen aangetroffen (boring 54). De veenbasis bestaat hier uit een verkitte B-horizont. In de bossen bij de boswachterij is de B-horizont doorgraven.

De smeltwatergeul in het Grote Veen is opgevuld met een relatief dik pakket veenmosveen dat rust op achtereenvolgens Scheuchzeriaveen en riet-zeggeveen en met een dunne laag gyttja als veenbasis. Hieronder bevindt zich een grondwatergevoede bodem (een AC-profiel). Het is onbekend of er nog keileem onder deze geul ligt, dit was tijdens het boren niet te bereiken.

De grondwaterstanden in de boorgaten op 14 februari 2023 staan bijna overal in of boven maaiveld. Richting de boswachterij Veenhuizen zakt de waterstand echter snel weg. Hier ontbreekt de veenlaag die het water vasthoudt, is de verkitte B-horizont doorgraven en in de bossen liggen veel ontwateringsmiddelen (greppels, sloten, wijken). Dit gedeelte is dan ook sterk verdroogd. De gemeten pH in het veenpakket was 3,5-4 en op een enkele plek onderin 4,5. De pH van de minerale ondergrond loopt van pH 4 naar pH 4,5 en is in het centrale deel in de keileem pH 5. De minerale bodem bij de boswachterij is sterk zuur (pH 3,5) en onder invloed van ontwatering tot in de dekzand-ondergrond verzuurd (Figuur 11-55).



Figuur 11-54 Dwarsdoorsnede 2. Van west naar oost in het noordelijke gedeelte van het Fochteloveld, van het Kleine Veen via het Fochtelerveld naar boswachterij Veenhuizen. Het begin van de veengroei is voor de locatie tussen 64 en 65 gedateerd op circa 2.300 jaar geleden (Quik et al., 2023). Voor een nauwkeurige ligging van de doorsnede zie Figuur 11-48



Figuur 11-55 pH-verloop van doorsnede 2. Van west naar oost in het noordelijke gedeelte van het Fochteloërveen, van het Kleine Veen via het Fochtelerveld naar boswachterij Veenhuizen. Voor nauwkeurige ligging van de doorsnede zie Figuur 11-48

Doorsnede 3: zuidelijke dwarsdoorsnede Compagnonsveld - Schaapshokslenk - Esmeer

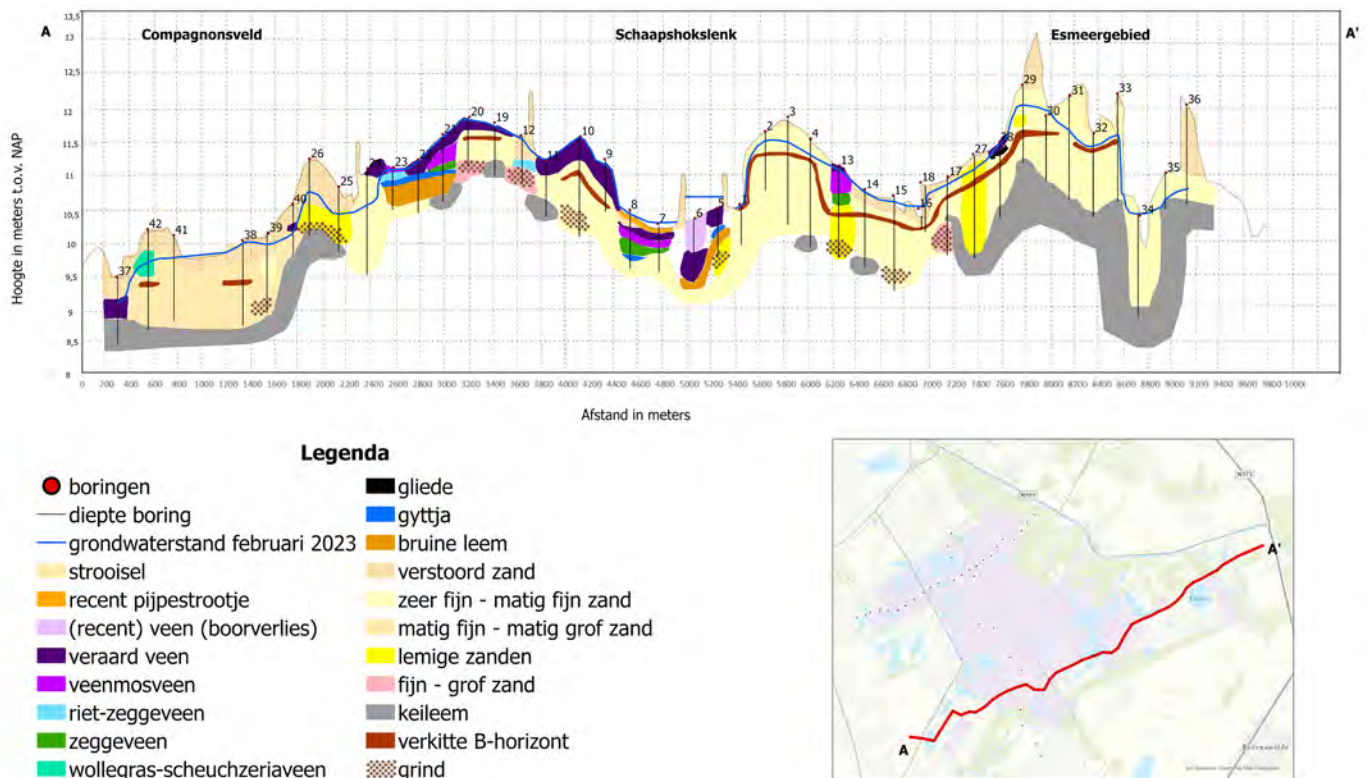
Deze doorsnede loopt door het zuidelijke gedeelte van het Fochteloërveen en van het Compagnonsveld via de Schaapshokslenk naar het Esmeergebied (Figuur 11-56). De minerale ondergrond ligt hoger dan in de eerste doorsnede en varieert tussen NAP +12,5 m (dekzandkoppen) en +9,5 m (in de slenk). Keileem is niet overal aanwezig; het ontbreekt in de slenk met de Schaapshokwijk, vermoedelijk door smeltwatererosie in de laatste ijstijd (zie Figuur 11-7).

In deze doorsnede is het veenpakket grotendeels verdwenen. Het alleen nog lokaal aanwezige restveenpakket bestaat meestal uit enkele decimeters sterk veraard veen, in een paar boringen is een dunne laag veenmosveen aangetroffen (boring 21, 8, 7, 13). Op de meeste plekken bestaat de veenbasis uit een verkitte B-horizont. Op veel plaatsen is het zandpakket vrij dun met daaronder keileem.

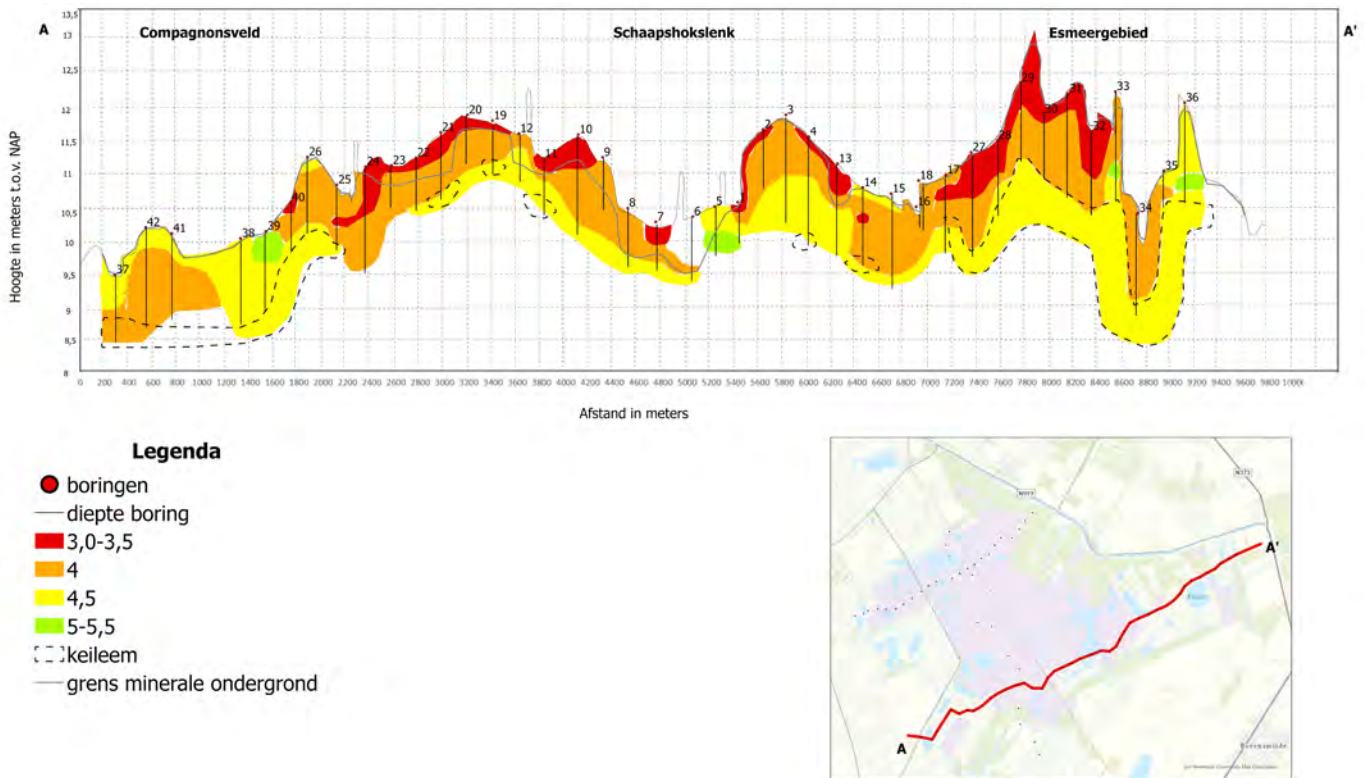
De Schaapshokslenk, waarin de Schaapshokwijk is gegraven, is een oorspronkelijk grondwatergevoede laagte. In deze smeltwatergeul zijn lemig zand en bruine leem bezonken en hier is lokaal een dunne laag gyttja afgezet, waarop zeggeveen is ontwikkeld. Plaatselijk ligt hier nog een dunne laag veenmosveen. Het meeste aan maaiveld gelegen veen is zeer sterk veraard of is vanwege grote natheid uit de boor gevallen (boorverlies). Westelijk van de Schaapshokslenk ligt een tweede, ondiepere smeltwatergeul, tussen boring 23 en 21. De twee geulen zijn gescheiden door twee zandruggen. In de tweede geul is een laag bruine leem afgezet, waarop achtereenvolgens van onder naar boven een dunne laag gyttja, zeggeveen en riet-zeggeveen liggen. Oostelijker, aan de andere kant van de hoge rug, bij boring 12, is ook riet-zeggeveen aangetroffen. Mogelijk kon dit veen ontstaan dankzij uittredend grondwater vanuit deze hoge en brede zandrug.

Het Compagnonsveld, een bufferzone op voormalige landbouwgronden, heeft overal een ploeghorizont van circa 30 cm en op sommige plekken is gediepploegd. Ook ten oosten van de Schaapshokslenk zijn veel geploegde bodems aanwezig. Uit de aanwezigheid van gebleekte zandkorrels in de geploegde horizonten is af te leiden dat hier podzolen lagen. De gebleekte zandkorrels zijn afkomstig uit de uitspoelingshorizont van een podzol, waarbij de humus- en ijzerhuidjes rondom de zandkorrels zijn verdwenen door de inzijging van zuur water. Op de meeste plekken is de verkitte B-horizont nog intact. In het Esmeergebied (bij boring 34) is de vroegere landbouwbodem zeer diep afgegraven voor het natuurontwikkelingsproject Schuilhoeve. Hier lag oorspronkelijk een slenk die kunstmatig is verdiept. Bij boring 1 is er tot op de verkitte B-horizont geplagd.

De grondwaterstanden in de boorgaten op 14 februari 2023 zijn over het algemeen lager dan in transect 1. In de lagere delen en waar veen aanwezig is, staat de grondwaterstand op de meeste plekken in maaiveld. Op het Compagnonsveld zijn lokaal (diepe) plassen aanwezig, maar desondanks duikt aan de westrand de grondwaterstand diep weg. Bij boring 24, waar bruine leem en mogelijk ook keileem ontbreken, is dit eveneens het geval. In de Schaapshokslenk wordt water vastgehouden tussen kades, waardoor het water er ver boven maaiveld staat (boring 6 en 5). Ook in de oostelijke randzone zakt de grondwaterstand diep weg. De gemeten pH in het veenpakket was 3,5-4 en op enkele plek onderin 4,5. In de onderzijde van boring 5 in de Schaapshokslenk is een pH van 5-5,5 aangetroffen. De pH van de minerale ondergrond loopt van pH 4 naar pH 4,5 en is op een enkele plek 5 of 5,5.



Figuur 11-56 Doorsnede 3. Van west naar oost in het zuidelijke gedeelte van het Fochteloërveen, via het Compagnonsveld, via de Schaapshokslenk naar het Esmeergebied. Voor de ligging van de doorsnede zie Figuur 11-48. N.B. Er is gekozen voor een andere verdeling op de Y-as dan bij doorsnede 1 en 2, zodat alle details in de bodem goed weergegeven kunnen worden



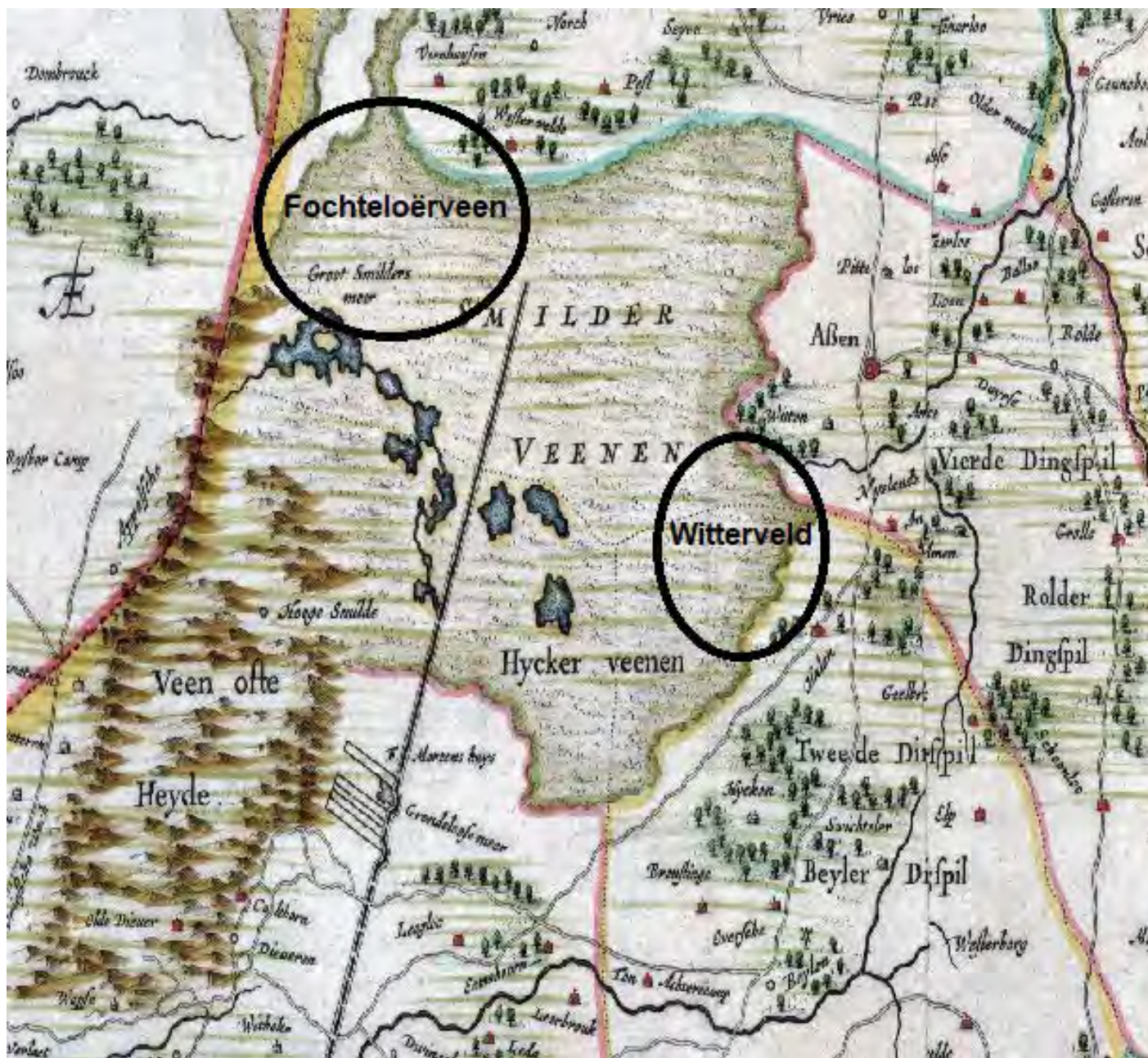
Figuur 11-57 pH verloop van doorsnede 3. Van west naar oost in het zuidelijke gedeelte van het Fochteloërveen, via het Compagnonsveld, via de Schaapshokslenk naar het Esmeergebied. Voor de ligging van de doorsnede zie Figuur 11-48

11.6.6 Bodem en het begin van de veenvorming

Het Fochteloërveen is, net als het Witterveld, een restant van de ooit uitgestrekte Smilder Veenen (Figuur 11-58). Op basis van het onderzoek van Quik et al. (2023) en het bodemonderzoek uitgevoerd door Stichting Bargerveen (zie 3.7.4 en 3.7.5) kan met zekerheid worden aangenomen dat er meerdere hoogveenkoepels hebben gelegen. Het noorden van het Fochteloërveen ligt aan de rand van dit vroegere hoogveenlandschap. Het maaiveld van het Fochteloërveen ligt in vergelijking met zijn (verveende) omgeving relatief hoog, net als zijn minerale ondergrond (Figuur 11-47). Dat verklaart waarom de ontwikkeling tot hoogveen in het Fochteloërveen pas laat op gang is gekomen (na 500 voor Chr.) en er daarom alleen het jonge witveen voorkomt (Douwes & Straathof, 2019).

Het verklaart ook waarom het veen volgens de bodemkaart op veel plaatsen vermoedelijk op een podzol ligt c.q. heeft gelegen (Figuur 11-43). De veengroei is waarschijnlijk in een of meerdere nabijgelegen laagten, zoals in polder Ravenswoud of in De Zeven Blokken ten zuiden van het hoogveenrestant begonnen als een grondwatergevoed veen, zoals uit de bodemkaart (eenheden Vz, zVz, vWz, iVz, iVc) kan worden afgeleid. Voort zal in smeltwatergeulen, die nu bedekt zijn met een laag veenmosveen, de veenvorming begonnen zijn met grondwatergevoed veen, zoals uit het onderzoek naar de veenbasis blijkt (zie 3.7.4. en 3.7.5). Hier ontbreken podzolen en zijn AC-profielen aangetroffen met een gyttja of bruine leem als veenbasis. Doordat deze grondwatergevoede venen hun omgeving vernatten, kon het hoogveen zich uiteindelijk uitbreiden naar de hogere delen van het toenmalige (nog niet met veen bedekte delen van het) dekzandlandschap, waar zich sinds het begin van het Holoceen podzolbodems hadden ontwikkeld, zoals grote delen van het huidige Fochteloërveen en het grootste deel van het Witterveld (Jansen et al., 2019; Versluys et al., 2022). In het Fochteloërveen zelf is de veengroei begonnen in de lagere delen van het gebied (Quik et al., 2023): het oudste, grondwatergevoede veen is hier gedateerd op ca. 9.000 jaar oud (Figuur 11-45C en D).

Naar schatting heeft het veen zich vervolgens uitgebreid, met een versnelde uitbreiding tussen 3.500 en 5.500 jaar geleden (Quik et al., 2023). Ook in andere hoogveenrestanten zoals Engbertsdijkerven (De Meij et al., 2019) en Bargerveen (Casparie et al., 2008; Versluys et al., 2020) begon de veenvorming in de laagten en groeide het hoogveen uiteindelijk uit over de hogere gronden met podzolen.



Figuur 11-58 Uitsnede van de historische kaart van Drenthe (Pynacker, 1634) met hierop een indicatieve ligging van Natura 2000-gebieden het Fochteloërveen en Witterveld, die beide ooit onderdeel waren van de Smilder Veenen

11.7 Flora en fauna

11.7.1 Flora

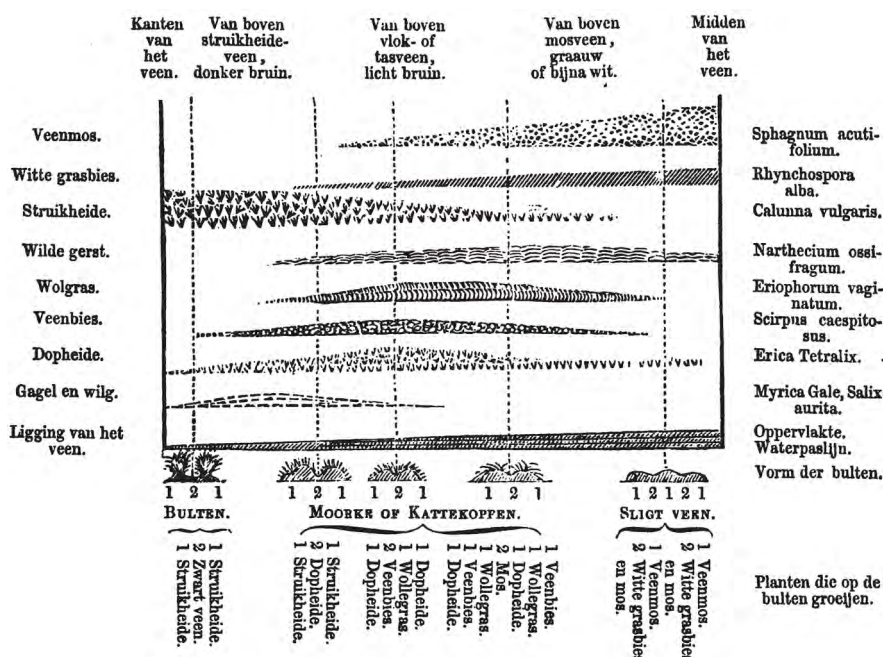
In 1855 werd door Venema een doorsnede gepresenteerd van verschillende structuren en planten in een, toentertijd, nog weinig aangetast hoogveen in het toenmalige Boertangerveen in Groningen en Drenthe (Figuur 11-59). Hoewel deze beschrijving niet specifiek is voor het Fochteloërveen, is het desalniettemin de beste beschrijving van een niet aangetast uitgestrekt hoogveen in Nederland (Jansen et al., 2019). Hierop is te zien dat binnen een hoogveen eigenlijk drie zones voorkomen:

1. een drogere, betrekkelijk goed begaanbare rand met hoge, horstvormige bulten van vooral struikheide (genaamd 'Bulten').
2. een (veel) nattere, nauwelijks of niet begaanbare kern met heel lage veenmosbulten, slenken (open water, al dan niet begroeid met veenmossen) en meerstallen (genaamd 'Sligtveen').
3. een zone daartussen met hogere (veenmos)bulten met diverse vaatplanten (genaamd 'Moorke of Kattekoppen').

