



Bosgroepen

Pollense Veen

LESA + maatregelenadvies

Bosgroepen

Colofon

Opdrachtgever: Geldersch Landschap & Kasteelen
Titel: Pollense Veen LESA + maatregelenadvies
Datum: 9 april 2024
Opstellers: L. Kampherbeek, J. Bouwman, A.A.M. Kieskamp & H. Smeenge
Kaartmateriaal: Copyright © 2024, Dienst voor het kadaster en openbare registers, Apeldoorn
Het intellectuele eigendom van deze offerte rust uitsluitend bij de Bosgroep.
Niets uit deze offerte mag worden vermenigvuldigd en/of getoond aan derden,
zonder voorafgaande toestemming van de Bosgroep.
Projectnummer: 23.30.10111.03

© Coöperatie Bosgroep Midden Nederland u.a., 2024

Postbus 8135

6710 AC EDE

t (0318) 67 26 26

f (0318) 67 26 27

www.bosgroepen.nl



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Wat is een LESA?	3
1.2	Aanleiding LESA's Emst-Epe	3
1.3	Opbouw van dit rapport	3
2	Methode	6
2.1	Aarde	6
2.2	Mens	8
2.3	Natuur	9
2.4	Dataverwerking en rapportage	10
3	Regionaal systeem	11
3.1	Geologie en reliëf	11
3.2	Bodem	15
3.3	Hydrologie	18
3.4	Te verwachten vegetatie	25
3.5	Historische ontwikkelingen	28
3.6	Synthese regionale systeem	32
4	Pollense Veen	34
4.1	Inleiding en onderzoeksvragen	34
4.2	Historische ontwikkelingen landgebruik	34
4.3	Geologie en bodem	35
4.4	Hydrologie	38
4.5	Vegetatie en flora	46
4.6	Fauna	49
4.7	Dwarsdoorsneden	51
4.8	Synthese	56
5	Potenties en knelpunten	58
5.1	Potenties	58
5.2	Knelpunten	59
5.3	Vermesting	60
6	Maatregelenadvies	62
7	Perspectief lange termijn voor de venen op de oost-Veluwe	65
7.1	Ambities vanuit Natura 2000	65
7.2	Klimaatverandering	65
7.3	De oost-Veluwse venen	66
7.4	Ecosysteemdiensten van de oost-Veluwse venen	67
	Literatuurlijst	74
	Bijlagen	76



1 Inleiding

1.1 Wat is een LESA?

De Nederlandse landschappen hebben een lange geschiedenis achter de rug. Dat wat we nu buiten zien, is slechts een bladzijde uit een dik boek met zowel natuurlijke als menselijke processen in de hoofdrol. Nederland is druk bezig met het behouden en verbeteren van de kwaliteit van onze natuur. Hoewel het verleidelijk is om vooruit te kijken, is het van belang om ook achterom te kijken. Waar komt het huidige landschap vandaan?

Een Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA) is een uitstekend middel om inzicht te krijgen in waar het landschap vandaan komt én wat de perspectieven en potenties zijn voor de toekomst. Door veranderingen in de omgeving, zoals stikstofdepositie, klimaatverandering en daarmee gepaard gaande droogte, overstromingen en piekbuien, zijn er soms immers ingrepen nodig in een gebied om de bijzondere waarden van een gebied te behouden en versterken. Begrip over de totstandkoming van het huidige landschap is belangrijk om de potenties voor de toekomst inzichtelijk te krijgen, en om passende en duurzame keuzes voor inrichting en beheer te maken.

Bij een LESA worden diverse factoren van een landschap en de samenhang daartussen onderzocht. Het model van Bakker et al. (1981) laat die verschillende (geo)factoren zien, waarbij ze uitgaan dat abiotiek vooral sturend is en de vegetatie en mens volgend. Echter lopen deze geofactoren vaak kriskras door elkaar, doordat er al eeuwenlang sprake is van een wisselwerking tussen de aarde, de mens en de natuur. Daarom onderzoeken we het landschap vanuit die driehoeksbenadering (Figuur 1).¹ Door bestudering van een zo groot mogelijk deel van de geofactoren wordt via een LESA een zo compleet mogelijk beeld geschetst over de landschapsvorming over lange termijn, met bijbehorende kenmerken en keerpunten. Met deze basis kunnen knelpunten en oplossingsrichtingen worden aangedragen, die rechtdoen aan de complexiteit van gebieden. Hiermee wordt zo goed mogelijk recht gedaan aan de lokale identiteit. Afhankelijk van de vraag en achterliggende problematiek zijn verschillende kennisvelden uit deze driehoekbenadering nodig.