In Figuur 11-59 is daarnaast te zien welke soorten voorkomen in welke zone. In de randzones van het veen domineert struikheide met gagel- en wilgenstruwelen. Hoger in de gradiënt worden geleidelijk gewone dophei, gewone veenbies, eenarig wollegras en beenbreek ('Wilde gerst') dominant. Gagel komt tot dominantie in de overgang van de Moorke naar de Bulten ofwel van het weinig hellende naar het sterk hellende deel van de hoogveenkeupel. Beenbreek en gagel duiden beide op zijwaarts afstromend water in de wortelzone van de vegetatie. In de hoge kern van het hoogveen, die ook het natst en meest vlak is (Sligtveen), worden witte snavelbies en niet-bultvormende veenmossen abundant. Ten slotte valt op dat pijpenstrootje nergens tot hoge bedekkingen komt, wat kenmerkend is voor een onaangetast hoogveen (Jansen & Grootjans, 2019).

De huidige vegetatie van het Fochteloërveen verschilt hemelsbreed van die van de beschrijving van Venema (1855). Zo is de bedekking van pijpenstrootje in de huidige situatie in het Fochteloërveen heel hoog (Figuur 11-60). Pijpenstrootje profiteert van voedselrijkere omstandigheden waardoor het de veenmossen, maar ook de kenmerkende kruidachtigen van hoogveen overgroeit. De karakteristieke zonering van soorten en plantengemeenschappen in een intact levend hoogveen verdwijnt.

De toename en overheersing van pijpenstrootje is een gevolg van de aantasting van de waterhuishouding van het hoogveen, waarbij 's winters nog wel hoge grondwaterstanden optreden, maar 's zomers de waterstanden sterk uitzakken tot meer dan 40-50 cm onder maaiveld.



Figuur 11-59 De verspreiding van soorten en de vorm van bulten van de rand (links) naar het midden (rechts) van e et al., 2n onaangetast hoogveen. Ook is in de onderste lijn de gradiënt van het hoogveen weergegeven. Bron: Venema (1855) in: Jansen et al. (2019)



*Figuur 11-60 Grote delen van het Fochteloërveen zijn begroeid met een eenvormige begroeiing van pijpenstrootje.
Foto: André Jansen*

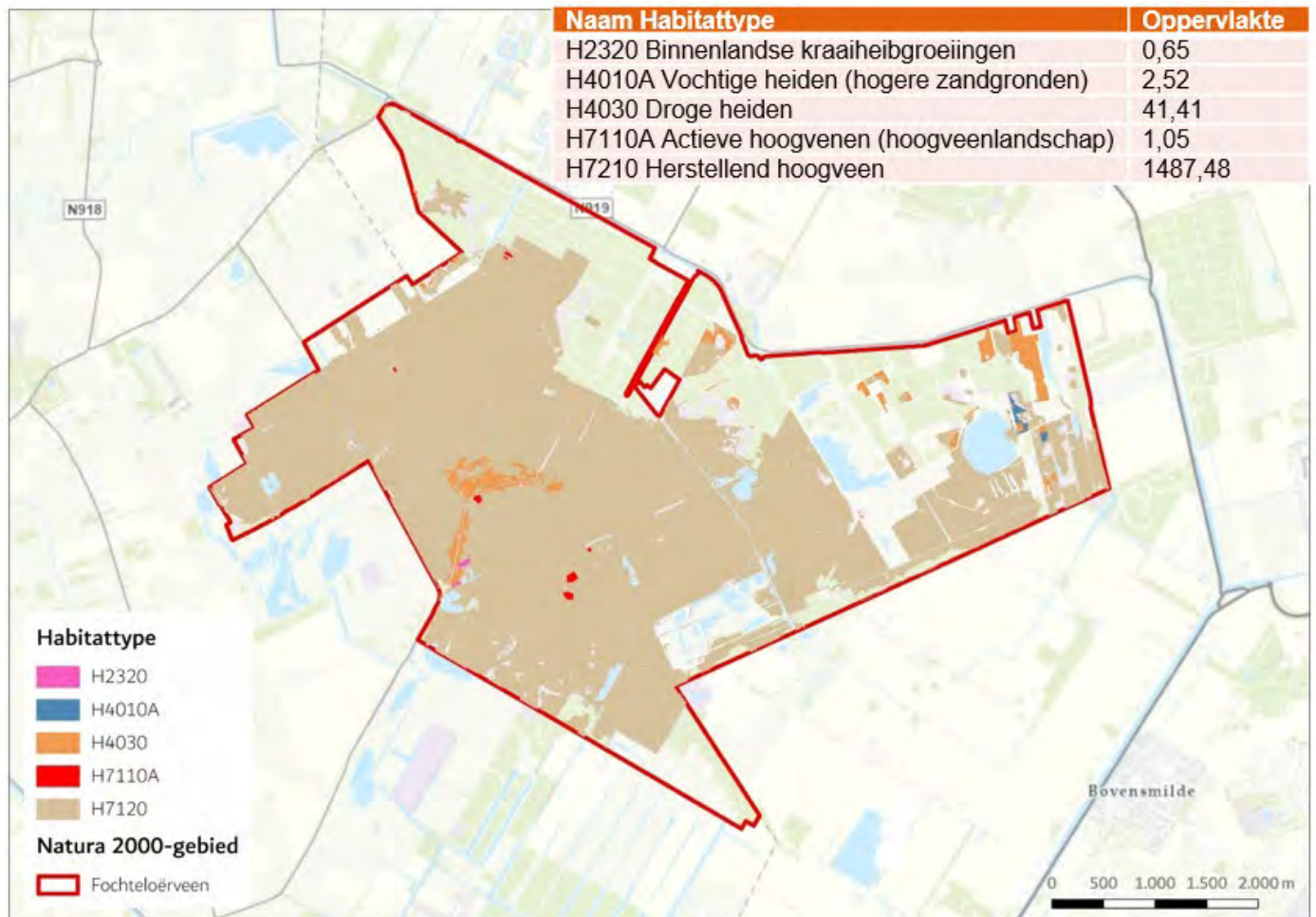
De opmars van pijpenstrootjebegroeiingen in het Fochteloërveen is allereerst het gevolg van vervening van het omringende veengebied en van het graven van de talloze greppels en slootjes voor de boekweitbrandcultuur in de 18e en 19e eeuw (zie paragraaf 11.8.5). De veendikte is door de boekweitbrandcultuur naar schatting met ruim een meter afgenomen (Altenburg et al., 2017). Ontwatering van de omgeving van het tegenwoordige natuurgebied veroorzaakte verdroging door toenemende verticale wegzijging. Latere peilverlagingen versterkten dit proces. Na het stoppen van de boekweitbrandcultuur nam de abundantie van pijpenstrootje sterk toe, niet alleen vanwege de ontwatering van het veen, maar ook door de relatief grote hoeveelheden voedingstoffen die door het branden in de toplaag vrijkwamen. Een functionele acrotelm in het resterende veen bestond niet langer (Joosten & Couwenberg, 2019). Het graven van wijken en sloten, ter voorbereiding van de vervening in het huidige natuurgebied, zorgde (ook) voor een (verdere) daling van de grondwaterstanden. Daardoor namen de zijdelingse en verticale waterverliezen toe en trad verdere verdroging van het veen op. Uiteindelijk werd pijpenstrootje vanwege maaiveldinversie ook in de greppels dominant (Jansen & Oosterveld, 1987). Alleen in de kern van het hoogveenrestant bleef bedekking van pijpenstrootje beperkt (Douwes & Straathof, 2019). De vergrassing waarmee de verdroging gepaard ging, is sinds de jaren 1980 versterkt door hoge stikstofdepositie (Limpens et al., 2019). Na vernatting nam de bedekking van pijpenstro tijdelijk af om daarna weer toe te nemen. Dit gras is daarom dominant gebleven. Op de droge delen is pijpenstro de afgelopen 6 jaar zeer sterk toegenomen (mond. med. J.de Bruin, 2024).

Om al deze redenen bestond de vegetatie van het veen voor de uitvoering van de eerste hydrologische herstelmaatregelen grotendeels uit soortenarme pijpenstrootjevlakten. Niet door pijpenstrootje gedomineerde hoogveenachtige vegetaties hadden ten tijde van de eerste aankoop in 1938 nog slechts een oppervlakte van enkele tientallen hectaren; het eerste in 1938 aangekochte stuk werd de vegetatie gedomineerd door gewone dophei, met frequent o.a. pijpenstrootje, eenarig wollegras, lavendelhei en kleine veenbes, en in mindere mate ook veenmossen als waterveenmos (*Sphagnum cuspidatum*), wrattig veenmos en hoogveenveenmos (Altenburg et al., 2005; Jansen & Grootjans, 2019; Figuur 11-61). Vochtige heiden waren vooral te vinden in de meer centrale delen, op dikke veenpakketten met geringe waterstandsschommelingen.



Figuur 11-61 Beeld van het Kleine Veen met een vegetatie die door pijpenstrootje wordt beheerst met hier en daar vlakken van veenpluis. Voor het uitvoeren van de hydrologische herstelmaatregelen zagen grote delen van het Fochteloërveen er zo uit. Foto: André Jansen

Voor hoogveenherstel en de daarbij behorende vegetatie zijn verschillende hydrologische herstelprojecten uitgevoerd in en om het Fochteloërveen. De vegetatieontwikkeling na de verschillende hydrologische herstelprojecten is goed gedocumenteerd dankzij verschillende karteringen: Altenburg et al. (1993), Altenburg & Van der Veen (2003) en Bakker (2015). In 2020 is opnieuw een vegetatiekartering uitgevoerd om inzicht te krijgen in de effecten van kadeherstel en droogte op de ontwikkeling van het hoogveen en om de habitattypenkaart te actualiseren (EGG consult, 2020; zie Figuur 11-62).



Figuur 11-62 T1-habitattypenkaart en oppervlakten

Uit die laatste kartering blijkt dat het grootste gedeelte van het Fochteloërveen bestaat uit herstellend hoogveen, waarvan circa 1 ha bestaat uit vegetatietypen die potentieel kwalificeren voor actief hoogveen (EGG consult, 2020)³. Verder komen in het N2000-gebied nog oppervlakten met droge heiden voor, voornamelijk op de hogere delen langs de Bonghaar.

Vergelijkingen van de opeenvolgende karteringen laten een aanzienlijke toename van de veenmosbedekking zien (Figuur 11-63). Ten opzichte van de kartering van 2002 is de bedekking van de veenmossen in 2014 en 2020 aanzienlijk toegenomen, vooral tegen het Kleine Veen aan en in het Grote veen. De hydrologische herstelmaatregelen hebben over grote oppervlakten geleid tot nattere, voor de groei van veenmossen gunstigere, omstandigheden. Tussen 2014 en 2020 is de bedekking van veenmossen afgenomen, vooral in het zuiden. In het noordwesten, bij het Kleine Veen, is de bedekking echter verder toegenomen. Hoewel pijpenstro hier nog steeds dominant is, is desondanks de veenmosbedekking onder de pijpenstrootje en in de greppels is toegenomen (mond. med. J. de Bruin, 2024). Het lijkt er op dat de pijpenstrovegetatie minder dicht is geworden, waardoor meer licht op de bodem kan doordringen wat de groei van veenmossen bevordert.

³ In de nieuwe vegetatiekartering zijn de resultaten van de recent uitgevoerde hoogveenkartering van 2021 (Van Duinen et al., 2021) nog niet verwerkt. Het gegeven oppervlak van H7110A volgens EGG consult (2020) is een overschatting van het areaal van dit habitatype (zie Van Duinen et al. (2021)). Volgens de hoogveenkartering uit 2021 is het areaal actief hoogveen als geheel is het areaal actief hoogveen zelfs afgenomen van 0,38 (in 2013) naar 0,11 ha (in 2021). Positief zijn de snelle ontwikkelingen in het centrale compartiment, waarmee het verdwijnen van actief hoogveen in het noordelijk deel van het gebied echter niet kan worden gecompenseerd.

De droge zomers van 2018-2020 zullen een rol hebben gespeeld bij de geconstateerde achteruitgang, en mogelijk ook lokaal de zwakke en lekkende toestand van kades. Wat de precieze oorzaken ook moge zijn, het is duidelijk dat de groei van veenmossen nog niet robuust is en kwetsbaar is voor ongunstige meteorologische omstandigheden en te grote waterverliezen.

Totaal veenmossen

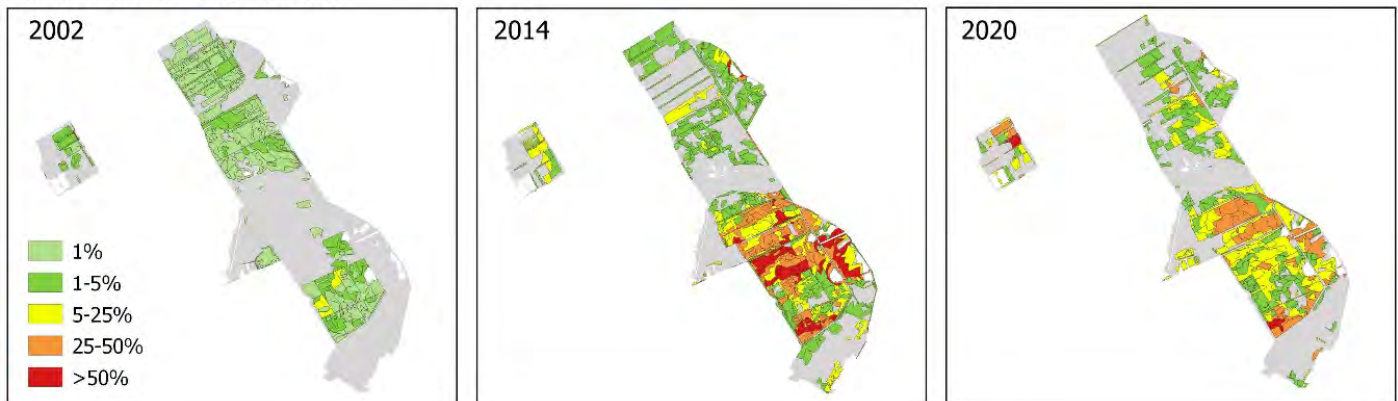


Figuur 11-63 De totale bedekking van veenmossen in het Grote veen en Centrale deel op basis van de drie verschillende vegetatiekarteringen van 2002, 2014 en 2020. (Bron: Natuurmonumenten, pers. Communicatie)

Uit Figuur 11-64 blijkt de toename van veenmossen (Figuur 11-63) samen te gaan met een toename in de bedekking van minerotrafente veenmossen, zoals gewoon veenmos en gewimperd veenmos (zie ook Altenburg *et al.*, 2017). Gewimperd veenmos is schaduwtolerant, waardoor deze ook gedijt onder pijpenstrootje. Net als voor alle veenmossen tezamen blijkt tussen 2014 en 2020 ook de bedekking van minerotrafente veenmossen te zijn afgenomen, ook in dit geval vooral in het zuiden. Hetzelfde geldt voor de bedekking van bultvormende veenmossen, die zich in het zuiden in een laagte lijken te concentreren, zie Figuur 11-65. In het noorden lijkt het areaal c.q. het deel met (wat) hogere bedekkingen van bultvormende veenmossen te zijn toegenomen ten koste van dat van minerotrafente veenmossen. De bultvormende veenmossoorten lijken daar te profiteren van de gunstige omstandigheden die in het noorden door minerotrafente veenmossen, in het bijzonder gewoon veenmos, zijn geschapen: de ontwikkeling van een laag met een hoog poriënvolume. De waterstanden in zulke lagen fluctueren minder dan in lagen met een gering poriënvolume (Joosten & Couwenberg, 2019). Tussen 2002 en 2014 lijkt het noorden, het Grote Veen, effectief te zijn vernat waardoor als eerste veenmossen van slenken en minerotrafente veenmossen zich konden uitbreiden. Door de sterke groei van vooral het grovere minerotrafente gewoon veenmos begonnen langzaam de noodzakelijke abiotische condities voor de groei van bultvormende veenmossen te ontstaan. Daardoor is het Grote Veen waarschijnlijk minder gevoelig voor de waterverliezen door droge zomers. Dit geldt in elk geval voor het centrale deel (1C), waar lekkages door kaders plaatsvinden maar de achteruitgang meevalt doordat daar de acrotelm is hersteld en (vrij) goed functioneert (mond. med.J. de Bruin, 2024). Bultvormende begroeiingen zorgen op hun beurt voor het ontstaan van acrotelm condities. Als deze condities eenmaal zijn ontstaan en door de kadeherstelprojecten ook worden behouden, kan het oppervlak met bultvormende veenmossen zich nog sneller uitbreiden, mogelijk zelfs op exponentiële wijze. Op grond van deze ontwikkelingen beschouwen wij de perspectieven voor hoogveenherstel in het Grote Veen als gunstig c.q. als hoopgevend.

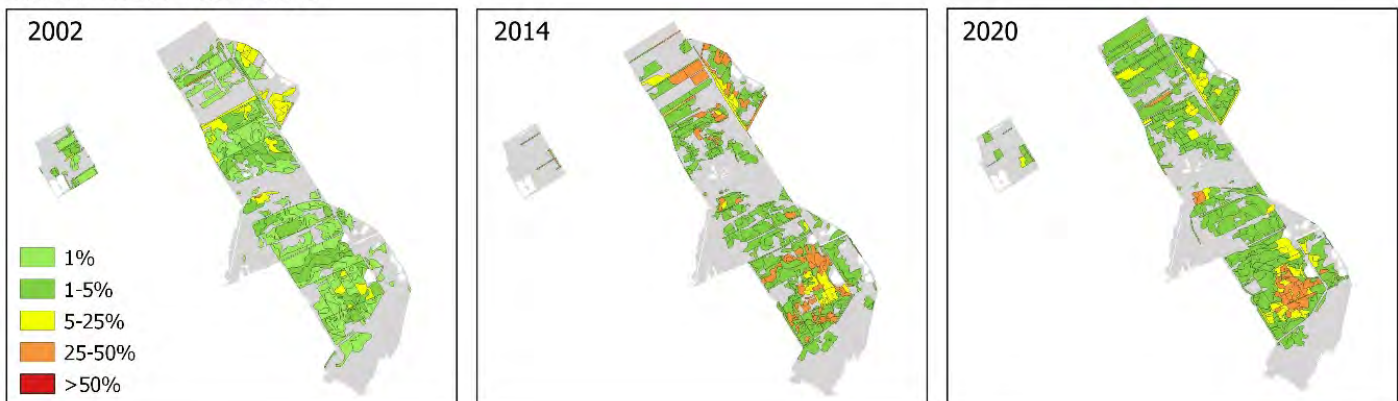
In het Kleine Veen verlopen de ontwikkelingen langzamer. De kades zijn er hier slecht aan toe, maar het negatieve effect hiervan wordt mogelijk getemperd door toestroming van water uit hoger gelegen compartimenten (mond. med. J. de Bruin, 2024). Het bultvormende hoogveenveenmos is sinds 2002 (na het tweede compartimenteringsproject) duidelijk toegenomen, net als wrattig veenmos, dat nu het algemeenste bultvormende veenmos is. Zij vestigden zich op veel nieuwe plekken en breidden zich uit op bestaande groeiplaatsen. In totaal zijn 21 soorten veenmossen bekend van het gebied.

Minerotrafente veenmossen



Figuur 11-64 De totale bedekking van minerotrafente veenmossen in het Fochteloërveld en het Kleine Veen op basis van de drie verschillende vegetatiekarteringen van 2002, 2014 en 2020. (Bron: Natuurmonumenten, pers. Communicatie)

Bultvormende veenmossen

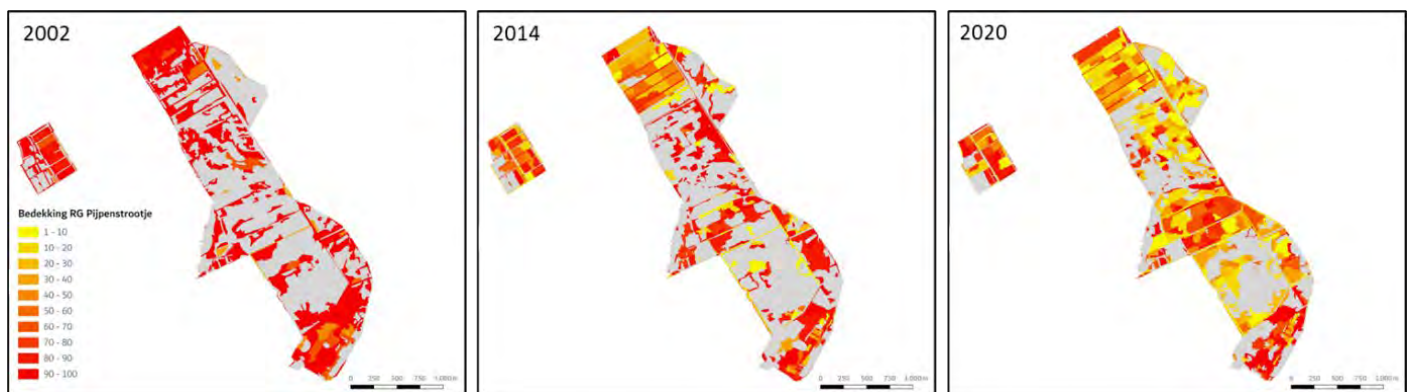


Figuur 11-65 De totale bedekking van bultvormende veenmossen in het Fochteloërveld en het Kleine Veen op basis van de drie verschillende vegetatiekarteringen van 2002, 2014 en 2020. (Bron: Natuurmonumenten, pers. Communicatie)

Deze ontwikkelingen en het daaruit afgeleide perspectief worden bevestigd door de uitkomsten van de zogeheten hoogveenkarteringen (Jansen et al., 2013; Van Duinen et al., 2021). Tijdens de vegetatiekartering in 2014 werd in totaal 2,5 hectare vastgesteld van de potentieel veenvormende Associatie van gewone dophei en hoogveenveenmos (*Erico-Sphagnetum magellanicum*), waarvan circa 0,38 hectare kwalificeerde als het habitatype actief hoogveen (Jansen et al., 2013; Bakker, 2015). In 2021 is opnieuw een hoogveenkartering van 'actieve hoogvenen (hoogveenlandschap)' uitgevoerd waarbij drie clusters van potentiële locaties voor actief hoogveen zijn bezocht (Van Duinen et al., 2021). Toen bleek dat ten opzichte van 2014 het totale areaal van actief hoogveen in het Fochteloërveen is afgenomen van 0,38 tot 0,11 ha. In het centrale compartiment 1c is op twee locaties een snelle ontwikkeling naar actief hoogveen opgetreden; in het noordelijke compartiment 13 was het actieve hoogveen echter verdwenen (Van Duinen et al., 2021). Mogelijk hebben de droge jaren 2018, 2019 en 2021 daarbij een grote rol gespeeld, maar vermoed wordt dat al langer grote laterale waterverliezen optreden vanwege zwakke kades. Sinds kadeherstel in 2023 zijn de hydrologische omstandigheden sterk verbeterd (mond. med. J. de Bruin, 2024). Het kadeherstel in 2023 kan op termijn leiden tot terugkeer van het habitatype actief hoogveen. Desondanks kunnen de snelle ontwikkelingen in het centrale compartiment het verdwijnen van actief hoogveen in het noordelijk deel van het gebied niet compenseren. Hoewel de oppervlakte van het habitatype actief hoogveen is afgenomen, zijn begroeiingen van hoogveenbulten in het kerngebied aanzienlijk toegenomen (Tonckens, et al., 2022). Hoewel over de afgelopen zes jaar een achteruitgang is geconstateerd (kwaliteitstoets van Natuurmonumenten, niet gepubliceerde data) blijkt in vergelijking met 20 jaar geleden toch sprake te zijn van een toename (mond. med. J. de Bruin, 2024).

Na realisatie van het eerste herstelproject (compartimenteringsplan) in 1985 ontstonden in het Fochteloërveen grote oppervlakten open water. In dit open water hebben zich slenkgemeenschappen van veenpluis en waterveenmos en begroeiingen van eenarig wollegras ontwikkeld. Na het tweede compartimenteringsproject, uitgevoerd tussen 1999 en 2001, heeft een verdere vernatting plaatsgevonden. Soms trad binnen één of twee jaar zo'n forse vernatting op dat beenbreek of bultvormende veenmossen verdronken (mond. med. J. de Bruin, 2024).

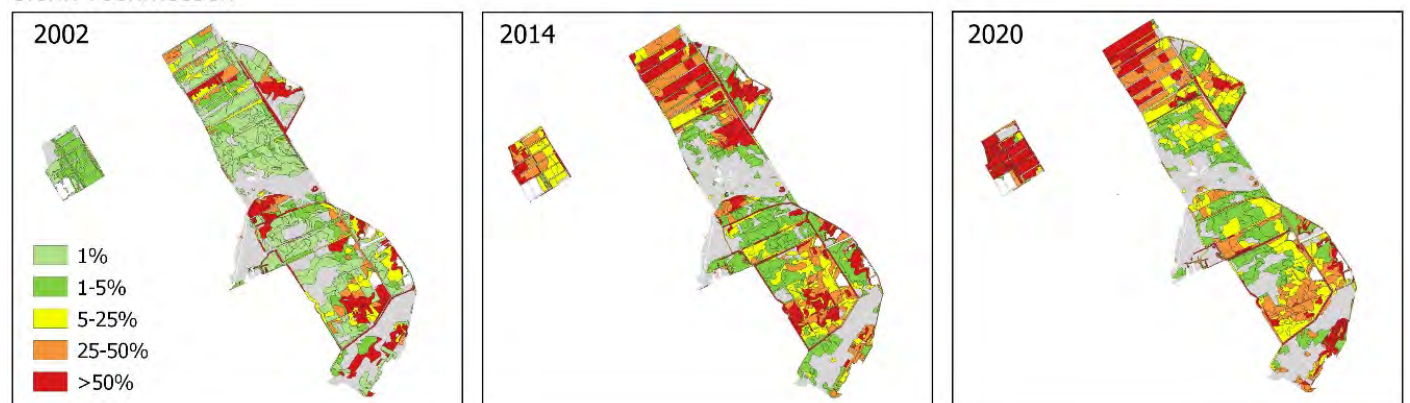
Van alle veenmossen kende waterveenmos de grootste uitbreiding; tegelijkertijd nam de bedekking van de pijpenstrootjebegroeiing tijdelijk af. Desondanks wordt vegetatie in veel compartimenten nog steeds bepaald door hoge bedekkingen van pijpenstrootje. Volgens Altenburg et al. (2017) is tussen 2002 en 2014 de bedekking van pijpenstrootje in de randgebieden toegenomen en in de kerngebieden juist afgenomen. Dat zou betekenen dat in de kerngebieden de waterstandsschommelingen zijn verminderd en in de randen van het veen, zoals in elk hoogveen, de waterstandsschommelingen het grootst zijn. Hoewel na de aanleg van de kades de hoogste waterstanden in de randcompartimenten sterk zijn gestegen, duidt de toename van pijpenstrootje erop dat de laagste waterstanden er nog steeds te diep uitzakken. Dit zou het gevolg kunnen zijn van een te grote verticale wegzijging of van een weer stijgende laterale afvoer door toenemende lekkages van de kades. Verder blijkt pijpenstrootje in staat mee te groeien met de geleidelijke peilverhogingen (Douwes & Straathof, 2019). Ten slotte is overmatige stikstofdepositie van invloed. Figuur 11-66 toont de bedekking van de rompgemeenschap pijpenstrootje voor de verschillende karteringen. Over het geheel genomen is tussen 2002 en 2020 de bedekking van deze rompgemeenschap afgenomen in het Grote Veen/Centrale deel en het Kleine Veen (wat daar samengaat met een duidelijke toename van veenmossen; zie boven).



Figuur 11-66 De totale bedekking van het rompgemeenschap pijpenstrootje in het Centrale deel, Grote Veen en het Kleine Veen op basis van de drie verschillende vegetatiekarteringen van 2002, 2014 en 2020 (Bron: Altenburg, W. & K. van der Veen, 2003; Bakker, R., 2015; EGG Consult, 2020)

Hoewel pijpenstrootje in staat is mee te groeien met de stijgende waterstanden, hebben zich in bijvoorbeeld het Kleine Veen en Grote Veen na het frezen en spitten van de vegetatie uitgestrekte slenkbegroeiingen ontwikkeld van waterveenmos en veenpluis (Figuur 11-68). Samen met de vernattingsmaatregelen zijn over grote oppervlakten de soortenarme pijpenstrootjebegroeiingen veranderd in slenkbegroeiingen met waterveenmos, slank veenmos, veenpluis en/of eenarig wollegras (ECG Consult, 2020, zie ook Figuur 11-67 en Figuur 11-68). Dit blijkt ook uit een vergelijking van de opeenvolgende vegetatiekarteringen. De bedekkingen van slenkveenmossen zijn in deze periode in het Kleine Veen en het Grote Veen sterk toegenomen, en tot 2014 ook in het centrum van het (Centrale deel).

Slenk veenmossen



Figuur 11-67 De totale bedekking van veenmossen van slenken in het Centrale deel, Grote Veen en het Kleine Veen op basis van de drie verschillende vegetatiekarteringen van 2002, 2014 en 2020. (Bron: Natuurmonumenten, pers. communicatie)



Figuur 11-68 Een voorbeeld van een uitgestrekte slenkbegroeiing, van waterveenmos en veenpluis, hier in het Kleine Veen, zoals die zijn ontstaan na de compartimentering, frezen en spitten van de vegetatie. Foto: André Jansen

Ook de kenmerkende hoogveenplantensoorten lavendelhei, kleine veenbes, witte snavelbies en eenarig wollegras lijken sinds 2002 te zijn toegenomen (Douwes & Straathof, 2019). Ronde zonnedauw is in het centrum van het veen sterk toegenomen, maar is afgenomen door verdrinking in de door de herstelmaatregelen sterk vernatte, overstroomde delen.

In het Kleine Veen en Grote Veen, aan weerszijden van de weg Fochtelooërveen, groeit gagel in soms wat grotere struwelen en soms als individuele struiken. Op het oog lijkt het of deze struiken en struwelen in een min of meer rechte lijn op ongeveer dezelfde hoogte staan (eigen waarnemingen). Dit patroon vraagt om nadere analyse. Het zou kunnen zou kunnen samenhangen met oude verveningsgrenzen en daardoor gecreëerde hoogteverschillen, met of met peilverschillen tussen compartimenten of met een vroegere slenk (Rulle) voorafgaand aan hoogveenontginning. In alle gevallen kan een laterale waterbeweging ontstaan, waarmee het voorkomen van gagel samengaat.

De vegetatieontwikkeling in het hoogveen staat onder druk door de toename van invasieve exoten en van bomen. Grote veenbes en trosbosbes breiden zich binnen het gebied snel uit. Ook tijdens de vegetatiekartering in 2020 is een toename van grote veenbes waargenomen (Tonckens, et al., 2022). In het veld was die toename vooral te zien daar waar zich hoogveenbulten ontwikkelden, dit zet de toekomstige hoogveenontwikkeling mogelijk onder druk. Het is immers onduidelijk in hoeverre grote veenbes andere kruidachtigen en veenmossen verdringt. Kleine veenbes lijkt er in het centrum nog niet onder te lijden (Douwes & Straathof, 2019). Mogelijk kan de groei van de lichtbehoeftige bultvormende veenmossen worden beperkt door de vergeleken met kleine veenbes grotere bladeren van deze soort. Trosbosbes heeft zich via de kades in het gebied razendsnel tot in de hoogveenkern weten te verspreiden. De soort vormt dichte struwelen en veroorzaakt lokaal verdroging van de vegetatie (Douwes & Straathof, 2019). Ook berkenopslag neemt toe waardoor het boomloze karakter van het gebied langzaam verdwijnt.

Aangezien berken meer verdampen dan veenmossen en andere kenmerkende hoogveenplanten zorgt dat in het groeiseizoen ook voor extra daling van de grondwaterstanden. De aangelegde, moeilijk beheerbare kades bevorderen de toename van berken en andere houtige gewassen, zoals bramen, trosbosbes, grove den en Amerikaanse vogelkers. Ze zijn veel droger dan het omliggende veen en raken er daarom snel met deze houtige gewassen begroeid (Douwes & Straathof, 2019; eigen waarnemingen). Vanaf deze kades kunnen de houtige gewassen makkelijker de drogere delen van het veen koloniseren. De (te hoge) stikstofdepositie bevordert ook de groei van pijpenstrootje en houtige gewassen (Limpens et al., 2019). Om deze reden is de frequentie van maaien van de kades verhoogd naar een keer per 2 à 3 jaar (eigen waarneming; Figuur 11-69).



Figuur 11-69 Op de kades treedt steeds weer opslag van houtige gewassen op. Ze liggen hoger en zijn daarom droger. De uitstekende houten damwanden bemoeilijken het beheer van de kades. Foto: André Jansen

Aan de noordkant van het Fochteloeërveen liggen de bossen van de boswachterij Veenhuizen. Deze bossen zijn in de 19e eeuw aangeplant op de randen van het drooggelegde hoogveen en bestaan voornamelijk uit naalddhout. In de boswachterij liggen diverse diepe wijken en sloten, die tot diep in het dekzandpakket of tot (ver) in de top van de keileem zijn ingegraven; plaatselijk zijn watergangen door de keileem heen gegraven tot in het onderliggende zandpakket (Figuur 11-34). De watergangen draineren veel water dat lateraal over de keileem afstroomt, zoals blijkt uit het veelvuldig voorkomen van dubbelloof en andere zeldzame varens in de oevers van deze watergangen (Figuur 11-70).



Figuur 11-70 Dubbeloof vormt langgerekte linten in de oevers van de wijken op de hoogte waar de bovenzijde van de keileem wordt aangesneden door de oever. Het laat zien dat over de keileem grondwater toestroomt naar de wijken. Foto: André Jansen

Alle bufferzones zijn aangelegd op voormalige landbouwgronden en deels afgegraven. De waterstanden fluctueren er behoorlijk, 50 cm en meer. De structuurvariatie is hoog met vrij veel open water waar diverse wintergasten slapen. Begroeiingen van voedselrijke omstandigheden (eigen waarnemingen) overheersen. Pitrusruigten treden over grote oppervlakten op de voorgrond, zie Figuur 11-71. Hier en daar bepaalt grote lisdodde de vegetatie en plaatselijk hebben zich (water)rietlanden ontwikkeld. Verder zijn voedselrijke graslanden algemeen, zoals soortenarme rompgemeenschappen van gestreepte witbol en graslanden van de associatie van geknikte vossenstaart (*Ranunculo-Alopecuretum geniculati*) (eigen waarnemingen). Plaatselijk zijn geoordewilgenstruwelen (*Salicetum auritae*) opgeslagen en berkenbossen met een kort gegraasde ondergroei van eutrafente grassoorten. In deze begroeiingen heeft zich op enkele plekken riet gevestigd, dat echter nergens uitgestrekte begroeiingen vormt. Binnen dit eutrofe kader zijn inmiddels her en der interessante soorten verschenen, zoals groot en loos blaasjeskruid, waterviolier, snavelzegge, holpijp en duizendknoopfonteinkruid. Het Fochtelerfeld herbergt inmiddels een interessante gradiënt van laag naar hoog dynamisch, van voedselarme naar voedselrijkere omstandigheden en van zuur naar matig tot zwak zuur.



Figuur 11-71 In de bufferzones, zoals hier ten westen van het Kleine Veen komen uitgestrekte oppervlakten open water en pitrusbegroeiingen voor. Op de voorgrond staat pijpenstrootje dat op een kade groeit. Foto: André Jansen

11.7.2 Fauna

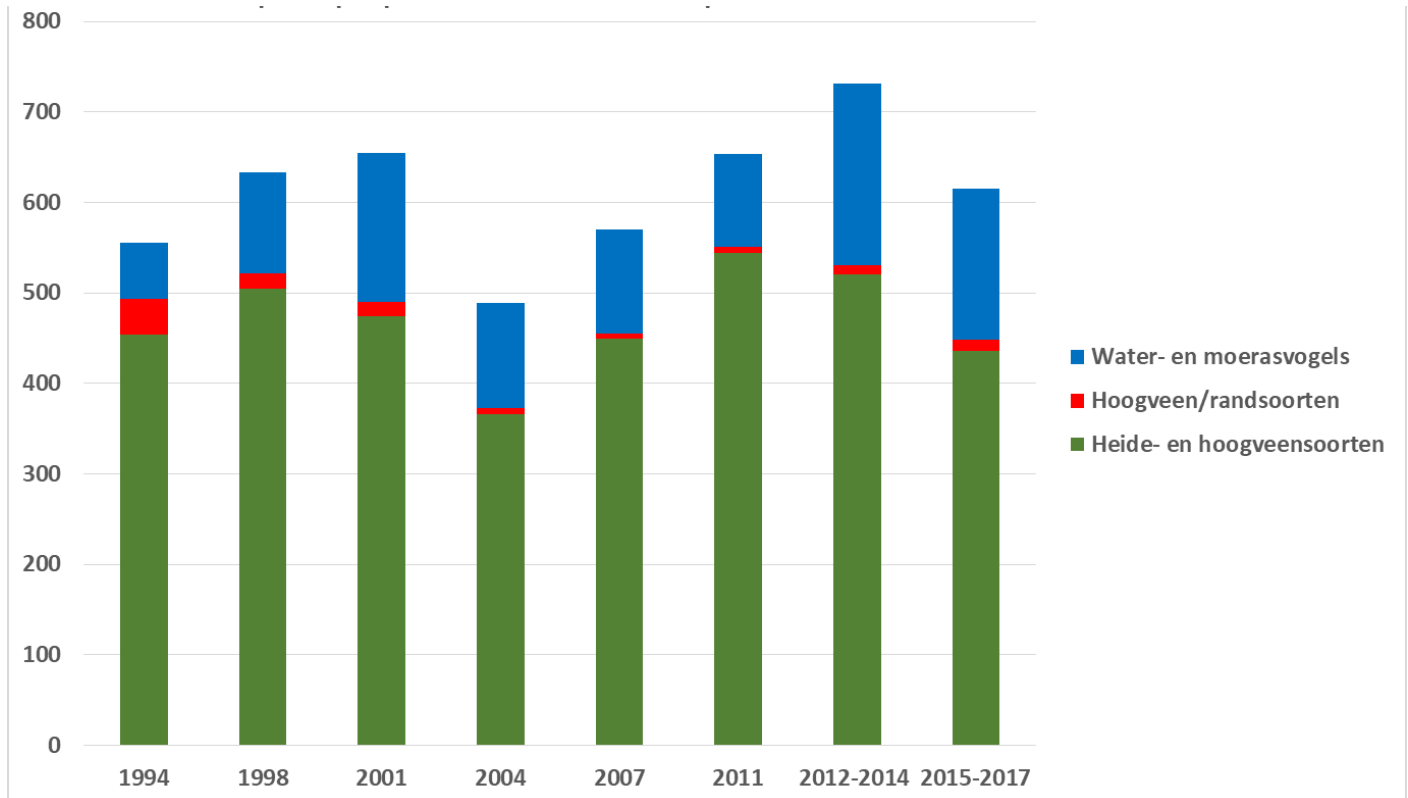
Het huidige Fochteloërveen wordt door veel verschillende diersoorten gebruikt als leefgebied, terwijl van nature maar weinig echte specialisten (voornamelijk gewervelden) voorkomen in actieve hoogvenen. Slechts weinig dieren zijn aangepast aan de natte, zure en voedselarme omstandigheden van het hoogveen (Ketelaar et.al., 2019). Tegenwoordig vormen de gradiënten van hoogveen naar de bufferzones en het omringende landbouwgebied of van droge zandopduikingen naar nat veen, voor een grote faunistische variatie.

11.7.2.1 Vogels

Van vogels zijn van nature eigenlijk alleen de goudplevier en de bosruiter aangemerkt als echte hoogveenspecialisten (Ketelaar et.al., 2019). Beide soorten zijn in de vorige eeuw uit het gebied verdwenen als broedvogels. Verdroging van het hoogveencomplex in combinatie met de intensivering van de landbouw in de omgeving én de sterke uitbreiding van open water en pijpenstrootje zorgden na de eerste herstelmaatregelen voor verlies van geschikt broedbiotoop in het hoogveen en afname van het foerageergebied rondom het veen in omvang en kwaliteit. Naast deze twee typische hoogveensoorten verdwenen korhoen, grutto en wulp als broedvogel in het Fochteloërveen.

Veel vogelsoorten speelden snel in op de vernatting als gevolg van de grootschalige hydrologische herstelmaatregelen in en om het Fochteloërveen. Het aantal broedvogels en niet-broedvogels is hierdoor fors toegenomen. Na vernatting ontwikkelden zich meteen voor eenden en steltlopers zeer aantrekkelijke drijftillen en slikvlakten. Op drijftillen in de Schaapshokwijk ontstond een kokmeeuwenkolonie, waar ook geoorde futen, eenden en steltlopers broeden.

De meeste van deze open plekken zijn inmiddels dichtgegroeid, waardoor de spectaculaire broedvogelaantallen van direct na de eeuwwisseling daalden en zich stabiliseerden op een lager niveau, zie Figuur 11-72.



Figuur 11-72 Aantal broedparen per periode naar hoofdbiotoop in het Fochteloërveen (Douwes & Straathof, 2019)

Ook moeras- en rietvogels als blauwborst, baardmannetje en roerdomp hebben baat bij de hydrologische herstelmaatregelen. In het open water met eilandjes in de hoogveencompartimenten en randzones broeden geoorde fuut, dodaars en kokmeeuw. In deze gebieden werden rond de eeuwwisseling de eerste broedgevallen van de kraanvogel in Nederland waargenomen. De kraanvogel is van nature geen hoogveenspecialist, maar door de rust en natte omstandigheden (geen predatie door de vos) broedt de soort vaak in hoogvenen. Doordat binnen het hoogveen te weinig voedsel voor kraanvogels te vinden is, foerageren ze in het omliggende landbouwgebied, bij voorkeur op extensieve graanakkers. Het aantal kraanvogelbroedparen is toegenomen tot tien in 2022 (Feenstra, 2022) en het aantal uitgevlogen kuikens neemt tot nu toe (2023) elk jaar nog toe (schrif. med. J. de Bruin). Er is desondanks wel veel onderlinge concurrentie, en veel kraanvogels vestigen zich in natuurgebieden rondom het Fochteloërveen. Het gebied heeft duidelijk als springplank gefungeerd voor Noord-Nederland. Ook buiten de broedtijd is het Natura 2000-gebied en zijn omgeving van belang voor de kraanvogel; in de nazomer als verzamelpaats voor bijna 100 individuen en 's winters als kleine pleisterplaats (Feenstra, 2022).

In de droge(re) terreindelen broeden soorten als paapje, roodborsttapuit en veldleeuwerik. Van het paapje broedt ongeveer een derde van de Nederlandse populatie in het Fochteloërveen. In de randzone met veel boom- en struikopslag broeden boompieper, grauwe klauwier, roodborsttapuit, nachtzwaluw, draaihals, geelgors, grasmus en kneu. Aan de rand van boswachterij Veenhuizen zijn stukken bos gekapt om een betere overgang naar het veen te krijgen. De nachtzwaluw en houtsnip hebben zich hier snel gevestigd als broedvogel. Het veen biedt daarnaast foerageergelegenheid voor slangenarenden en de zeearend. Ook de zeearend broedt inmiddels bij het Fochteloërveen (Feenstra, 2022). De omringende bossen bieden geschikt biotoop voor o.a. zeearend, raaf, wielewaal, geelgors, kleine bonte specht, matkop en gekraagde roodstaart (schrif. med. J. de Bruin, 2024).

In het Fochteloërveen komen ook veel zomerganzen voor. De grauwe gans heeft zich als broedvogel vanuit de Vloevelden verspreid over het veen, de vernatte voedselrijke randzones en de Schaareshokslenk. In de nazomer komen grauwe ganzen, nijlganzen en Canadese ganzen naar het veen om uit te rusten. In de winter komen grote groepen winterganzen vanuit het noorden naar het Fochteloërveen, voornamelijk toendrarietganzen en kolganzen. Zij gebruiken het veen als slaapplek en foerageren op akkers en graslanden in de omgeving.

Vermoed werd dat guanotrofie een probleem voor hoogveenontwikkeling kon zijn, maar dit blijkt niet het geval (Van de Haterd et al., 2021). De aantallen toendrarietganzen, wilde zwaan en kleine zwaan dalen de laatste jaren (Altenburg & Wymenga, 2021). Hornman et al. (2022) vermelden 21.000 toendrarietganzen voor het Fochteloërveen.

De populatie van de kolganzen in het gebied nam tot 2018 toe, waarna ook de stand van deze gans een negatieve trend vertoonde. De voedselrijke hydrologische bufferzones rondom het veen zijn voor veel diersoorten een onmisbaar slaap- en in mindere mate foerageerbiotoop en naarmate de kern van het gebied zuurder en voedselarmer wordt, zullen de hydrologische bufferzones ook een steeds belangrijker leefgebied vormen voor bijvoorbeeld porseleinhoen, dodaars, paapje en wintertaling.

In het Fochtelveld is na zo'n twaalf jaar een dynamisch moeras ontstaan met veel bijzondere moerasvogels: kraanvogel, wilde zwaan, (inmiddels jaarlijkse broedvogel; mond. med. J. de Bruin), roerdomp, porseleinhoen, roodhalsfuut, blauwborst, waterral, zomertaling en wintertaling.

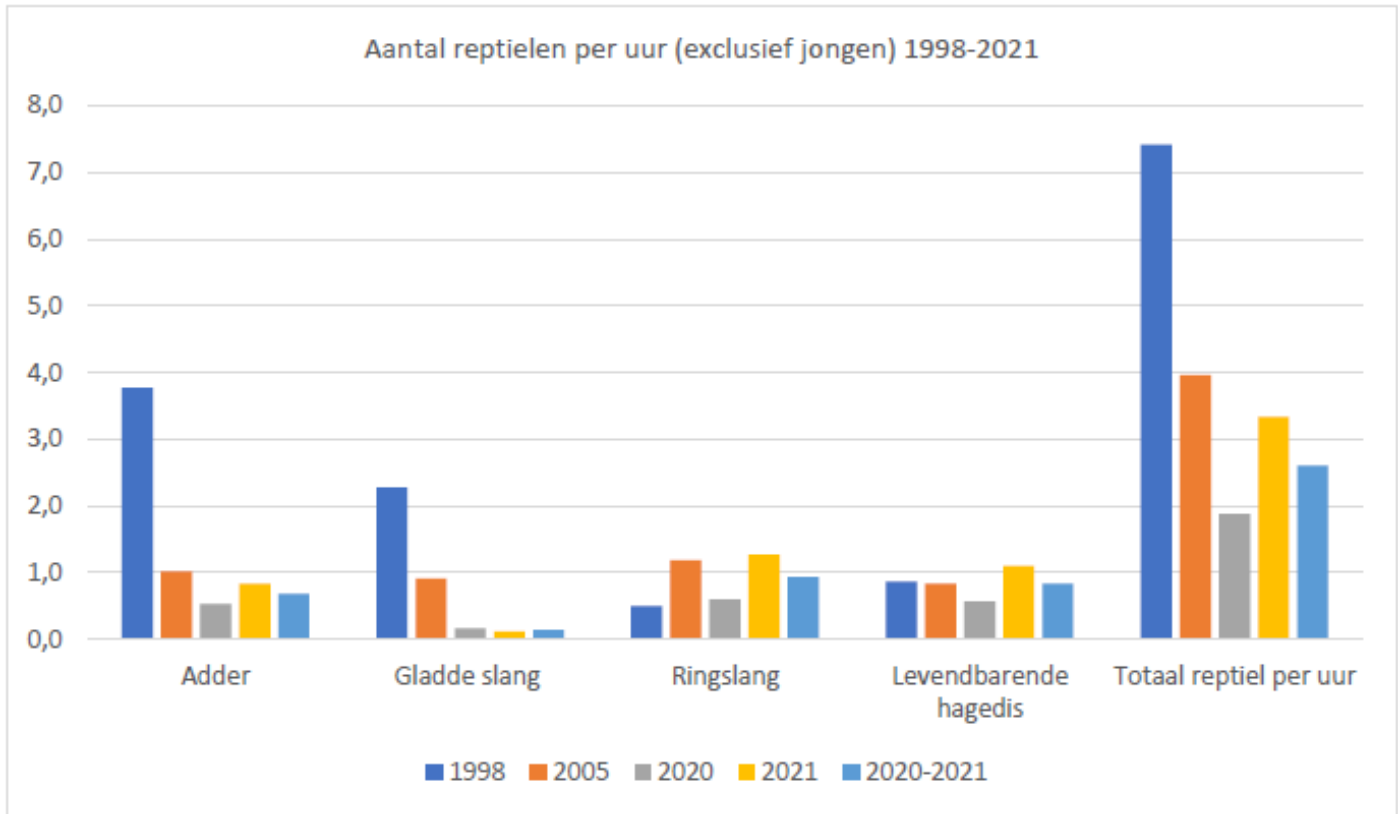
Het Fochteloërveen is behalve voor ganzen en zwanen ook van grote betekenis voor andere trekvogels en overwinteraars. In herfst en winter pleisteren er tienduizenden tot maximaal enkele honderdduizenden spreeuwen en zwaluwen. Meerdere steltlopersoorten slapen of rusten in de vernatte compartimenten. Klapekster, smelleken en ruigpootbuizerd zijn vaste wintergasten. 's Winters is het een belangrijke slaapplek voor blauwe kiekendief en in zomer en herfst ook voor bruine kiekendief. Verder is het één van de weinige gebieden in Nederland waar in de lente met enige regelmatig vrij grote groepen doortrekkende roodpootvalken pleisteren die profiteren van het enorme libellenaanbod in het gebied.