1.2 Aanleiding LESA's Emst-Epe

Geldersch Landschap & Kasteelen (hierna GLK) is eigenaar van een aantal terreinen op de oostflank van de Veluwe, ten westen van Epe en Emst. GLK wil met een LESA inzichtelijk te krijgen wat de bestaande kwaliteiten en de potenties zijn van deze terreinen. Daarnaast is de vraag wat nodig is om die waarden en potenties te behouden, versterken en verzilveren.

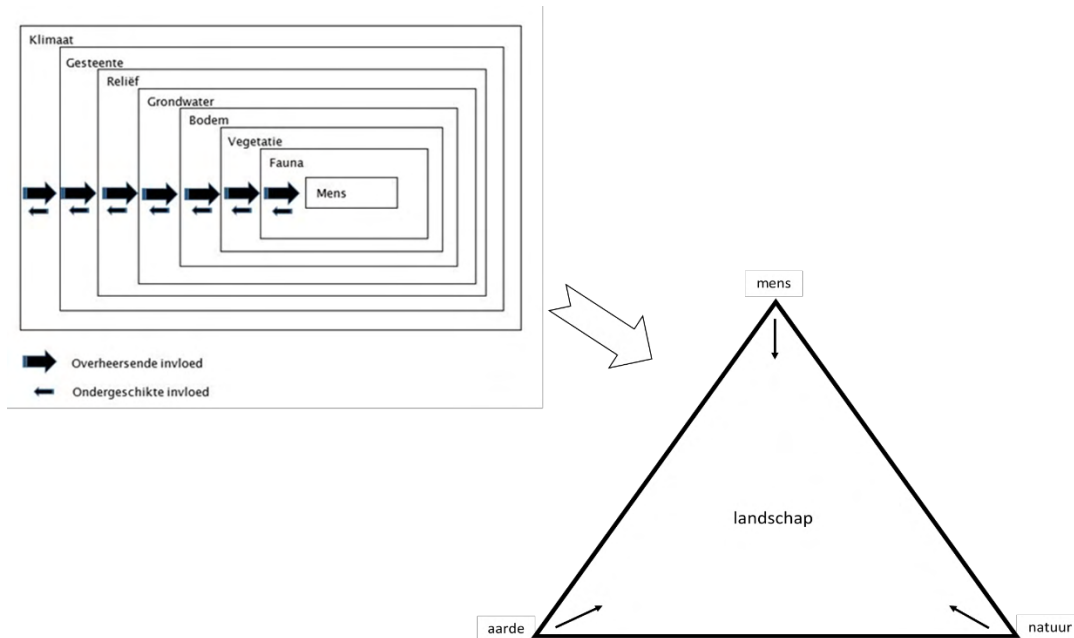
1.3 Opbouw van dit rapport

Het rapport bestaat uit twee delen. Nadat de onderzoeksmethode is beschreven in **hoofdstuk 2**, gaat **hoofdstuk 3** in op het regionale systeem met de vier gebieden Tongerense Veen, Pollense Veen, Smallertse Beek en Nijmolense Beek. Dit hoofdstuk is identiek in de rapportages over de vier gebieden. **Hoofdstuk 4** gaat vervolgens specifiek in op de LESA en maatregelenadvies voor het Pollense Veen. Op basis van de LESA zijn in

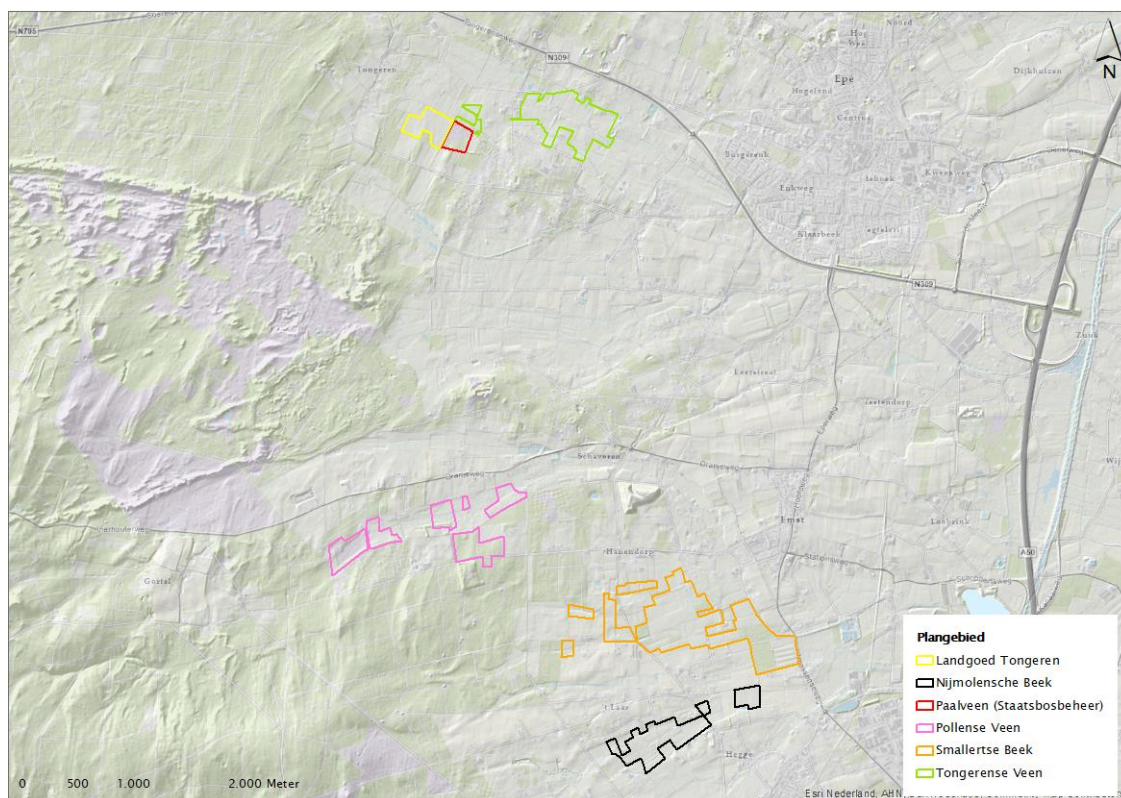
¹ Smeenge, 2020.