11.7.2.2 Reptielen en amfibieën

In het Fochteloërveen komen vijf soorten reptielen voor: levendbarende hagedis, ringslang, adder, hazelworm en gladde slang. De adder en gladde slang komt in lage dichtheden verspreid voor, met als zwaartepunt de randen van het veengebied en de Bonghaar. Levendbarende hagedissen worden vooral gevonden langs de randen van het hoogveengebied en van wegen en paden. Ringslangen komen met name aan de randen van het hoogveen en in de extensief beheerde randzone voor. Figuur 11-73 geeft een overzicht van het aantal getelde reptielen per uur in het Fochteloërveen in de jaren 1998, 2005 en 2020/2021. Gladde slang en adder blijken steeds minder te worden waargenomen, terwijl het aantal waarnemingen van levendbarende hagedis en ringslang toeneemt. De ringslang en zijn prooidieren (amfibieën) profiteren van de vernatting en extensivering buiten de telgebieden en zijn toegenomen in de randzone van het hoogveen. De adderpopulatie nam tussen 1998 en 2005 sterk af, maar heeft zich thans gestabiliseerd doordat het leefgebied het afgelopen decennium geleidelijk groter is geworden. Ook profiteert de soort van de drogere omstandigheden die het gevolg zijn van lekke kades en enkele zeer droge jaren (Feenstra, 2021). Voor gladde slang vormden de kades in het gebied ook geschikt leefgebied, waar de soort op de warme steilkantjes voorkwam. Het leefgebied van de gladde slang is door de toegenomen begroeiing (pijpenstrootje en boomopslag) echter deels verdwenen (Douwes en Straathof, 2019).

Na de getroffen vernattingsmaatregelen is in de randzones van het veen veel leefgebied voor reptielen ontstaan. Deze reptielen gebruiken de randzones als zomerhabitat en het hoogveen als winterhabitat. Om deze nieuwe leefgebieden vanuit de veenkern te bereiken, moeten de reptielen de Fochteloërveeweg oversteken (en in de herfst opnieuw om in het veen te overwinteren). Bij deze oversteek worden veel reptielen doodgereden. Om dit tegen te gaan is in 2023 een proef begonnen met (tijdelijke) afsluiting. Verder volgen predatoren de aangelegde faunaschermen om zo makkelijk reptielen te kunnen vangen.

Binnen de hoogveenkern zijn veel leefgebieden door vernattingsmaatregelen onder water komen te staan. Daardoor moesten reptielen uitwijken naar de hoger gelegen delen en de nieuwe kades. De kades in het hoogveen zijn daarom inmiddels voor reptielen erg belangrijk. Desondanks staat dit leefgebied onder druk door de sterk toenemende boomopslag en vergrassing van de kades. Het vrijhouden van opslag van de kades is voor reptielen belangrijk om een voldoende duurzaam leefgebied te bieden (Feenstra, 2021).



Figuur 11-73 Gemiddeld aantal reptielen per uur (exclusief jongen) in 1998, 2005, 2020, 2021 en 2020-2021 gemiddeld (Feenstra, 2021)

De aantallen amfibieën zijn toegenomen door de vernattingsmaatregelen. De heikikker komt verspreid over het gehele veengebied voor. Groene kikkers zoals bastaard- en poelkikker hebben zich sinds de jaren 1990 uitgebreid en komen voornamelijk voor in de voedselrijkere stukken met veel pitrus (Douwes en Straathof, 2019).

11.7.2.3 Vlinders en libellen

In het Fochteloërveen komt de grootste populatie van het veenhooibeestje van Nederland voor (Bureau FaunaX B.V., 2015; en Bureau FaunaX B.V., 2022). Door de vernattingsmaatregelen is de abundantie van het eenarig wollegras, de waardplant van deze vlindersoort, toegenomen, waardoor het veenhooibeestje zich goed lijkt te kunnen handhaven in het gebied. Door de droge zomers is de populatie sinds 2018 enigszins afgenomen, maar tijdens de inventarisatie in 2022 werden in het Grote Veen 89 waarnemingen gedaan bestaande uit meerdere individuen. De populatie in het Fochteloërveen is relatief stabiel gebleven (Bureau FaunaX B.V., 2022). Het veenhooibeestje gebruikt goed ontwikkelde bloemrijke hoogveenvegetaties als foerageergebied, met gewone dophei als een van de belangrijkste nectarbronnen. Het groot dikkopje is algemeen op beschutte plaatsen op kades en in de Vloevelden, waar gewone dophei tussen begroeiingen van zijn waardplant pijpenstrootje staat. Het heideblauwtje komt verspreid in het gebied voor. In de boom- en struikrijke randen van het hoogveen komen soorten als groentje en oranje zandoogje voor.

Van het Fochteloërveen zijn 41 libellensoorten bekend en tijdens onderzoeksronden in het Grote Veen zijn 36 soorten waargenomen (Bureau FaunaX B.V., 2015; en Bureau FaunaX B.V., 2022). Veel soorten zijn er sterk toegenomen door de herstelmaatregelen. Het Kleine Veen is sinds 1999 uitgegroeid tot een bolwerk van noordse glazenmaker, dankzij de combinatie van open water en drijvende veenmospakketten waarop deze libel zijn eitjes afzet (Abbingh, 2002 & 2005). In 2022 is het Grote Veen onderzocht op de aanwezigheid van libellen. Tijdens deze inventarisaties van het Grote Veen zijn de volgende voor hoogvenen karakteristieke libellesoorten gezien: koraaljuffer, noordse glazenmaker, noordse witsnuitlibel, tengere pantserjuffer, venglazenmaker en venwitsnuitlibel. De waarnemingen van deze soorten concentreren zich vooral in het westelijke deel van het Grote Veen. Verder is er sprake van een zwaartepunt in het noordelijke deel van het Grote Veen, ten zuiden van de Drentse weg. Ook de zeldzame maanwaterjuffer is tijdens de inventarisaties bij het Grote Veen waargenomen; en het Fochteloërveen herbergt mogelijk de grootste populatie van deze libel in Nederland. De zeldzame hoogveenglanslibel werd tijdens de inventarisaties bij het Grote Veen niet meer waargenomen in 2022 (Bureau FaunaX B.V., 2022).

Het gebied De Vloeiervelden is van belang voor de soorten van basen- en voedselrijkere omstandigheden, zoals gevlekte witsnuitlibel en vroege glazenmaker (Douwes en & Straathof, 2019).

11.7.2.4 Overige insecten

Tijdens de inventarisaties in het Grote Veen in 2022 werden elf sprinkhaansoorten aangetroffen. Het voorkomen van schavertje, die alleen op de Bonghaar werd waargenomen, is bijzonder. De droge Bonghaar is geschikt leefgebied in het verder natte Fochteloërveen. Verder komen moerassprinkhaan en heidesabelsprinkhaan voor. Andere bijzondere insecten in het Fochteloërveen die tijdens de inventarisaties van 2022 zijn waargenomen, zijn heidehommel, zuidelijke citroenzweefvlieg, Saksische fopwesp en de viltige groefbij (FaunaX B.V., 2022). Ook zijn waarnemingen bekend van Ericabij en veenmier (waarneming.nl).

11.7.2.5 Zoogdieren

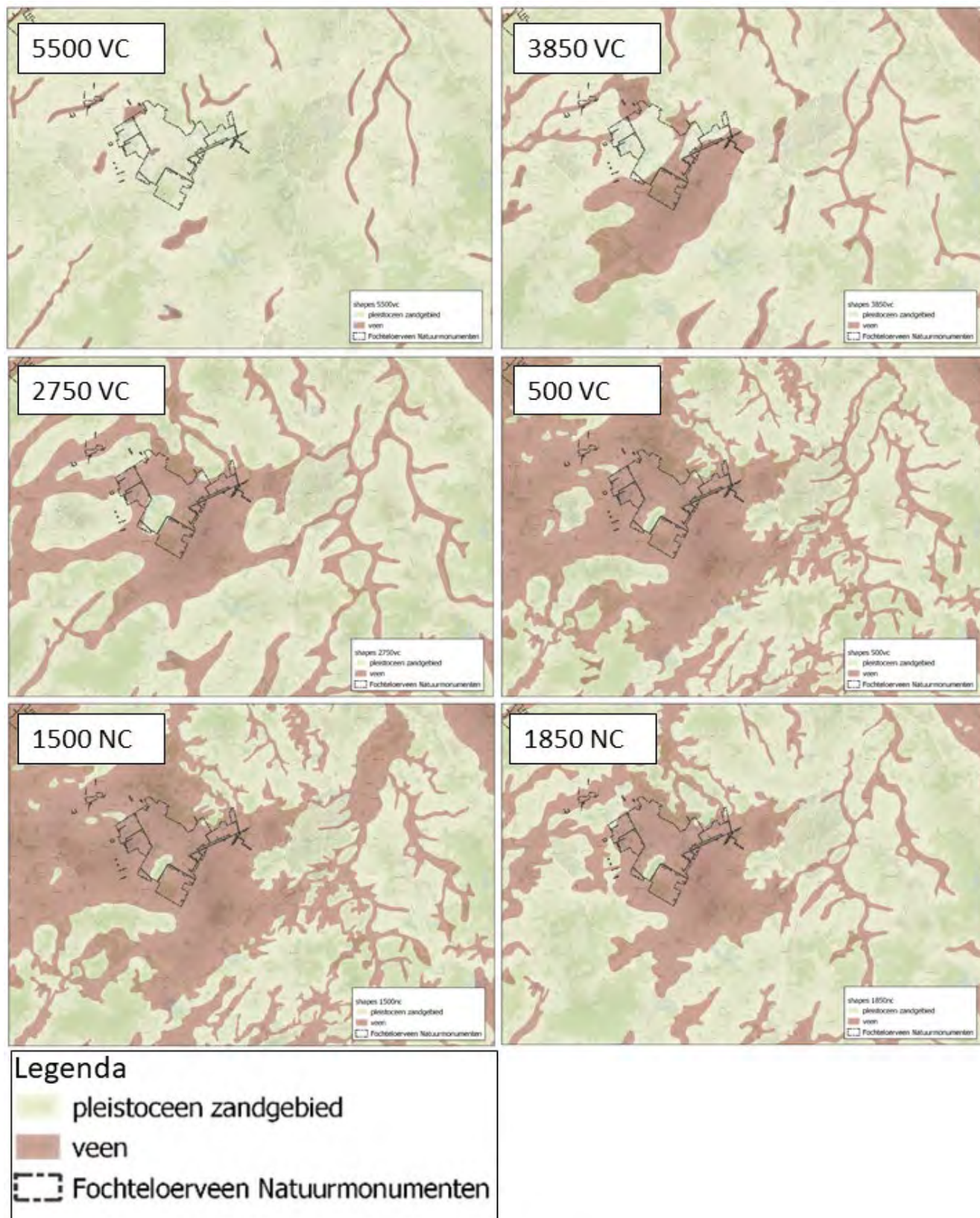
Onderstaande is gebaseerd op Douwes & Straathof, 2019). In het Fochteloërveen komt de vos verspreid voor, die zich via de kades in het gebied heeft weten te verspreiden. Op de hogere, drogere delen liggen diverse vossenburchten. Het voorkomen van de vos tot diep in het gebied vormt een bedreiging voor verschillende broedvogels. De das heeft zich dankzij het netwerk van vossenburchten in het Natura 2000-gebied omstreeks de eeuwwisseling weten te koloniseren. De boommarter heeft zich in 1998 gevestigd en bewoont boomholten in de grotere boscomplexen. Ook de otter heeft het gebied weten te bereiken sinds zijn herintroductie in Noord-Nederland en komt voor in wijken en grote veenplassen. Ook komt de zeldzame waterspitsmuis voor. De wasbeerhond is vaste bewoner van het gebied en sinds 2024 valt een deel van het Fochteloërveen in het territorium van de wolvenroedel uit de Drents-Friese grensregio (mond. med. J. de Bruin, 2024).

11.8 De mens (inclusief cultuurhistorie)

11.8.1 Het vroegmiddeleeuwse hoogveen en veenreconstructie

Het huidige Fochteloërveen is maar een heel klein restant van het vroegmiddeleeuwse oligotrofe veengebied dat het ooit was. Grofweg werd het Drents-Friese veengebied begrensd door achtereenvolgens de dorpsgebieden van Diever/Wateren, Hijken, Hooghalen, Assen, Zuidvelde/Norg, Een, Haule, Oosterwolde en Appelscha (zie ook Figuur 11-58). Het veengebied heeft zich in de loop van het Holoceen ontwikkeld op een omvangrijke keileem- en dekzand-ondergrond op de noordwestflank van het Drents-Friese keileemplateau.

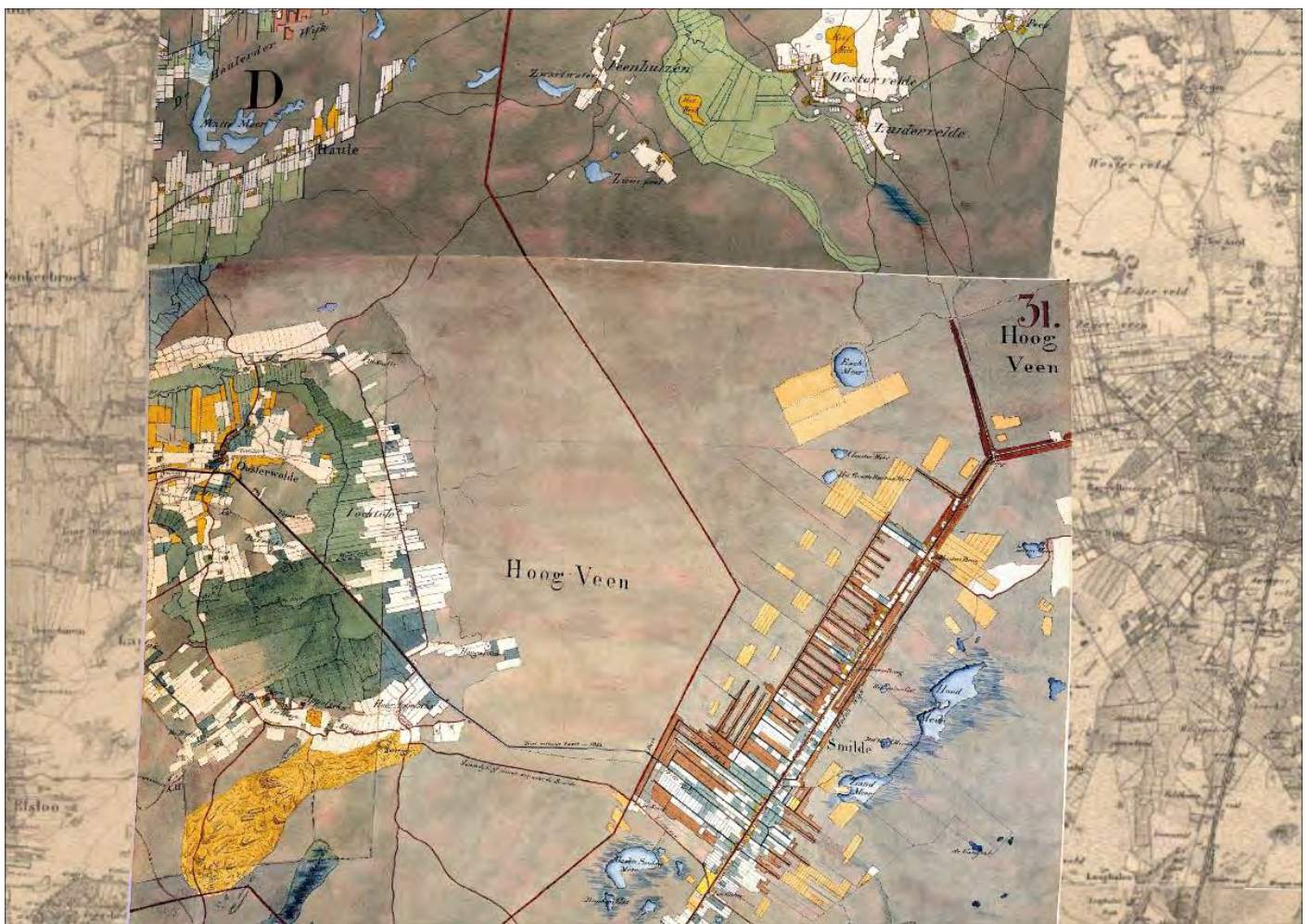
Voor de ontwikkeling van het gebied is het van belang te weten dat het water van oudsher afstroomde naar vier richtingen. In de omgeving van het latere Veenhuizen stroomde het water via de Slokkert en het Oostervoortsche Diep noordwaarts via het oerdal van het Peizerdiep. De bovenlopen van de Kuunder (Tsjonger) – de oerdalen van het Kleindiep, Grootdiep en de Boven Kuunder omvattend – verzorgden de afwatering richting het westen (omgeving Haule, Oosterwolde en Appelscha). In de omgeving van het latere Hooger- en Hijkersmilde stroomde het water naar het zuidwesten via bovenlopen van de Steenwijker Aa (Tilgrup) of de Dwingelderstroom. Als laatste vond de afwatering in het oosten – ten noordwesten van Hooghalen – plaats via het Witter- en Anreepdiep (onderdeel van het Drentsche Aa-systeem).



Figuur 11-74 Paleogeografische kaarten veenverbreiding 5500vc tot 1850nc (Bron: Jacob de Bruin – NM; naar Vos et al. 2018)

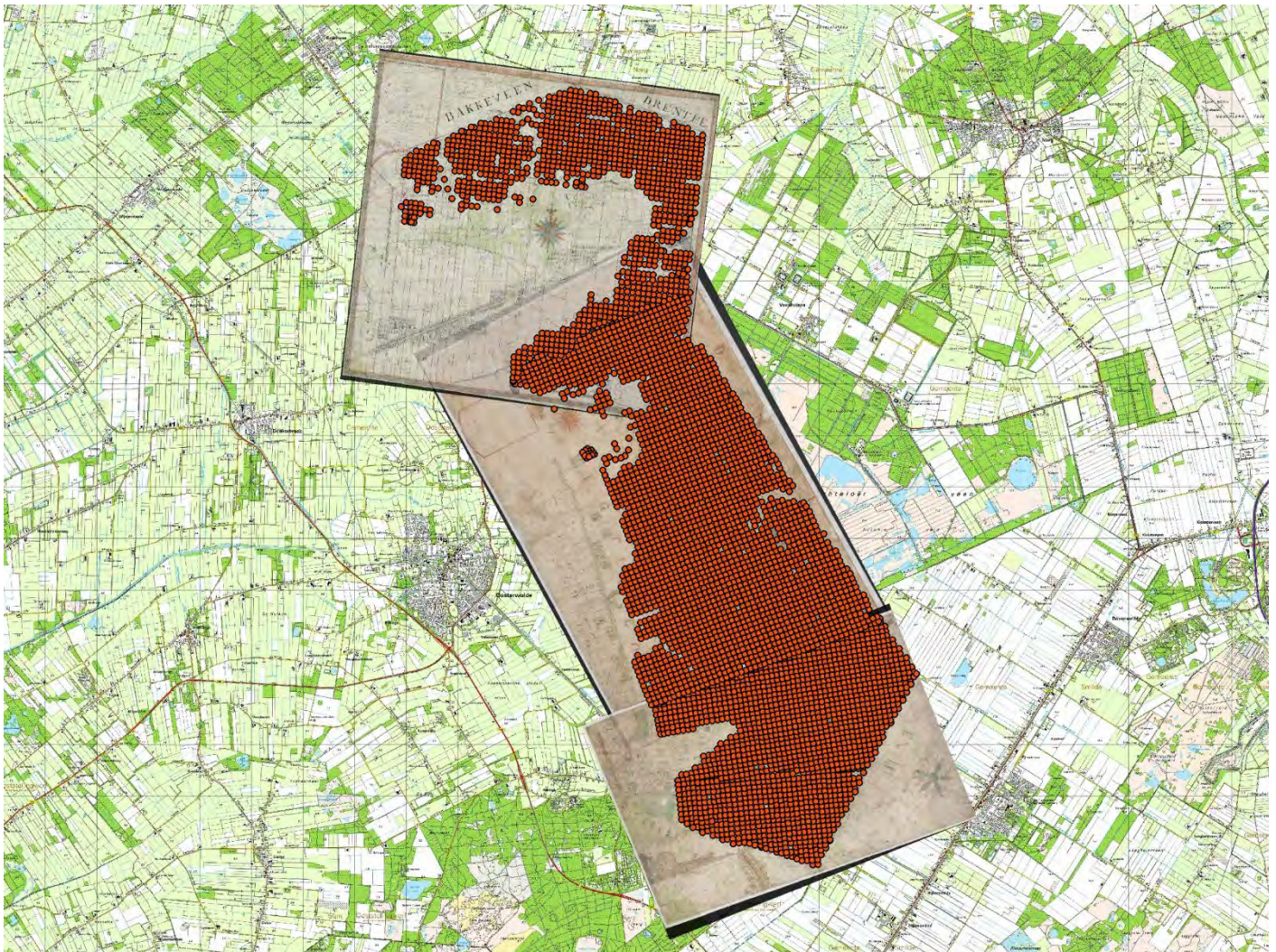
De veenverbreding

Vanwege de afwatering naar meerdere windrichtingen was de oppervlakkige afwatering op het Drents-Friese plateau ter hoogte van het Fochteloërveen problematisch. Zeker in oostelijke richting, waar kilometerslange en enkele meters hoge megaflutes en hoog opgestoven dekzandruggen (zie 3.3.1) een directe afwatering richting het oerstroombdal van de Drentsche Aa blokkeerden. Zoals eerder benoemd, begon de grondwatergevoede veenontwikkeling in de lagere delen van het gebied zo'n 9.000 jaar geleden (Quik et al., 2023/Figuur 3-42C en D). Het veen heeft zich in de loop van het Holocene lateraal uitgebreid, met een versnelde uitbouw tussen 3.500 en 5.500 jaar geleden (Quik et al., 2023). De veenontwikkeling continueerde tot in de vroege middeleeuwen. In die periode was er sprake van een maximale veenomvang. Deze ontwikkeling wordt getoond op de zogeheten paleogeografische kaarten (De Bruin naar Vos et al., 2018; Figuur 11-74). Het veenpakket zelf kende aan de Friese zijde in die periode een minimale gemiddelde dikte van zo'n drie meter. In de omgeving van Ravenswoud kwamen zelfs veendiktes voor van wel vier tot zeven meter (Worst, 2024 – in prep). Ook de oorspronkelijke Pleistocene waterscheiding werd door de veenontwikkeling als het ware mee omhooggetild, waarbij deze Pleistocene waterscheiding niet overeen hoeft te stemmen met degene die onder invloed van de veenvorming ontstond binnen het Oligotrofe veencomplex. Wel is duidelijk dat het omvangrijke veengebied in deze streek – net als in het Laat-Pleistoceen (Weichselien) – via veenrivieren afwaterde richting het noorden, westen en zuidwesten (Figuur 11-75). Deze landschappelijk hydrologische situatie is de reden geweest dat we rondom het veen vanuit een historisch perspectief met drie verschillende regio's te maken hebben: het Noordenveld (Norg), het Dieverderdingspil en Ooststellingwerf.



Figuur 11-75 Het grootschalige veengebied waarin de afwateringsrichtingen naar de bovenlopen van de Kuunder/Tsjonger (westen), Dwingelderstroom (zuidwesten), Drentsche Aa-systeem (oosten) en het Peizerdiep (noorden) op zichtbaar is (Bron: De atlas van Huguenin (Versfelt & Schroor 2005))

Vanwege de latere veenwinning voor de turfbereiding is het veengebied door veendiktekaarteringen in de 18e en 19e eeuw nauwkeurig in beeld gebracht, zowel aan de Drentse en Friese zijde. Deze kaarten bieden de mogelijkheid de omvang van het historische veen te reconstrueren. Voor dit doel zijn de historische veenkaarten van het Haulerveen, het Fochteloërveen, Appelschaster veen gegeorefereerd en afgebeeld op de huidige topografische kaart (Figuur 11-76). Overigens is het niet zo dat het veengebied als een vroegmiddeleeuws eiland in het zandlandschap lag. Tot in de volle middeleeuwen stroomden veenrivieren als de Kuunder met diens bovenlopen (omgeving Oosterwolde) en het Koningsdiep (omgeving Bakkeveen) nog door omvangrijke oligotrofe veenlandschappen (Worst, 2024 – in prep). Ook aan de Groningse zijde bij Wilp en Zevenhuizen (ten noorden van Haulerwijk) lagen oligotrofe veengebieden (Vos, 2018). De omvangrijke Smilder Veenen – historisch gezien eigenlijk het 'Drents-Friese veen' – is een eigenstandig onderdeel van deze uiteindelijk naar elkaar toegegroeide/ontwikkelde veengebieden.



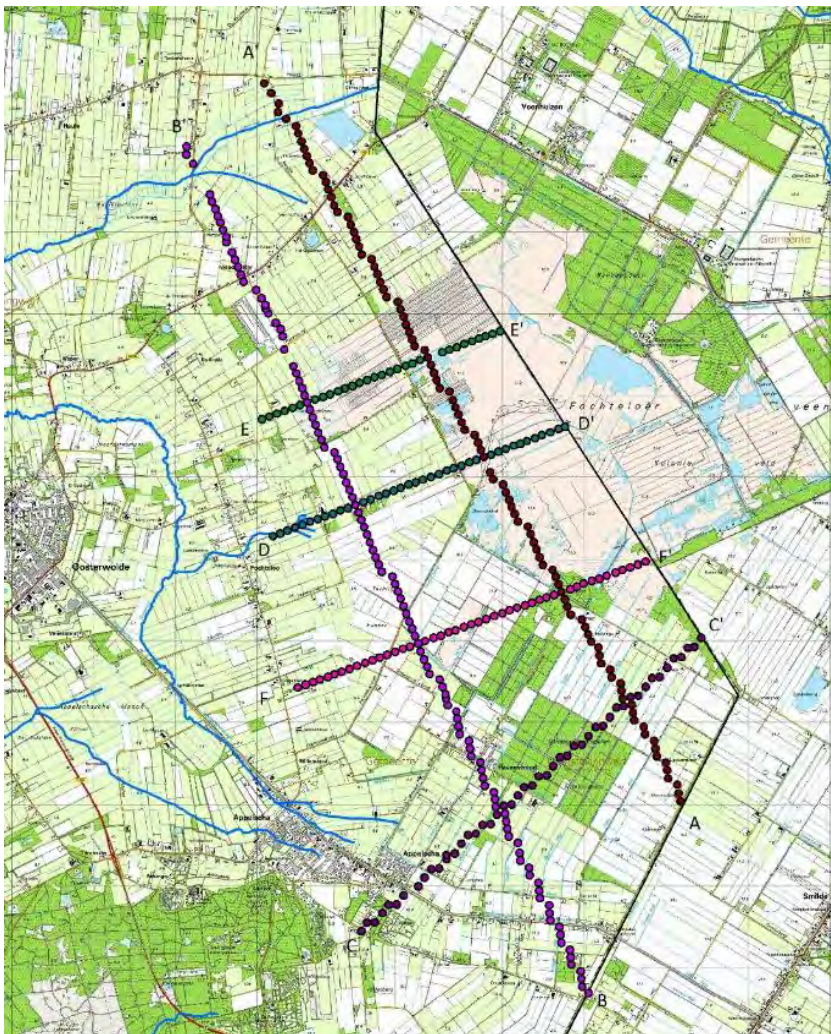
Figuur 11-76 De drie gegeorefereerde 18e-eeuwse manuscriptkaarten geplot op een huidige topografische kaart waarop alle historische veenpeilingen staan aangegeven (5189). (Worst, 2024 – in prep)

De laterale veenontwikkeling

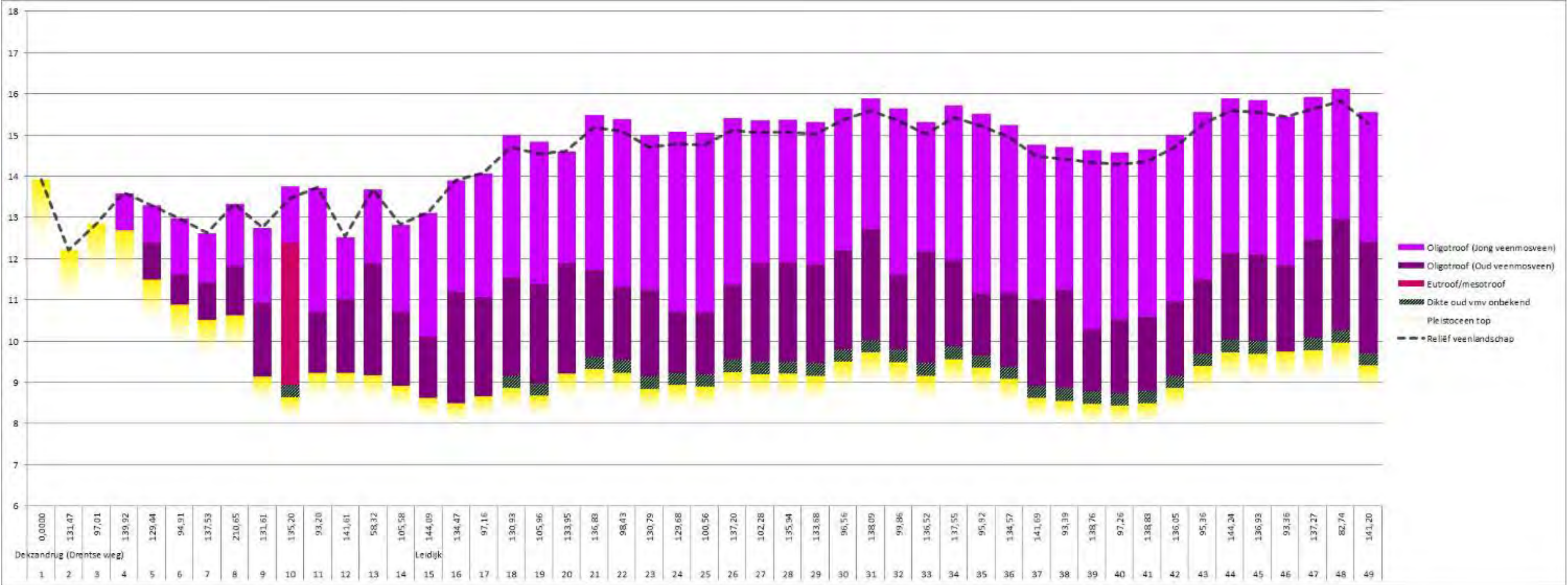
Voor de Friese zijde van het voormalige 'Smilder Veenen/Drents-Friese veen' zijn drie zeer gedetailleerde historische kaarten overgeleverd uit het midden van de 18e eeuw. Het betreft de eerdergenoemde kaarten van het Haulerveen, Appelschaster veen en het Fochteloërveen (Figuur 11-76). Vanwege het economische belang van het veen (turfbereiding) gaven de compagnons van de Opsterlandse veencompagnie de opdracht de veendikte van de drie venen in kaart te brengen. Via raaien die zichtbaar zijn op de kaarten zijn om de honderd meter veenpeilingen verricht; in totaal meer dan 5.000. Door deze unieke contemporaine historische kaarten te georefereren en de boorpunten te digitaliseren, is het volmiddeleeuwse veen via een digitaal hoogtemodel (DEM; Digital Elevation Model) gereconstrueerd. Een uitgebreide methodische beschrijving hiervan komt binnenkort beschikbaar (Worst, in prep; RCE, 2021).

Tijdens de historische veenpeilingen is er onderscheid gemaakt tussen korig veen, blauwveen, zwartveen en grauwveen (Figuur 11-78). Het korig veen mag geïnterpreteerd worden als broekveen (met stukken hout) met de daarboven liggende laag riet- en riet-zeggeveen en komt vooral voor in de Pleistocene beekdalen van de Boven Kuunder en het Grootdiep. Indien blauwveen voorkomt, is dit de onderste laag in het veenpakket. Het is de smerige, zwarte gliede en/of gyttjalaag onder het oligotrofe veenpakket of de diepere grondwatergevoede veenlaag in lokale depressies van de zandondergrond. Zwartveen is opgebouwd uit sterk vergaand oud veenmosveen. Stratigrafisch gezien bestaat de bovenste veenlaag uit grauwveen. Dit is het jongere en minder sterk vergane veenmosveen dat ook wel wordt aangeduid als witveen of bolsterveen.

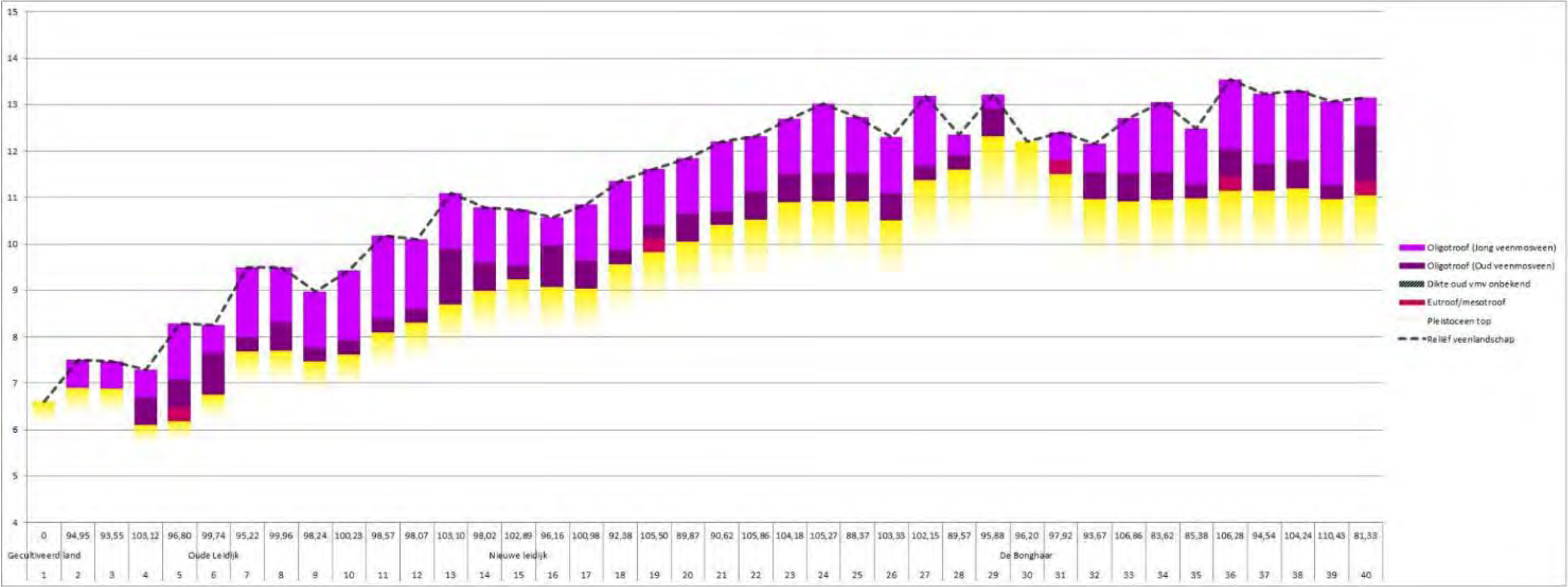
De digitale reconstructie van het midden 18e-eeuwse veengebied geeft veel nieuwe inzichten over de stratigrafische veenontwikkeling, de veenverbreiding en de morfologie van oligotrofe veengebieden. Op basis van het digitale hoogtemodel is een aantal dwarsdoorsneden van het voormalige veengebied gemaakt. Hieronder worden de dwarsdoorsneden C-C' & D-D' getoond. De belangrijkste uitkomsten na analyse van het DEM worden hieronder opgesomd. Belangrijk is dat vanwege de historische data en methodologische correcties het DEM vooral op hoofdlijnen inzicht geeft in de voormalige veendikten en de verticale en latere veenontwikkeling (bovenstaande alinea's naar Worst, 2024 – in prep).



Figuur 11-77 Weergave van de dwarsdoorsneden A t/m F.



Figuur 11-78 Dwarsdoorsnede C-C': Pleistocene ondergrond (geel), veenpeilingen waarbij de Pleistocene zandondergrond niet is aangeboord (blauwgroen), eutroof/mesotroof veen (rood), oud veenmosveen (donkerpaars), jong veenmosveen (lichtpaars)



Figuur 11-79 Dwarsdoorsnede D-D' met de Bonghaar ter hoogte van punt nummer 30. Voor legenda zie Figuur 11-78

- De oudste en dikste kern van het historische veengebied lag in de omgeving van Ravenswoud. Het betrof voornamelijk zwartveen, waarbij plaatselijk dikten voorkwamen van méér dan zeven meter (polder Ravenswoud). Vanwege de beperkte lengte van de veenguts/prikstok was de onderkant van het veenpakket toen niet bereikt (Figuur 11-78, groenblauwe kleur aan de onderkant veenkolom). Hoogstwaarschijnlijk is dit één van de oudste veenkernen.
- Een tweede zwartveenkern lag ter hoogte van de oude turfstrooifabriek bij Fochteloo.
- Boven op de gewelfde zwartveenkernen is vrijwel overal een laag grauwveen tot ontwikkeling gekomen. Het lijmd als het ware de zwartveenkernen aaneen. Vermoedelijk vond in deze periode reliëfinversie plaats waarbij de steeds verder zijdelings en omhoog ontwikkelende oligotrofe veenkoepels dekzandruggen (Bonghaar, Goudhaar) geheel of bijna helemaal overstelpen.
- De aanwezigheid van blauwveenlagen komt in veel gevallen overeen met de aanwezigheid van Pleistocene depressies in het landschap zoals uitblazingskommen of pingoruïnes. Een nadere analyse kan duiden of het een gliede- en/of gytja-laag betreft.
- De gemiddelde helling in het oligotrofe veenpakket loopt min of meer parallel aan de helling van de Pleistocene ondergrond (1,88 m/km).
- Op twee posities in het landschap was sprake van veenontwikkeling (1) in de laaggelegen natte Pleistocene stroomdalen (bv. Grootdiep) en (2) in grootschalige kernen op het dekzand- en keileemplateau. Vanuit de veenkernen op het plateau raakte ook het naar de stroomdalen afhellende dekzandlandschap overgroeid met veen (grauwveen).
- De historische manuscriptkaarten tonen aan dat de Pleistocene stroomdalen van het Grootdiep en de Boven Kuunder met dikke pakketten oligotroof veen opgevuld zijn geraakt (zwartveen/grauwveen). Vermoedelijk was dit het effect van lateraal uitdijende venen op de Pleistocene hellingen. Dit toept de vraag op of en waar in het vroegmiddeleeuwse landschap sprake was van een lagg.

In een hoogveenlandschap liggen de rand van een (regenwatergevoed) hoogveen en een (grondwatergevoede) lagg naast elkaar. De vraag is waar de grondwaterinvloed zo sterk is geweest dat het hoogveen er niet meer overheen kon groeien. Die plek ligt direct ten oosten van de Hauler Veepolder (Figuur 11-80). Daar lag een lagg en de oorsprong van de Tjonger, die later vanaf die plek stroomopwaarts is gegraven in het kader van de veenwinning. De Hauler Veepolder wordt op 20e-eeuwse kaarten getoond als een stelsel van petgaten. Dat betekent dat er gebaggerd is om veen te winnen. De hypothese is dat dit geen hoogveen is geweest (zwartveen-grauw- of witveen), maar veenmosveen dat in een grondwatergevoed doorstroomveen is ontstaan. Doorstroomvenen kunnen zeer veenmosrijk zijn, zeker wanneer het uittredende grondwater basenarm is of wanneer basenrijker water een langere weg door de top van het veen heeft afgelegd (Succow. & L. Jeschke, 1990; Succow & Joosten, 2001).

Aan de rand van het Drents Plateau is dat goed voorstelbaar op basis van de lokale geohydrologische situatie (Grootjans, 1985; Everts & De Vries, 1991). Hoewel regionaal grondwater vanaf het Drents Plateau doorgaans basenrijk is (zoals blijkt uit ijzerafzettingen in sloten), kunnen lokale grondwaterstromen boven potklei of keileem leiden tot basenarm water. Dit impliceert dat in de laggzone mogelijk twee hydrologische etages aanwezig waren: een diepere met zeggeveenvorming op basenrijk grondwater, en een hogere met doorstroomveen gevoed door lokaal, basenarm water afkomstig van infiltratie of afstroming vanaf het hoogveencomplex. Volgens Vos et al. (2018) is het gebied naar verwachting altijd een doorstroomveen gebleven. Op basis daarvan kan worden gesteld dat het veen is gevormd onder invloed van een mengsel van regen- en grondwater, maar niet volledig kwelgevoed. De doorsnedes (Figuur 4-3 en 4-5) suggereren dat water uit het tweede watervoerende pakket uittreedt in het dal van de Tjonger. Dit pakket bestaat uit goed doorlatend, kalkloos en mineraalarm zand van de Formatie van Drachten. Het grondwater dat hieruit uittreedt is daardoor waarschijnlijk basenarm en zuur van karakter. Onder dergelijke omstandigheden kunnen zich relatief snel dikke veenmospakketten ontwikkelen. Vergelijkbare situaties zijn bekend van de Veluwe (Jansen et al., 2025a) en de Maasterrassen (Lamers, 1995).

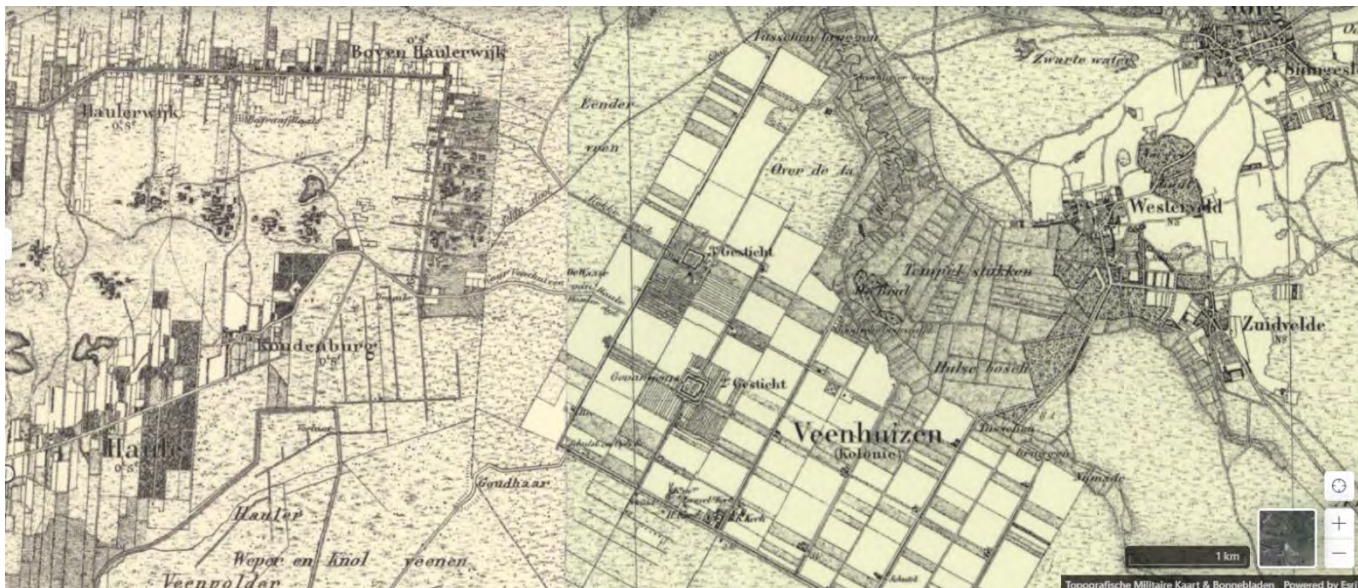


Figuur 11-80 Topografische kaart Hauler Veenpolder, omstreeks 1850 (Bron: topotijdreis)

Naar het oosten (zie Figuur 11-81) volgt de hoogveenontginning van Haulerwijk, een hoogveenrestant (Eendervenen), dan Veenhuizen en ten oosten daarvan is weer de oorsprong van een beekdal te zien: de Tempelstukken (Peizerdiep). Ook dat kan worden beschouwd als een lagg, waar (ook) basenrijk grondwater uittreedt, dat afkomstig is uit het watervoerende pakket onder de Peeloklei (Everts & De Vries, 1991).

Aan de zuidoostzijde van de Tempelstukken ligt een beekloopje, ingeklemd tussen veen en heide en de ontginning van Veenhuizen (zie Figuur 11-82): De Vledders (vergelijkbare toponiemen zijn Flee, Vlier). De hypothese is dat dit een stroompje uit het hoogveen is geweest. Zulke stroompjes die als geultjes in de randen van een hoogveen beginnen worden in de Duitse en tegenwoordig ook in de internationale literatuur Rüllen genoemd (Joosten et al., 2017). Het toponiem Vledder duidt op betrekkelijk zure, basenarme omstandigheden (Baaijens, 1984), wat aangeeft dat ook daar betrekkelijk basenarm grondwater uittrad. De vegetatie zal er waarschijnlijk uit zure kleinezegge-moerassen hebben bestaan.

Deze lagg-zones stammen uit de tijd waarin de hoogveenverbreiding maximaal was. Door het afgraven van de hoogvenen is de oorspronkelijke samenhang met de naastgelegen lagg verdwenen. Bovendien werd de lagg vermoedelijk al voordat de hoogvenen werden afgegraven in gebruik genomen als hooiland (Spek, 2004).



Figuur 11-81 Topografische kaart Eendervenen, Veenhuizen en de Tempelstukken omstreeks 1850 (Bron: Topotijdreis)



Figuur 11-82 Topografische kaart De Vledders, ten oosten van Veenhuizen, omstreeks 1850 (Bron: Topotijdreis)

Fochteloo heeft pal aan de rand van het hoogveen gelegen, op een hoge dekzandrug, ten westen waarvan grondwater uittrad in het dal van het Grootdiep (Figuur 11-84). Onze hypothese, gebaseerd op de reconstructie en het principe van agrarische veenontginningen (paragraaf 11.8), is dat de dekzandrug – voordat Fochteloo er werd gesticht – geheel bedekt is geweest met oligotroof veen. De lagg – uitgaande van maximale veenuitbreiding gedurende de vroege middeleeuwen – zou dan dus ook langs het Grootdiep en diens bovenlopen gezocht moeten worden. Net als bij Veenhuizen is hier ook een kanaal doorheen gegraven. Voor de Drentse zijde van de Smilder Veenen gaat het dan om de beekdalen ten oosten van de vroegere venen tussen Smilde, Assen en De Haar en Laaghalen, zoals Witterdiep en Anreepdiep

De leidijk (zie volgende paragraaf) lag in de hoogveenrand en de gronden ten oosten van Fochteloo zullen mogelijk als een soort bovenveengronden in gebruik zijn geweest bij de boeren. Het Vogelryd was een gegraven beekloop om bovenstreams van de leidijk opgestuwd water af te kunnen voeren, die mogelijk aangetakt was op de plek waar een natuurlijke hoogveengeul (Rülle) lag. Wat noordelijker, ter hoogte van De Knolle, is deze zandrug onderbroken en grensde het hoogveen aan de hooilanden van het Groote Diep (Figuur 11-85). Daar zal ook een lagg hebben gelegen voordat deze werd ontgonnen tot hooiland.

11.8.2 Het volmiddeleeuwse grensveen

Tot in de volle middeleeuwen vormde het 'Drents-Friese veen' een slecht begaanbaar grensveen. Gebaseerd op de afstroomrichting van het veenwater behoorden delen ervan tot het Noordenveld, het Dieverderdingspil en Ooststellingwerf. Toen de Stellingwerfers zich in 1328 losmaakten van Drenthe en zich voegden bij Friesland kwam er ook een provinciale grens door het veengebied te lopen. De vele historische kaarten geven een allerbeste impressie van het toenmalige veenlandschap. Het waren kale landschappen met eindeloze horizonnen. In de veencomplexen lagen diverse kleinere en grotere meerstallen met namen als het Zwarte Water, Witte Meer, poeltjes, Ravens Meeren, de Hoed Meeren of simpelweg Meerstal (Figuur 11-83). In dit immense veengebied vormden het sporadisch voorkomend geboomte – veelal rijshout genoemd, oftewel takje, twijg of struikgewas veelal bestaande uit grauwe of geoorde wilg (rijs = oude naam voor wilg) – en dekzandhoogten de oriëntatiepunten voor de dorpelingen en landmeters. Dit is de reden dat namen als Eysen Bosje, Bruyne Hoogte, Hoog Boompje in het Veen, Hooge Rijs, Biesen Bosje, Bonghaar, Klein Rys, Groot Rys, Exter Bomen en Ravens Bomen zijn opgenomen op de kaartbeelden.



Figuur 11-83 Historische kaart van de venen in de marken van Hijke, Halen en Witten (de latere Smilder Veenen) met duidelijk zichtbaar enkele meerstallen (Ravensmeren, Hoed Meren, Boe Meere, Somer Meer en het reeds afgetapte Ketten Meer (Bron: Drents Archief, Kaarte der Witter- en Halervenen; 1765, kopie uit 1767)

Het gros van het jaar was het veen vermoedelijk slecht begaanbaar. Wegen over het veen waren er nauwelijks. De oudst bekende route lag aan de noordkant van het veengebied tussen Haule, Veenhuizen en Norg. In 1467 bleek de (veen)weg toe aan onderhoud. Zonder loon maar wel met het door de stad Groningen geschonken bier in het vooruitschiet repareerden de Stellingwerfers de weg die voerde van Groningen naar “Zwolle ende Steenwijck ende Stelling warff” (Hombergh & Van der Werff 2012 (82)). Ook uit de 19e eeuw is bekend dat de oversteek over het veen nog geen sinecure was: “Toen in Napoleons dagen een Fransche kolonne in Veenhuizen was aangeland, moest uit Oosterwolde eerst een Fransch verstaande gids arriveeren, voor men de tocht over het veen dorst te wagen” (Popping 1935, (4)).

Rond het Drents-Friese veen lag in de volle middeleeuwen een krans van dorpen. Ieder dorp had zijn eigen rechten op een deel van het veen. In Drenthe spreken we van marken. Een marke is een vereniging van gewaardeerde boeren in een buurtschap. Deze boeren hadden een aandeel (waardeel) in de gemeenschappelijke gronden en andere rechten binnen het buurtschap/dorp. Op een historische kaart zijn deze markegrenzen ook in het veengebied aangegeven (Drentse zijde). Het veen werd door de boeren uit de dorpen bijvoorbeeld gebruikt om er turf te steken voor eigen gebruik. En wanneer het droog genoeg was, werden de schapen uit het dorp op de gemeenschappelijk veengronden geweid door een lokale herder.

Vrijwel in ieder dorp werden de veengronden gescheiden van de cultuurgronden door een leidijk (Figuur 11-84). Een leidijk is een kleine kade bestaande uit zand of leem die op en deels in het veen werd aangelegd. Doordat oligotrofe venen vooral oppervlakkig afwateren, werd zo de afstroom van het zure veenwater naar de cultuurlanden en de beekdalen voorkomen. Uit archiefstukken is bekend dat aan de Friese zijde van het veen een gesloten stelsel van leidijken was aangelegd (Bloemhoff & Worst 2017 (73)). Ook aan de Drentse zijde zal dit het geval zijn geweest. Via pijpen/buizen of stuwten in de leidijk kon het water uit het hoogveen op een gereguleerde wijze via sloten worden geloosd richting de beekdalen. Voor het toenmalige Fochteloërveen was bepaald dat er alleen tussen 1 november en 22 februari water uit het veen mocht afstromen richting het Grootdiep. Het reguleren van de afwatering van het hoogveen had vooral te maken met de groei en oogst van de hooilanden. Hooi diende als wintervoer voor het vee en was van groot belang. Uit de archieven blijkt dat wanneer het water wel vrijelijk kon afstromen uit het veen dit stroomafwaarts tot grootschalige overstromingen in het beekdal leidde.



Figuur 11-84 Het Fochteloërveen op een historische kaart van Schotanus (1685) met aan de leidijk ter hoogte van a een rul of ril

Het Fochteloërveen op een historische kaart van Schotanus (1685) (Figuur 11-84). De leidijk tegen het veen aan is duidelijk zichtbaar. Opvallend is ook dat er rullen of rillen aanwezig zijn – (kleine veenstroompjes), die ondergronds onder de leidijk door afstromen en waarvan het water vervolgens wordt afgevoerd naar het Grootdiep door het gegraven of rechtgetrokken stroompje de Vogelried.

Naast leidijken lagen er ook dwarsdijken in de beekdalen. Zo lag er een dwarsdijk vanaf de kerk van Haule in de richting van het Weperveld; dwars door het dal van de Bovenkuunder dus. Verder stroomopwaarts lag er nabij de grens tussen Fochteloë en Appelscha ook een dwarsdijk – vermoedelijk de Mardijk – met een buis/bak erin met een specifieke afmeting. Ook via deze weg kon de afstroom van het veenwater worden gereguleerd. Daar was niet iedereen het mee eens. In archiefstukken wordt bijvoorbeeld vermeld dat de boeren van Appelscha deze dijk vaak hebben doorgestoken. Ook de leidijken zelf vroegen continu onderhoud. Langs de 'Nieuwe Leidijk' in het Fochteloërveen zijn langwerpige veenmeertjes ingetekend met de naam 'Breukens'. Het mag duidelijk zijn dat de leidijk hier ooit is doorgebroken.

Begin 18e eeuw zijn er veel strubbelingen geweest over de bepaling van de provinciale grens tussen Drenthe en Friesland. Ook kennen we een overeenkomst tussen de buurtschappen Norg, Zuid- en Westervelde en de ingezetenen van Fochteloo over het weiden van schapen op het hoogveen (1647). Hierin is 't Groote Rijs aangewezen als grenspunt tot waar de schapen vanuit Friesland (Fochteloo) en Drenthe (buurtschappen) geweid mochten worden.

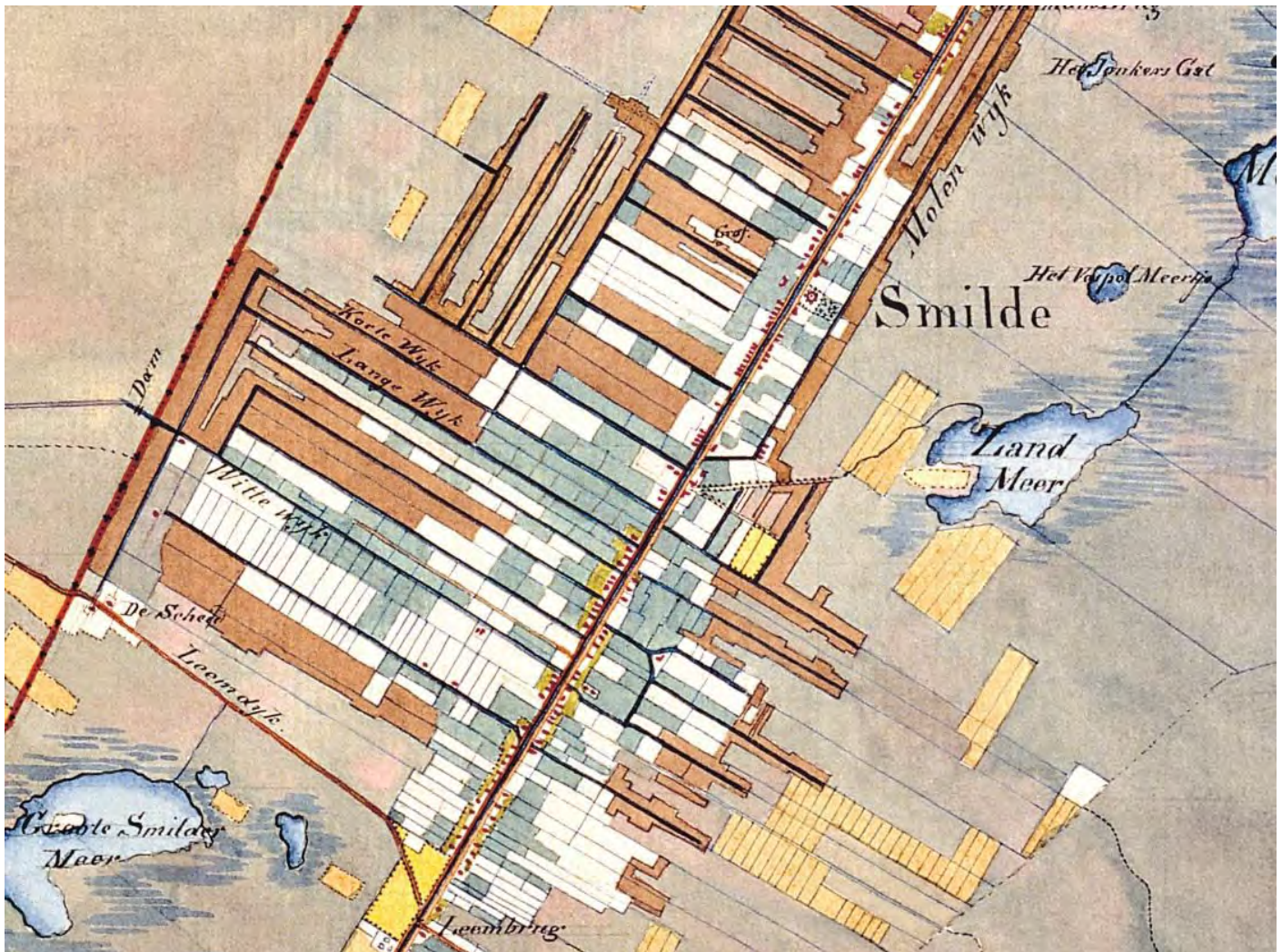
Overgebleven structuren en elementen:

- Oude grenzen in het veen.
- Grenspalen.
- Veenkuilen.
- Gegraven afwateringssloten (Vogelrijd).
- Leidijken (verdwenen).

11.8.3 Veenwinning

Achter de eerdergenoemde leidijken lag in de 16e eeuw nog een immens hoogveengebied (globaal genomen tussen de dorpsgebieden van Hoog-Appelscha, Fochteloo, Haule, Westerveld, Hijken en Diever). Op sommige locaties werd vanaf de 17e eeuw begonnen met de georganiseerde winning van dit hoogveen. Als eerste was het zuidelijke deel van de Smilder Veenen aan de beurt. Amsterdamse kooplieden zorgden ervoor dat een oud veenstroompje (een zijtak van de Dwingelerstroom) bevaarbaar werd gemaakt en in verbinding kwam te staan met de vaarweg naar Meppel (Oude Diep/Dwingelerstroom). In het tracé van deze Oude Smildervaart legde men eenvoudige verlaten (schutsluizen) met een valdeur aan (Gerding, 1995, p. 203). Een deel van de Smilder Veenen werd zo gereedgemaakt voor de veenwinning. In dit verband speelt ook de oprichting van de Heerlijkheid Hoogersmilde een rol. Dit rechtsgebied werd in 1633 door de Drentse overheid aan raadspensionaris en Hollandse veencompagnon Adriaan Pauw beleend, die voor deze functie zelf een aanvraag had ingediend en de titel hoogstwaarschijnlijk als statussymbool moet hebben beschouwd. Hij en zijn opvolgers kregen hiermee de jurisdictie over de Smilder Veenen.

In 1750 kwam de Smildervaart in handen van de Opsterlandse Veencompagnie. Zij besloten de waterweg in noordoostelijke richting te verleggen. Vervolgens werd de vaart in 1767 overgedragen aan de provincie Drenthe, waarna men overging tot verbreding en verbetering van de waterweg (Gerding, 1995, p. 207). Deze gemoderniseerde vaart (later bekend als de Drentse Hoofdvaart) werd in de daaropvolgende jaren in noordoostelijke richting door de Kloostervenen (voormalige bezittingen van opgeheven kloosters) getrokken. De Hoofdvaart bereikte in 1780 Assen en was daarmee compleet. Het natuurlijke veenlandschap in dit nieuw ontsloten gebied werd via een rationeel stelsel van wijken en dwarswijken ontwaterd en stapsgewijs ontgonnen tot aan de Friese grens. Aannemelijk is dat er bij het graven van de wijken rekening werd gehouden met het microreliëf van het dekzand onder het veen (Scholtens, 2017, p. 137-141). Een gunstige afwatering op de hoofdvaart met weinig verhang noopte namelijk minder snel tot aanleg van extra waterstaatkundige werken zoals sluizen. Desalniettemin was de ontwatering in de hoogveenwinningsgebieden vaak een flink gepuzzel, waarbij de hantering van verschillende peilvakken meestal noodzakelijk was. Via de wijken, die vaak haaks op de hoofdvaart waren geënt, werd de turf vervoerd en over de Drentse Hoofdvaart naar de afzetmarkten gebracht.



Figuur 11-85 Uitsnede van de Hugueninkaart (circa 1820) waarop het uitbreidende vaarten- en wijkensysteem rond Smilde zichtbaar is. Bron: Militair-topografische kaarten van Noord-Nederland, Huguenin (ingescand).

Het veengebied ten oosten van Hoog-Appelscha werd pas in de 19e eeuw aan snee gebracht. De Opsterlandse veencompagnons hadden aanvankelijk plannen om hun turfvaart in oostelijke richting tot aan Bakkeveen te verleggen, maar het hoogveen rond Bakkeveen was tegen de tijd dat de Opsterlandse Compagnonvaart in de buurt kwam al ontsloten en vergraven via een verlenging van de Drachtster Compagnonsvaart vanuit het noorden. Wel was de compagnie betrokken bij de veenwinning van de nabijgelegen Haulervenen door daar grondaankopen te doen. In dit hoogveengebied ten noorden van het agrarisch veenontginningsdorp Haule startte men halverwege de 18e eeuw de vervening. Met de eigenares van de Bakkeveenstervaart waren afspraken overeengekomen over de verlenging van de vaart, die uiteindelijk in oostelijke richting werd verlegd. Langs deze Haulerwijkstervaart ontstond een kilometerslang bewoningslint waar later ter hoogte van het huidige Waskemeer en Haulerwijk komvorming plaatsvond. De Haulerwijkstervaart reikte uiteindelijk bijna tot aan de Drentse grens en mede daardoor werd rond 1840 een vertakking naar het zuiden gegraven. Deze verlenging kreeg de naam Kromme Elleboogvaart en voerde via kanaalvertakkingen richting de Haulerpolder. Het veen in de Haulerpolder, deels gelegen in het beekdal van de Bovenkuunder, kon zo rond 1850 eveneens door de Opsterlandse Veencompagnie worden geëxploiteerd.

De Opsterlandse Compagnonsvaart was ondertussen via Donkerbroek en Oosterwolde verder naar het zuidoosten verlengd en had aan het begin van de 19e eeuw de Appelschaster venen bereikt (Jonkman, 2020, p. 14). Pas na 1835 kwam de turfgraverij rond Appelscha echter goed op gang. Er lag hier naar verluidt een winbaar veenpakket van tussen de 4 en 6 meter dat gedurende de 19e eeuw grotendeels werd drooggelegd en gewonnen (Gerding, 1995, p. 149-150). Vanuit de Nieuwe Vaart (parallel gelegen aan het uiteinde van de Opsterlandse Compagnonsvaart) werd het Appelschaster veenwijkenstelsel in noordoostelijke richting uitgebreid om de vervening aldaar mogelijk te maken. Rond de tegenwoordige polder Ravenswoud moet door de turfwinning het natuurlijke veenpakket op sommige plekken met circa 7 meter zijn gedaald (Douwes & Straathof, 2019, p. 133-135).

Ook in de weldadigheidskolonie Veenhuizen was in de 19e eeuw een wijkenstelsel uitgelegd, maar hier speelde de commerciële vervening eigenlijk nooit een prominente rol. Het Veenhuisterkanaal was via de Kolonie- en de Norgervaart met de Drentse Hoofdvaart verbonden. Bovendien takte de vaart aan op het Friese waternetwerk via de Kromme Elleboogvaart.

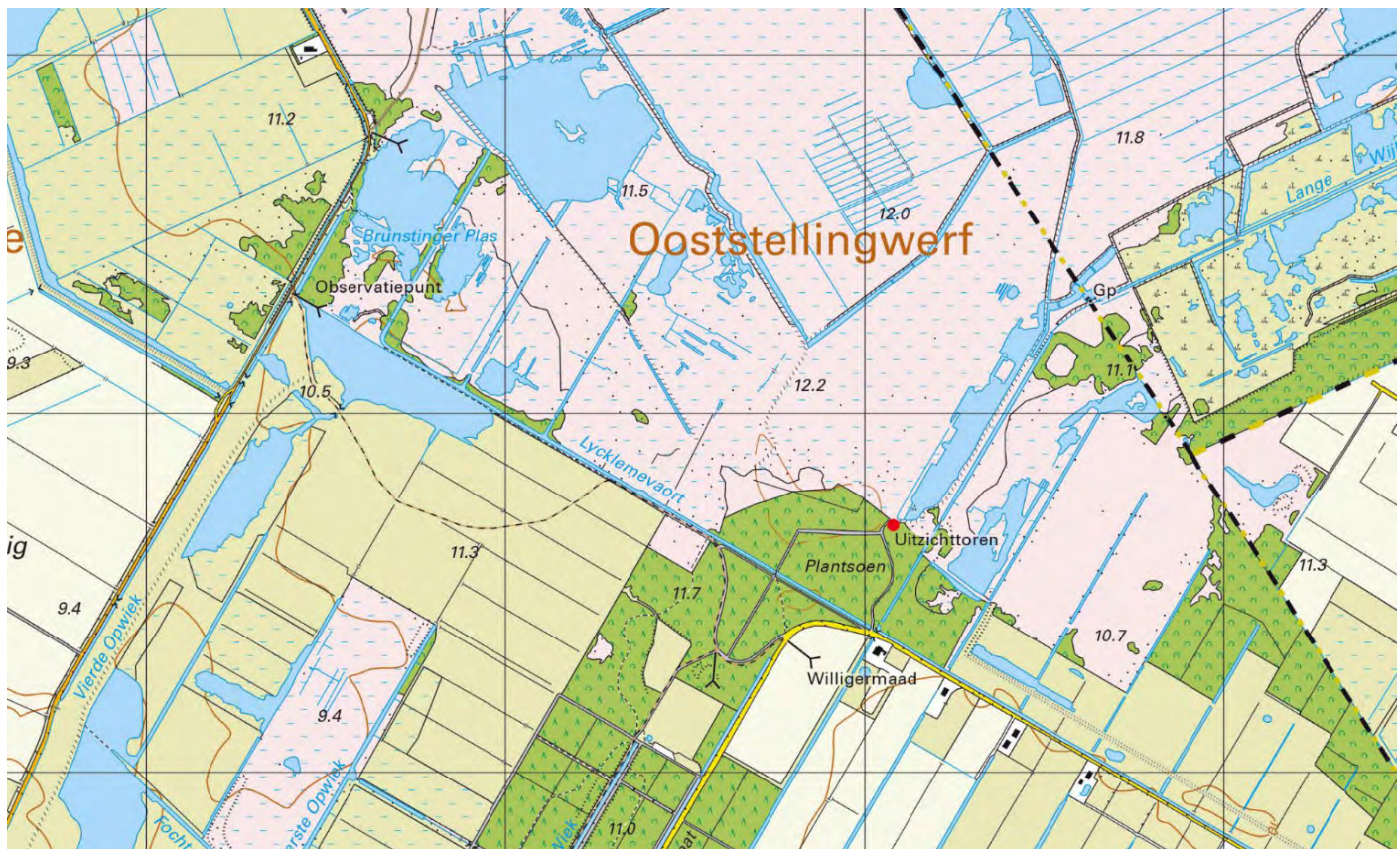


Figuur 11-86 Uitsnede topografische kaart (circa 1900) waarop de wijkenstructuur van de latere polder Ravenswoud zichtbaar is. Bron: <https://topotijdreis.nl/>

Het Fochteloërveen was tegen het einde van de 19e eeuw goeddeels omringd door veenkoloniale en andere veenontginningsstructuren. Het hoogveen gebied zelf werd in die eeuwen onder andere voor de schapenbegrazing benut. In de drogere, stevigere delen van het veen deden schaapskuddes zich te goed aan struikheide en andere opslag zoals pijpenstrootje of jonge bomen van berk/wilg. Gedurende de eerste helft van de 20e eeuw werd op kleine schaal nog verveend in de vorm van veenputjes. De grootste veendiktes rond het voormalige aaneengesloten hoogveen gebied waren tegen die tijd echter al aan snee gebracht ten behoeve van de commerciële turfbereiding.

In het tegenwoordige landschap vormen de ruimtelijke patronen van de veenwinning nog steeds een belangrijke structuurdrager van het cultuurlandschap. Het gegraven turfvaarten- en wijkenstelsel is vaak in hoofdlijnen nog aanwezig, zeker in het Friese deel langs het Fochteloërveen. Ook grotere waterstaatkundige werken zoals verlaten liggen soms nog op dezelfde locatie. Bovendien zijn her en der nog sporen van kleinschalige particuliere verveningen te vinden, bijvoorbeeld in het reliëf van de Norger Petgaten.

In het Fochteloërveen zelf liggen nog enkele sporen van aanzetten tot hoogveenontginning. Zo zijn rond het Plantsoen ten noorden van Ravenswoud en op het Kolonieveld een aantal wijken aanwezig. De wijken werden doorgaans in de zandondergrond uitgegraven en werken in veengebieden daarom door op de lokale hydrologie. Sommige wijken en vaarten in de polder Ravenswoud gaan, daar waar keileem ligt, zelfs gedeeltelijk door de keileem (Bouwman, 2022, p. 41).



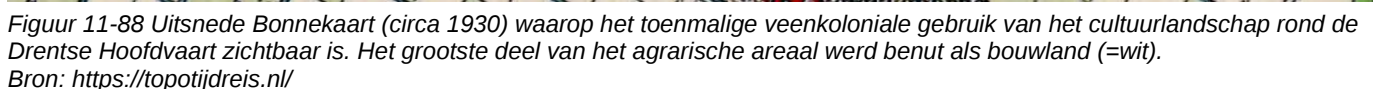
Figuur 11-87 Uitsnede hedendaagse topografisch kaart waarop nog een aantal wijken het hoogveengebied in steken.
Bron: <https://topotijdreis.nl/>

Overgebleven structuren en elementen:

- Waterinfrastructuur bestaande uit vaarten en wijken (structuur).
- Opstekkend en rechtlijnig wijkensysteem (structuur).
- Voormalige turf- of compagnonsvaarten (element).
- Wijken en dwarswijken (element).
- Verlaten/schutsluizen (element).

11.8.4 Veenkoloniale landschap

Het veenkoloniale landschap is in cultuurhistorisch opzicht vaak de gebruikelijke opvolger van het turfwinnings- of hoogveenontginningslandschap. Nadat de infrastructuur om het hoogveen te winnen was uitgelegd, volgde ook vaak de bewoning. De bewoning was geënt op de rechtlijnige structuur van de hoofdvaarten en het wijkensysteem (Stol, 2010, p. 87-89). De behuizing lag meestal in een lint langs de hoofdvaart, zoals ook geldt voor de meeste verveningsdorpen langs de Drentse Hoofdvaart en het veenkoloniale deel van Appelscha. Langs de wijken en dwarswijken was vaak eveneens de nodige bebouwing te vinden.



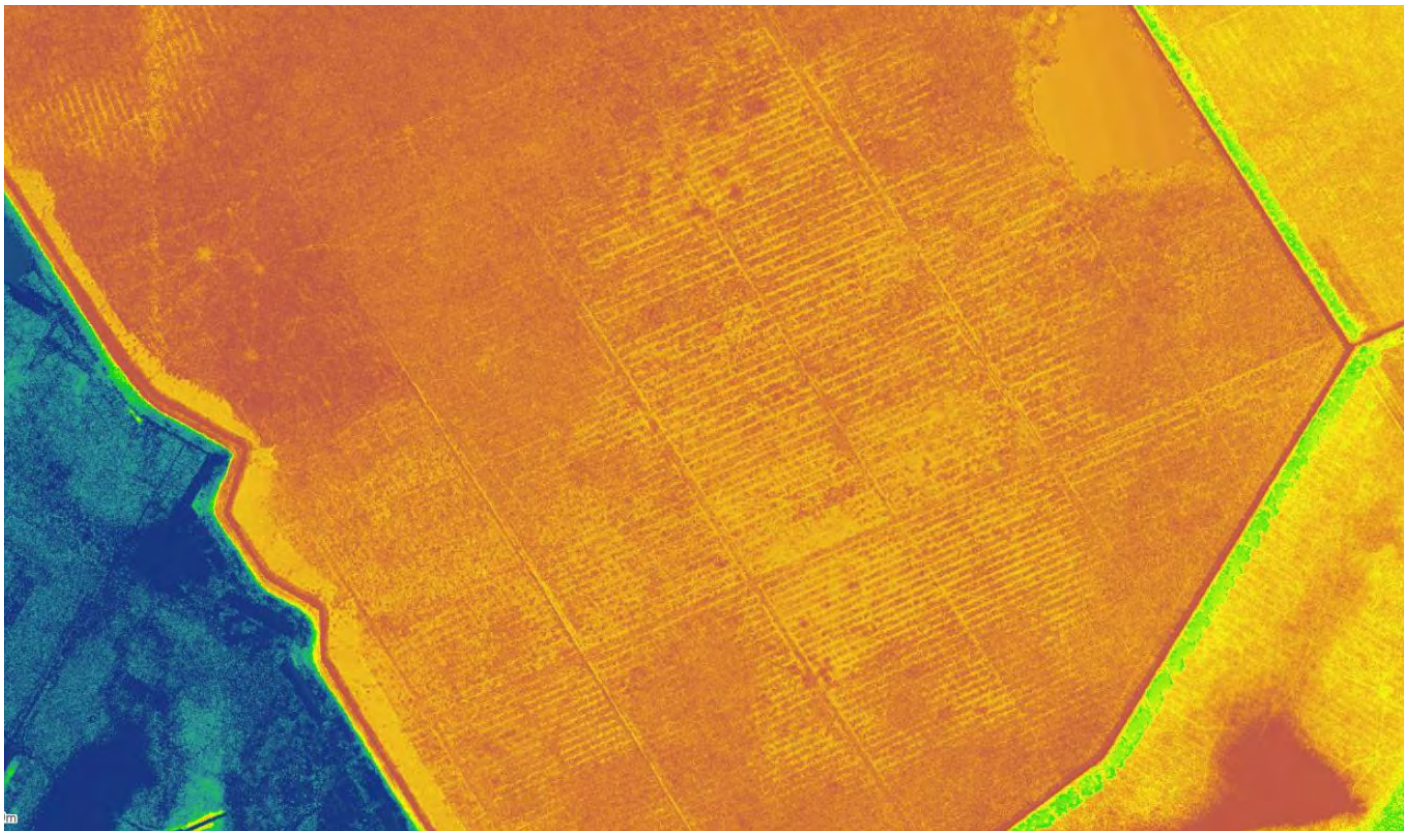
In het hedendaagse veenkoloniale landschap heeft agrarische schaalvergroting de historische percelering grotendeels weggepoetst. Tussen de Eerste en Viefde Wiek van Appelscha tussen de Nieuwe Vaart en Ravenswoud resteert nog iets van de vroegere rationele blokverkaveling. Daarnaast ligt in de Smilder Veenkoloniën de nadruk van het grondgebruik nog steeds grotendeels op de akkerbouw.



- Het wijkennet als structuurdrager van de verkaveling (structuur).
- Lintbebouwing langs vaarten (structuur).
- Dalgronden (element).

De boekweitbrandcultuur was in de 18e en vooral in de 19e eeuw een belangrijke exploitatievorm van het Fochteloërhoogveen. Voor de boekweitverbouw werd het veen licht ontwaterd door de uitleg van een ondiep greppelpatroon. De greppels waren doorgaans rond de 60 cm diep met een bovenwijdte van 40 cm. Tussen de greppels lagen akkertjes van circa 8,5 meter breed (Booy, 1957, p. 61). De bovenste veenlaag werd omgewoeld en in de vroege zomer afgebrand (roosteren). Tijdens dit roosteren (of in brand steken) kon de rookvorming grootse vormen aannemen (Joosten, 2019). De boekweit placht men vervolgens in te zaaien in de ontstane as. Doorgaans kon op boekweitakkers tot achtereenvolgens acht jaar worden geoogst. Daarna moesten de akkers vaak een hele tijd braak liggen om te regenereren. De boekweitbrandcultuur ging meestal bewust gepaard met de imkerij, waarbij bijen de natuurlijk bestuiving van de boekweit verzorgden. Oosterwolde vormde in de 19e eeuw het regionale centrum van de boekweit-handel. Op de markt aldaar werd de boekweit uit het Fochteloërveen verhandeld.

Op plekken waar men veenboekweit verbouwde, is het veenpakket deels verbrand en geoxideerd waardoor het maaiveld is gedaald (naar schatting zo'n 1 à 2 meter). In de greppels groeit veelal pijpenstrootje en soms eenarig wollegras. Binnen het huidige veenlandschap is het boekweitgreppelpatroon op satelliet- en hoogtebeelden nog te ontwaren over grote oppervlakten. Opvallend is dat de greppels vaak hoger lijken te liggen dan de vroegere boekweitpercelen (Figuur 11-90). Dat is een gevolg van de ontwatering van de randen van de percelen via de greppels. Het maaiveld ter plekke daalde en zodoende ontstonden secundaire laagten. Tegelijkertijd werd groei van veenmossen en achtereenvolgens horsten van eenarig wollegras en pijpenstrootje in de greppels gestimuleerd. Het gevolg is reliëfinversie over grote lengten. In het Witterveld en het Meerstalblok (Bargerveen) doet dit fenomeen zich ook voor (Jansen & Oosterveld, 1987; Van der Berg & Jansen, 2017). Door vernatting ten behoeve van de veenmosveengroei kunnen dergelijke patronen op termijn geleidelijk verdwijnen.



Figuur 11-90 AHN-beelden waarin het boekweitgreppelpatroon nog deels is te ontwaren.

Bron: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>



Figuur 11-91 Luchtfoto waarop het boekweitgreppelpatroon nog goed zichtbaar is. Bron: Luchtfoto 2020 (open data overheid)

Overgebleven structuren en elementen:

- Regelmatig boekweitgreppelpatroon (structuur).
- Overgroeide (boekweit)akkerbedden (element).
- Boekweitgreppels (element).

11.8.6 Kolonie van Weldadigheid (Veenhuizen)

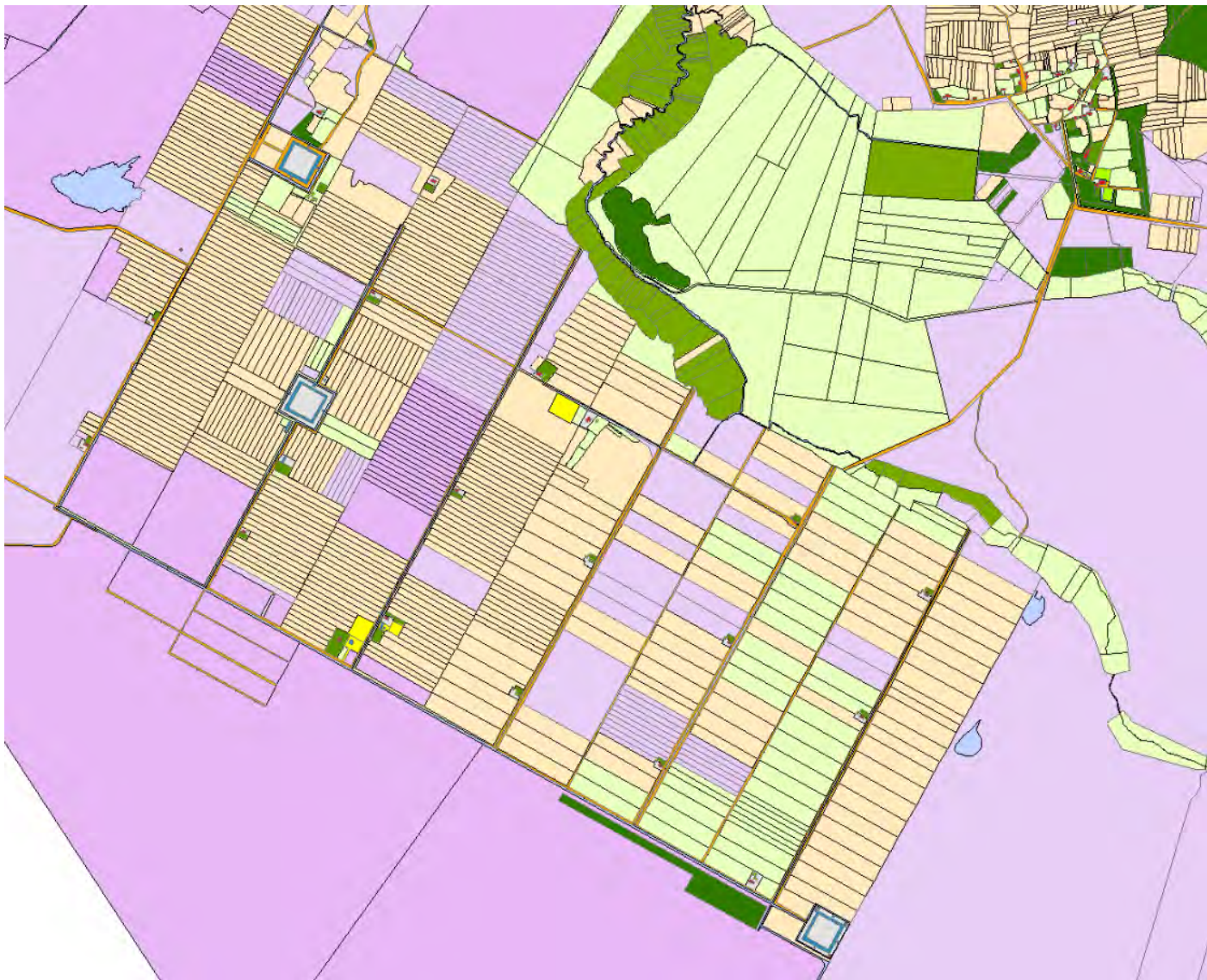
Vanuit de Slokkert werd in de middeleeuwen de veenontginningsnederzetting 'Veenhuysen' gesticht. Van dit oude dorp resten nog maar weinig sporen. In de 19e eeuw slokte weldadigheidskolonie Veenhuizen het oude dorpsgebied namelijk op. In het kader van de in 1818 door Johannes van den Bosch in het leven geroepen Maatschappij van Weldadigheid werden landbouwkoloniën met stichtelijk karakter opgericht, zo ook rond Veenhuizen. De Maatschappij van Weldadigheid deed zijn eerste grote grondaankopen in 1819. Er werden met name woeste gronden zoals natuurlijk veen en heide aangekocht, maar soms ook wei-, hooi- en bouwlanden (Dorgelo, 1964, p. 24-26). Veenhuizen vormde een zogeheten onvrije kolonie waar weeskinderen, bedelaars en landlopers terechtkwamen en via ontginningsarbeid werden heropgevoed. Tussen 1823 en 1825 liet de maatschappij in Veenhuizen drie gestichten bouwen met carrévormig plan en omgrachting. Het tweede gesticht (Veenhuizen II) was aanvankelijk bestemd als koloniegevangenis voor bedelaars en andere mensen die hoegenaamd straf verdienden.

Ten zuiden van het oude veenontginningsdorp lagen begin 19e eeuw de Veenhuizerven. Net als bij de grootschalige hoogveenturfwinning werden vanuit een hoofdvaart (Veenhuizerkanaal) wijken het veen in gegraven. Dit stelsel stond/staat in waterstaatkundige verbinding met de Drentse Hoofdvaart (via de Kolonie- en Norgervaart; Figuur 11-92). Daarnaast werd het Veenhuizerkanaal rond 1880 aangetakt op de Kromme Elleboogvaart in Friesland. Anders dan in de veenkoloniën was dat de ontgonnen gronden niet verkaveld werden in blokken maar in regelmatige stroken (Figuur 11-93).

Het ging in de weldadigheidskoloniën in de eerste plaats om het ontginningswerk en niet per se om de commerciële winning van veen. De ruimtelijke uitleg van Veenhuizen verschilt op een aantal punten dan ook met die van de veenkoloniën. In Veenhuizen is de bebouwing bijvoorbeeld niet aan weerszijden van de hoofdvaart gesitueerd, maar soms ook verder van de hoofdvaart af gelegen (Veenhuizen II en Veenhuizen III stonden in verbinding met de vaart via een wijk). Bovendien was de afstand tussen de wijken veel groter (750 meter) dan in de veenkoloniale landschappen. Zo lagen in de Friese veenkoloniale landschappen de wijken doorgaans maar tussen de 50 en 250 meter uit elkaar (Stol, 2010, p. 93).



Figuur 11-92 Bij Veenhuizen-Norgerhaven sluiten het Veenhuizerkanaal en de Kolonievvaart op elkaar aan. Foto: André Jansen



Figuur 11-93 HisGIS-uitsnede (circa 1832) waarop de ruimtelijke uitleg en verkavelingsstructuur van én het grondgebruik binnen de jonge weldadigheidskolonie Veenhuizen zichtbaar zijn. Donkerpaars = veen; lila = heide; lichtoranje = bouwland en lichtgroen = weiland. Bron: <https://hisgis.nl>

In 1859 werd de Maatschappij van Weldadigheid opgeheven en kwamen de gestichten in Veenhuizen in handen van de overheid. Er werd toen ook begonnen met het aanplanten van bospercelen, aanvankelijk voornamelijk als hakhout dat onder andere werd verwerkt op de houtbewerkingsafdeling van Veenhuizen. Vanaf 1920 werden de bossen echter omgevormd tot opgaand eikenbos (Veenendaal, 1953, p. 201-202).

In 1875 nam Justitie het grondgebied van de voormalige kolonie over. Rond 1900 werd naar neorenaissancistisch ontwerp van W.C. Metzelaar het eerste gesticht opnieuw gebouwd en kwam naast het tweede gesticht (Veenhuizen II) een nieuwe gevangenis te staan. Deze kregen respectievelijk de namen Norgerhaven en Esserheem. Het derde gesticht (Veenhuizen III) werd in 1924 gesloopt en kreeg vervolgens een agrarische bestemming. Aan veel van het rode erfgoed uit de tweede helft van de 19e eeuw ligt een ontwerp van vader of zoon Metzelaar ten grondslag, zoals de school, verschillende woonhuizen en boerderijen van het middenhuisboerderijtype (Stenvert et al., 2001, p. 192-196; Figuur 11-94). De bebouwing rond de gestichten kreeg een samenhangende ruimtelijke uitleg die tot vandaag de dag nog vrij goed zichtbaar is. In de jaren 50 van de vorige eeuw kreeg Staatsbosbeheer de bossen in beheer. In het Bankenbosch ten zuiden van het Veenhuizerkanaal werd nog een barakkenkamp voor Indië-deserteurs gebouwd, dat vervolgens van 1961 tot 2014 dienstdeed als inrichtingsgevangenis.

In het huidige landschap valt de voormalige straffkolonie nog steeds op door de eigenstandige en uitermate rechtlijnige uitleg ten opzichte van de omringende cultuurlandschappen. Het orthogonale aanlegplan van de kolonie is in hoofdlijnen nog intact. Aan zowel het wijken-, wegen- als verkavelingspatroon ligt van oudsher een vaste maatvoering ten grondslag, waarbij de ruimte tussen de wijken standaard 750 meter bedraagt. De meeste infrastructurele lijnen liggen nog op dezelfde locatie, maar bijvoorbeeld veel van de originele wijken (met aan weerszijden een weg) zijn inmiddels niet meer in die hoedanigheid aanwezig (alleen het begin van de Vijfde wijk en de Zesde wijk zijn nog intact). Het gros van de aangeplante bospercelen (aangelegd na het opdoeken van de Maatschappij van Weldadigheid) komt nog overeen met hun historische ligging. De laan- en wijkstructuren lijken grotendeels door te lopen in de bosstrook tussen het Fochteloërveen en het Veenhuizerkanaal (Figuur 11-93Figuur 11-95). Een nadere blik leert echter dat de laan- en wijkstructuren niet helemaal gespiegeld zijn aan de planologische inrichting van Veenhuizen. Alleen de relatief korte Vierde en Vijfde wijk liepen/lopen door ten zuidwesten van het Veenhuizerkanaal. Oudere waterstaatskaarten tonen aan dat de oude waterleiding (Waterlossing door het Kolonieveld) de primaire afwatering vertolkte (Waterstaatskaart 1e editie, Blad 12 Assen-3). Het water kwam ter hoogte van de Zesde wijk in het Veenhuizerkanaal. Andere wijken takten aan op deze Waterlossing. Ook de Schaapshokwijk in het Bankenbosch ligt bijvoorbeeld niet in het verlengde van één van de wijken ten noorden van het Veenhuizerkanaal. Deze ligt namelijk precies tussen de voormalige Eerste en Tweede wijk. Ook heeft het wegen- of padenpatroon in het Bankenbosch een hogere dichtheid dan de rest van Veenhuizen. Er zijn dus duidelijke verschillen waar te nemen tussen de orthogonale uitleg van de straffkolonie Veenhuizen en het bosgebied aan de zuidkant van het Veenhuizerkanaal.



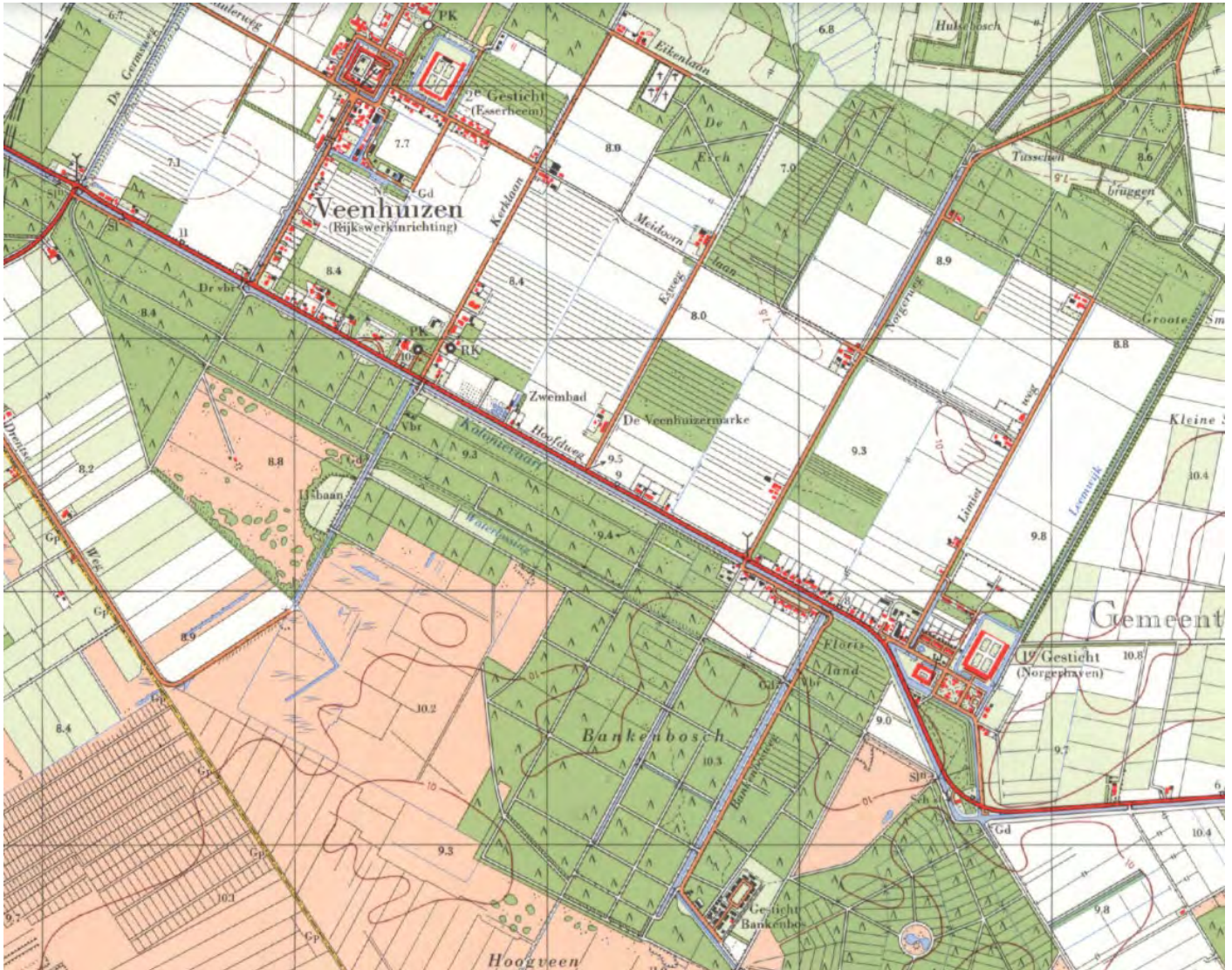
Figuur 11-94 Het Directiehotel, één van de beeldbepalende gebouwen in Veenhuizen-Esserheem ontworpen door W.C. Metzelaar. Deze villa was bestemd voor bezoekende hoge ambtenaren. Foto: André Jansen



Figuur 11-95 Het Bankenbosch met uitgestrekte naaldhoutaanplanten. Op de voorgrond een wijk, waarop loodrecht een hoofdsloot staat die parallel loopt aan het Veenhuizerkanaal met daaroverheen de Jan Rispenbrug. Foto: André Jansen

Een deel van het huidige Fochteloeërveen hoorde lange tijd bij het gebruikerslandschap van Veenhuizen. Dit zogeheten Kolonieveld werd deels ontsloten via vaarten/wijken en voetpaden. In de 20e eeuw is een deel van het voormalige veengebied zelfs nog omgezet naar bos en landbouwgrond. Die bouwgronden zijn overigens recentelijk vernat en weer teruggegeven aan de natuur. Ook sporen van een voormalige schietbaan vormen een bijzonder cultuurhistorisch relict dat bij de entiteit Veenhuizen hoorde. De schietbaan was vlakbij de Bonghaar (dekzandkop) gelegen en aan het begin van de 20e eeuw in bedrijf. Een pad leidde van het dorp over het Kolonieveld richting de baan. In het huidige landschap zijn de kogelvanger en het pad nog herkenbaar (Bouwmans, 2022, p. 54-55).

In 2008 kreeg Veenhuizen de status van beschermd dorpsgezicht. Het beschermde gebied omvat de voormalige strafkolonie inclusief een deel van de boswachterij ten zuiden van het Veenhuizerkanaal. De Waterlossing, de waterweg parallel gelegen aan het Veenhuizerkanaal, wordt hierbij als grens gebruikt. Sinds 2021 is Veenhuizen ook opgenomen op de UNESCO-werelderfgoedlijst. De nadruk van de erfgoedstatus ligt op het rode erfgoed en het aanlegplan van de kolonie, maar in de provinciale omgevingsvisie en vanuit de beschermde dorpsgezicht-status wordt ook gewezen op de ensemblewaarde van de bossen en de afwisseling tussen open gebieden en boscomplexen (Provincie Drenthe, 2022, p. 41; Provincie Drenthe, 2007, p. 8-9). De boswachterij Veenhuizen bestaat tegenwoordig hoofdzakelijk uit naaldbossen, met her en der ook percelen bestaande uit oudere fijnsparren.



Figuur 11-96 Uitsnede topografische kaart (circa 1970) waarop te zien is dat de bosstrook ten zuiden van het Veenhuizerkanaal een vergelijkbare rechtlijnigheid heeft als de rest van de voormalige weldadigheidskolonie. De meest oostelijke wijk die door het Bankenbosch voert (Schapenkopswijk) ligt echter niet in het verlengde van één van de vroegere wijken ten noorden van het Veenhuizerkanaal. Bron: <https://topotijdreis.nl/>

Overgebleven structuren en elementen:

- De orthogonale basisstructuur van de straffkolonie met een blokverkaveling gevormd door elementen als het hoofdkanaal, (dwars)wijken en lanen, en de daaraan gerelateerde blokvormige verkaveling (structuur).
- Bebouwingsuitleg met een ordening rond grote gestichten, werkplaatsen en beambtenwoningen, als onderdeel van het justitiële landschap (structuur).
- Afwisseling tussen open gebieden en boscomplexen (structuur/kernkwaliteit).
- Rood erfgoed: onder andere gestichtsboerderijen, gevangenisgebouwen en woningen (element).
- De planmatige inrichting van het bosgebied ten zuiden van het Veenhuizerkanaal met de daar aanwezige lanen, bospaden en wijken.
- Bospercelen (element).

11.8.7 Werkverschaffing en bebossingen

Via werkverschaffingen zijn gedurende de 19e en 20e eeuw delen van de afgeveende gronden rond het Fochteloërveen bebost. In de omgeving van Appelscha was de Reservekas een partij die dergelijke werkverschaffingen organiseerde. Werkloos geraakte veenarbeiders werden op door de Reservekas aangekochte, vaak nog woeste gronden aan het werk gezet om de bebossing te realiseren. Ook op initiatief van de veencompagnons werden bossen aangeplant. De Compagnonsbossen rond het latere Ravenswoud zijn daar een voorbeeld van.

Men begon hier rond 1885 met de aanplant van bosplantsoen op de afgeveende gronden (Schuur, 1996, p. 49-50). Dit productiebos werd onder andere beplant met grove dennen, eiken en eikenhakhout (dit bos bestaat tegenwoordig overwegend uit naaldbomen, Figuur 11-97 en Figuur 11-98). Het cultuurlandschappelijk fundament bestaat dus uit hoogveenontginningstructuur met daarbovenop elementen van het veenkoloniale landschap en ruimtelijke toevoegingen door de compagnons, met naast de bebossing ook een aantal boerderijplaatsen (De Bruijn & Volkers, 2007, p. 3). Het geheel maakt dan ook onderdeel uit van het beschermde dorpsgezicht Ravenswoud. De landschappelijke relaties tussen het Fochteloërveen en de hoogveenontginning Ravenswoud is tevens van provinciaal belang (Fermo et al., 2014, p. 143).

Langs de Lycklamavaart ten noorden van Ravenswoud zijn aan weerszijden van de vaart ook nog een tweetal bosjes aanwezig. Ze staan bekend als het Plantsoen en zijn later dan de Compagnonsbossen aangeplant. Binnen deze bosplantsoenen zijn van origine slingerende en boogvormige padenstructuren te vinden. Het noordelijk deel zou qua grondplan als sterrenbos kunnen worden getypeerd en bevat hoofdzakelijk naalddhout. Het zuidelijk deel had van oudsher karakteristieken passend bij de Engelse landschapsstijl, zoals duidelijke slingerpaden en doorkijkjes. Deze bossen moeten in ieder geval een wandel- en recreatiefunctie hebben gehad. De oude padenstructuren zijn overigens grotendeels overwoekerd (Bouwman, 2022, p. 60). Aan het begin van de 20e eeuw zijn aan de zuidkant van het Kolonieveld ook nog twee rabattenbosjes aangeplant. Rabatten werden doorgaans aangelegd om bosbouw en hakhoutwinning mogelijk te maken op relatief vochtige gronden. Een deel van deze rabattenbosjes is tegenwoordig niet meer bebost, maar de greppels zijn nog deels bewaard gebleven.



Figuur 11-97 Noordelijk deel van het Plantsoen, vlakbij de uitkijktoren. Foto: André Jansen



Figuur 11-98 Uitsnede Bonnekaart (circa 1930) waarop te zien is dat de bebossing in de Compagnonsbossen binnen de lijnen van het wijkstelsel liggen. Bron: <https://topotijdreis.nl/>

Een andere wijze van werkverschaffing vond plaats in de vorm van het hoeden van schapenkuddes op het Fochteloërveen. Gedetineerden van de Rijkswerkinrichtingen in Veenhuizen kregen deze taak. De schapen leverden onder andere de nodige mest voor de akkers. Aanvankelijk stond een schaapskooi bij het Bankenbosch, maar deze langgerekte schuur is later overgeplaatst naar de Generaal van den Boschweg langs de Vijfde wijk.

Tijdens de economische crisis van de jaren 1930 werden via werkverschaffingen nog de nodige woeste gronden in cultuur gebracht. Bijvoorbeeld de Tachtig Bunder in het Friese Fochtelveld, dat sindsdien met name als bouwland is benut en aanvankelijk een rationele blokvormige percelering kende. Rond deze periode werd ook begonnen met de ontginning van het Stallaangebied in de omgeving van het Esmeer.

Op veel locaties liggen de 19e- en vroeg 20e-eeuwse bebossingen nog steeds in het landschap. Een deel van het wijkstelsel dat door de Compagnonsbossen loopt, is tegenwoordig opengesteld als kanoroute. Het gros van de 20e-eeuwse landbouwontginningen is nog steeds in agrarisch gebruik. Door schaalvergroting is de oude rationele blokverkaveling in de loop der tijd grotendeels verdwenen.

Overgebleven structuren en elementen:

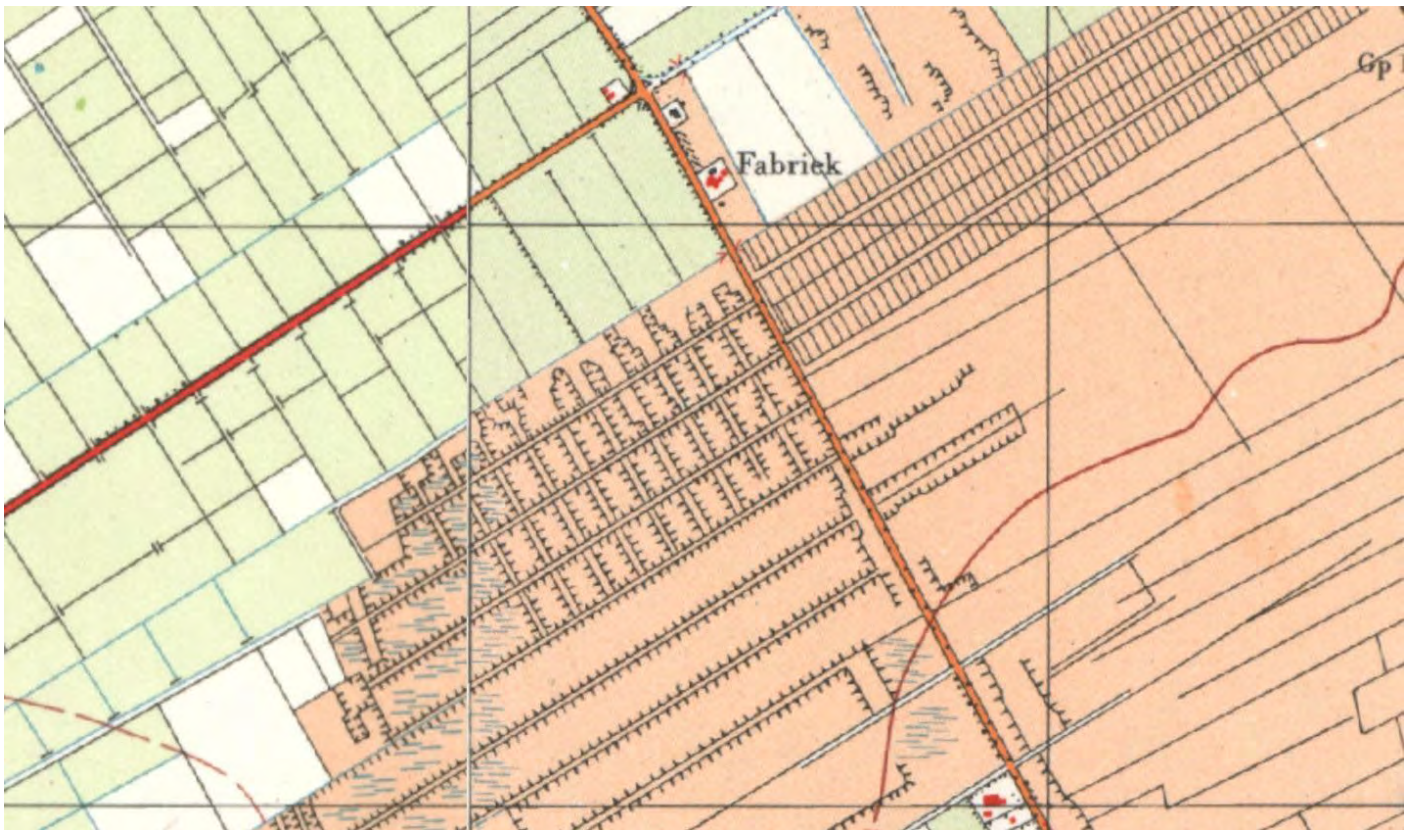
- Bebossingen binnen strakke lijnen wijkstelsel (structuur).
- Cultuurlandschappelijk contrast tussen hoogveenontginning Ravenswoud en het Fochteloërveen (kernkwaliteit/structuur).
- Overgang van bebossingen naar open veenkoloniale landschap of grotendeels open natuurlijk hoogveengebied (kernkwaliteit/structuur).

- Rationele agrarische ontginningen (rationele blokverkaveling, grotendeels verdwenen) (structuur).
- Rechte ontginningswegen (element).
- Bospaden, soms ook slingerend (element).
- Rabatten (element).

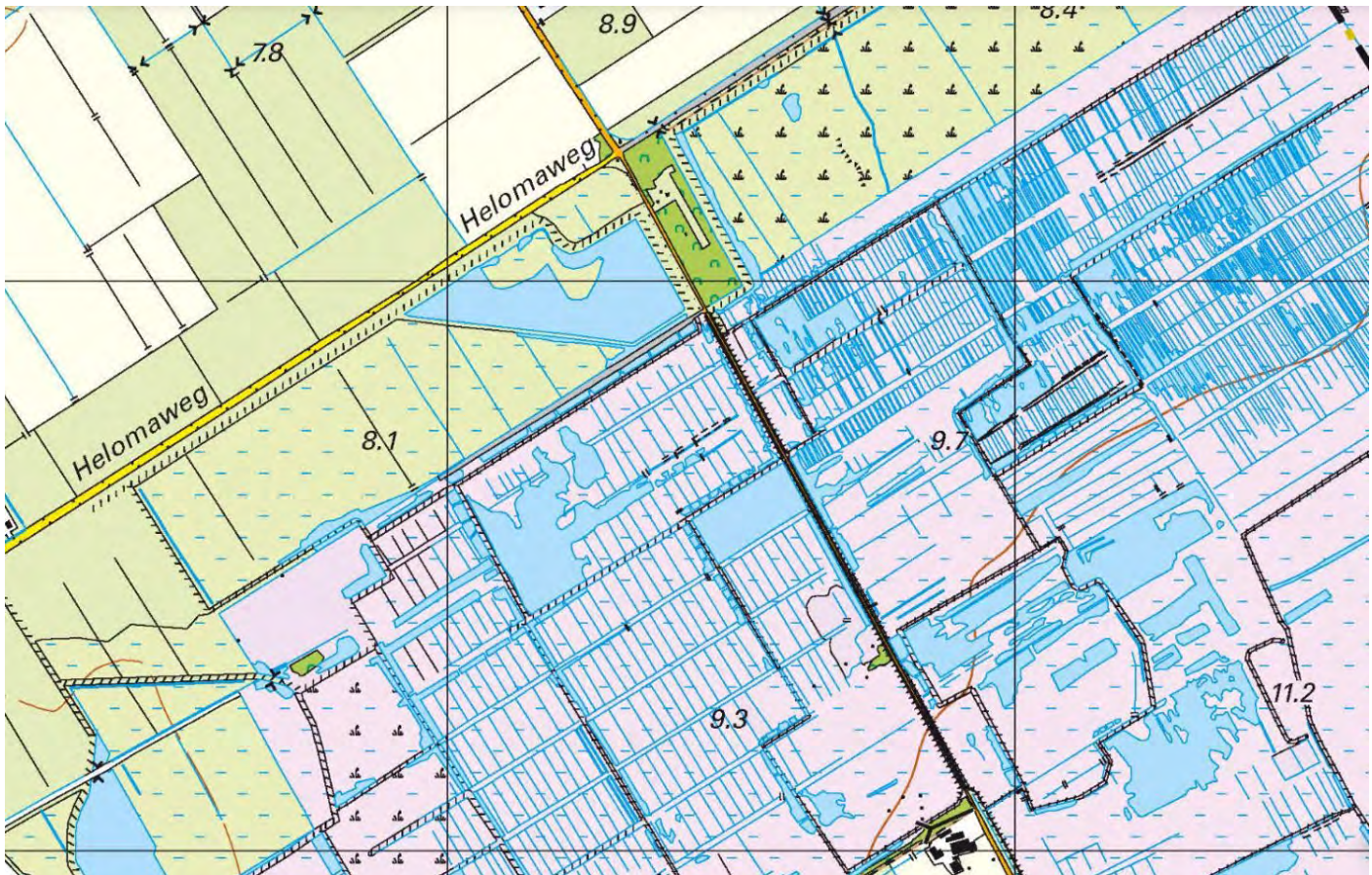
11.8.8 Industrie (aardappelzetmeelfabriek en turfstrooiselwinning)

Binnen het veenkoloniale landschap verrezen aan het eind van de 19e en het begin van de 20e eeuw her en der aardappelzetmeelfabrieken. Op de dalgronden die na de verveningen waren aangemaakt, konden aardappels vaak prima worden verbouwd. Van aardappelzetmeel kan onder andere glucosestroop (of aardappelstroop) worden gemaakt. De aardappelzetmeelfabriek bij Smilde werd in 1894 opgericht en maakte later deel uit van de fabrieken van W.A. Scholten. Rond de fabriek werd omstreeks 1956 een vloeiveld ingericht voor het lozen van afvalstoffen. De Vloeivelden zijn na sluiting van de fabriek in 1975 omgezet naar landbouwgrond.

Een andere industriële activiteit rond het 20e-eeuwse Fochteloërveen was de turfstrooiselwinning. In feite was dit ook een vorm van vervening, maar met een iets andere ruimtelijke weerslag en ook een andere toepassing van het gewonnen veen. Het veen werd verwerkt tot turfstrooisel dat aanvankelijk vooral werd gebruikt als alternatief voor stro en later onder andere werd ingezet als grondverbeteraar en isolatiemateriaal (Schot et al., 2000, p. 23). In 1952 verrees aan de Fochteloërveenweg aan de noordrand van het hoogveengebied een turfstrooiselfabriek waar bolsterveen werd verwerkt tot balen turfstrooisel. De ruimtelijke weerslag van deze machinale winning was anders dan bij de grootschalige turfwinning van de eeuwen daarvoor. Rond de fabriek bleven na de turfwinning allerlei veenkuilen met tussenliggende wallen in het landschap achter. Deze structuur is deels geëgaliseerd, maar de aanwezige greppels geven nog gedeeltelijk de contouren aan (Bouwmans, 2022, p. 47). Door het kunstmatig ophogen van het waterpeil zijn delen van het winningsgebied tegenwoordig met water gevuld. Tussen de rijen turfstrooiselputjes lagen destijds nog rechte wallen met spoorbaan erop. Via deze banen werd het gewonnen veen naar de fabriek gebracht. In de jaren 1970 kocht Natuurmonumenten de fabriek op. Het gebouw werd vervolgens gesloopt en ook de rails van de spoorbanen werden verwijderd.



Figuur 11-99 Uitsnede topografische kaart (circa 1960) waarop de ruimtelijke patronen van de turfstrooiselwinning zichtbaar zijn.
 Bron: <https://topotijdreis.nl/>



Figuur 11-100 Huidige topografische situatie rond voormalig turfstrooiselwinningsgebied. Her en der zijn petgatachtige structuren te zien. Bron: <https://topotijdreis.nl/>

Overgebleven structuren en elementen:

- Een microreliëf van voormalige turfstrooiselwinningputjes en wallen of greppels, gedeeltelijk onder water gelopen (structuur).
- Wallen van voormalige spoorbanen (element).
- Vloevelden.
- Restanten turfstrooiselfabriek (transformatorhuisje en funderingen).

11.8.9 Natuurbehoud en -ontwikkeling

In 1938 is 209 hectare hoogveenrestant in het Fochteloërveen aangekocht door Natuurmonumenten. Het was het eerste hoogveen dat als natuurreservaat werd beschermd. In 1977 had het reservaat een grootte van 1300 hectare. Sindsdien zijn er tot 2016 door aankoop nieuwe gronden buiten het hoogveenrestant aan toegevoegd (Douwes & Straathof, 2019). Om behoud, maar vooral ook herstel van het Fochteloërveen te bewerkstelligen zijn verschillende herstelmaatregelen uitgevoerd. De eerste maatregelen werden uitgevoerd in 1965 en bestonden uit het afdammen van waterlopen in het reservaat. In de jaren 1980 worden op grote schaal kaden aangelegd, in eerste instantie van zand en veen met een foliescherm. Rond de eeuwwisseling worden op basis van een compartimenteringsplan kaden van zand met houten damwanden aangelegd. Momenteel worden zand- leemkades aangelegd ter vervanging van deze kades. De stuwpeilen binnen de compartimenten worden geleidelijk verhoogd op basis van (hydrologische) monitoring en vakmanschap van de terreinbeheerders. In 1987 worden ook de eerste hydrologische maatregelen buiten het natuurgebied genomen om in het natuurgebied de waterhuishouding te verbeteren. In de jaren 10 van de 21e eeuw worden landbouwgebieden aangekocht, zowel aan de Drentse als Friese zijde van het Natura 2000-gebied, die vervolgens worden ingericht als hydrologische buffer ter bevordering van herstel van Actief hoogveen. Ook anderszins worden hydrologische herstelmaatregelen genomen, binnen en buiten het natuurgebied, zoals in het Esmeergebied en de Norgerpetgaten.

Humificatiegraad van het veen volgens Von Post

Humificatiegraad Omschrijving Von Post

H1	Compleet ongehumificeerd veen zonder bagger; wanneer het veen in de handpalm samengeknepen wordt, treedt alleen kleurloos, helder water uit.
H2	Bijna geheel ongehumificeerd veen zonder bagger; het uitgeperste water is bijna helder maar geel-bruin van kleur.
H3	Nauwelijks gehumificeerd veen dat nauwelijks bagger bevat; het uitgeperste water is duidelijk troebel; er wordt geen vaste stof tussen de vingers door geperst; het residu is niet papperig.
H4	Licht gehumificeerd veen en veen dat enige bagger bevat; het uitgeperste water is zeer troebel; het residu is enigszins papperig.
H5	Matig gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; de plantedelen zijn herkenbaar maar niet duidelijk; Een deel van de vaste stof verdwijnt als dunne bagger tussen de vingers; het residu is sterk papperig.
H6	Matig gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; de plantenresten zijn niet duidelijk; het residu is sterk papperig, maar de plantenresten zijn duidelijker dan in het ongeknepen veen.
H7	Sterk gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk bagger gehalte; een groot deel van de plantenresten is nog herkenbaar; bij knijpen verdwijnt ongeveer de helft van het veen tussen de vingers door; als er water uittreedt is het papperig en erg donker van kleur.
H8	Sterk gehumificeerd veen en veen met een aanzienlijk baggergehalte; de plantenresten zijn niet herkenbaar; bij knijpen treedt ongeveer twee derde van het veen tussen de vingers uit; het residu bestaat voornamelijk uit resistente wortelvezels.
H9	Zeer sterk gehumificeerd veen en verslagen veen; er zijn nauwelijks plantedelen te herkennen; bijna al het veen verdwijnt bij het knijpen tussen de vingers door als homogene bagger.
H10	Compleet gehumificeerd veen en bagger; er zijn geen plantedelen te herkennen; bij knijpen verdwijnt alle veen tussen de vingers.

Bijlage B – Oppervlaktewatermodel Fochteloërveen

Bijlage C – Grondwatermodel Fochteloërveen

Bijlage D – Kaartenbijlage effectberekeningen Fochteloërveen

Colofon

LESA FOCHTELOËRVEEN

AUTEUR

André J.M. Jansen, Marloes Arens, Louise Franssen, Luc Haverhals, Chris Kerklaan, Jan-Pieter Willemsen en Dennis Worst

PROJECTNUMMER

30142520

ONZE REFERENTIE

M3VR7YVRZE2A-1421357779-182285:1.0

DATUM

16 oktober 2025

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

André Jansen
Senior Landschapsecoloog

VRIJGEGEVEN DOOR

Marloes Arens
Specialist Geohydrologie