hoofdstuk 5 de knelpunten en potenties beschreven. Tot slot gaat **hoofdstuk 6** in op het maatregelenadvies om de natuurwaarden in het gebied te verhogen.



Figuur 1. Factoren die het landschap vormen (linksboven, Bakker et al., 1981). Het landschap wordt als het ware gevormd door de mens, aarde en natuur, hetgeen te vatten is in een driehoek (Smeenge, 2020).



Figuur 2. Ligging van de vier gebieden ten westen van Epe en Emst, op de oostflank van de Veluwe. Bij de LESA voor het Tongerense Veen is ook het Paalveen van Staatsbosbeheer betrokken, en een landbouwperceel van Landgoed Tongeren, om de relatie tussen deze gronden inzichtelijk te krijgen.



2 Methode

De LESA is uitgevoerd vanuit de verschillende 'hoekpunten' aarde, mens en natuur (Figuur 1). Dit hoofdstuk beschrijft hoe de onderzoeken vanuit deze hoekpunten zijn uitgevoerd.

2.1 Aarde

2.1.1 Geologie en bodem

De bodem ontstaat door een wisselwerking tussen geologisch substraat (zoals rivierzand of klei), reliëf, hydrologie (grondwater, inundaties), vegetatie en landgebruik. Informatie over de bodem geeft daarmee inzicht in de oorspronkelijke processen die het landschap hebben gevormd. De verschillende bodems zijn in Nederland geclassificeerd in bodemtypen.² Er is een landelijke 1:50.000-bodemkaart, deze is slechts op grote schaal bruikbaar, de daadwerkelijke variatie in een gebied is groter dan deze bodemkaart weergeeft. Ook de bodemkarteringen van 1:10.000 uit 1955 zijn gedetailleerder, maar missen op sommige delen informatie zoals de ligging van moerige of veengronden.

Daarom zijn op representatieve locaties in het gebied grondboringen uitgevoerd. De boringen zijn uitgevoerd langs transecten, zodat de data verwerkt kon worden tot dwarsprofielen. De locaties zijn weergegeven in Figuur 2 waarbij getracht is de variatie in reliëf en bodemtype te vatten. De boringen zijn uitgevoerd in februari en maart 2023 waarbij geboord is tot de waterstand, maximaal tot 2,2 m-mv. De volgende kenmerken zijn beschreven:

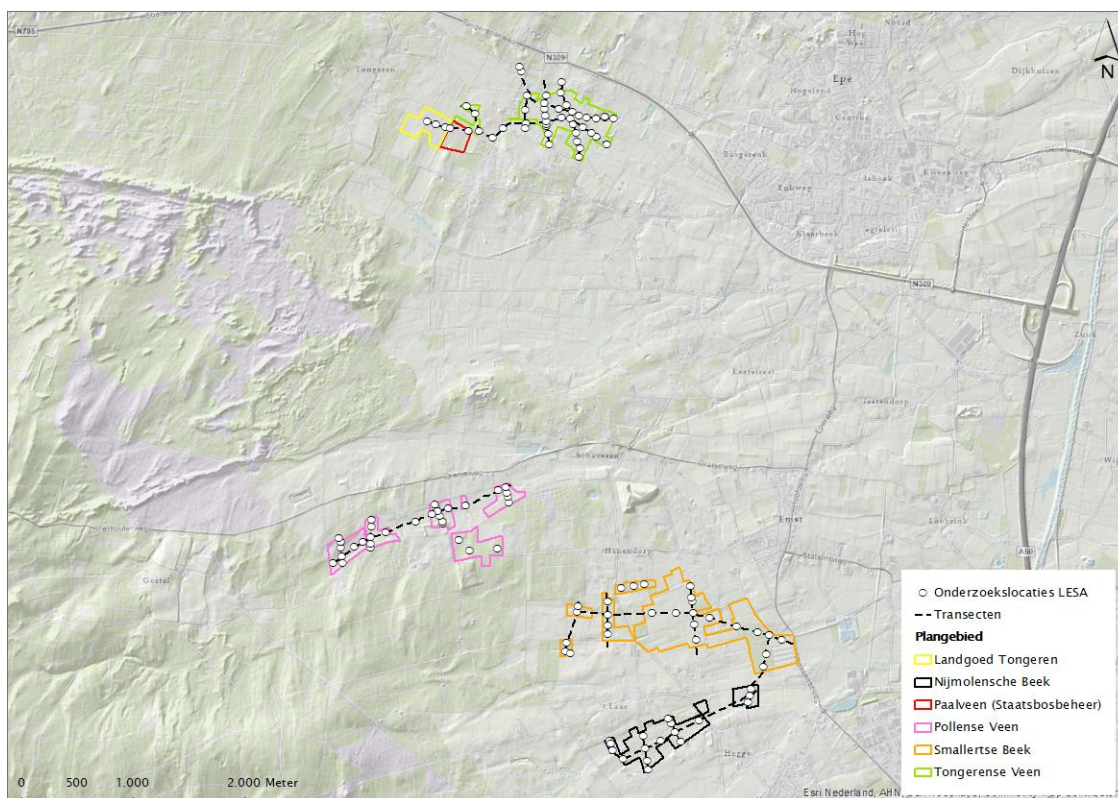
- Bodemtype³
- Horizonten en textuurkenmerken⁴
- pH van de bodem op verschillende diepten middels pH-strips
- Aanwezigheid van vrije kalk in de bodem, aangetoond met verdund zoutzuur

In combinatie met geologische gegevens (DINO-loket en ondergrondmodel REGIS II) konden de beschreven lagen later geologisch worden geduid. Zo kon er bijvoorbeeld onderscheid worden gemaakt tussen dekzand met een homogene korrelgrootte en ronde korrels, ten opzichte van ongesorteerde smeltwaterafzettingen. Geologische boringen zijn geraadpleegd om te beoordelen in welke fase deze zanden zijn afgezet. Zo is er bij de vier gebieden deels sprake van gestuwde zanden, maar ook van jongere rivierafzettingen.

² De Bakker & Schelling, 1981.

³ De Bakker & Schelling, 1981.

⁴ Ten Cate et al., 1995.



Figuur 3. Onderzoeklocaties langs transecten in de vier gebieden.

Aanvullend op de uitgebreide beschrijvingen langs de transecten, is in de in te richten percelen een ruimtelijke bodemkartering uitgevoerd. Daarmee is de variatie in de bodem in beeld gebracht en daarmee de potenties en maatregelenadvies (bijv. verwijderen opgebrachte grond). De kartering bestaat uit ondiepe boringen (<80 cm) op relatief korte afstand van elkaar, afhankelijk van de variatie in bodemtypen, verstoring en reliëf die zich voordoen in het veld. Het bodemtype, de dikte van de opgebrachte en geploegde grond zijn beschreven, er zijn geen volledige bodembeschrijvingen gemaakt. De boorlocaties zijn weergegeven in het rapport.

2.1.2 Hydrologie

In de boorgaten is einde zomer 2022 (oktober) en einde winter 2023 (februari/maart) de waterstanden gemeten. Dit geeft een beeld van de waterstanden in het gebied na een droge en natte periode. De zomer van 2022 was zeer droog met 151 mm neerslag tegen een langjarig gemiddelde (1991–2020) van 260 mm. In de winter van 2022–2023 viel er relatief veel neerslag, 296 mm, vergeleken met het langjarig gemiddelde van 240 mm.⁵

Ook in de sloten langs de transecten zijn de waterstanden gemeten. Aanvullend zijn peilbuismeetreeksen geraadpleegd uit het DINO-loket om meer inzicht te krijgen in het waterstandsverloop over meerdere jaren. De gegevens zijn geanalyseerd met het programma Menyanthes (KWR).

⁵ Neerslaggegevens weerstation Epe, KNMI. De zomer omvat de maanden juni t/m augustus, de winter omvat de maanden december t/m februari.



2.1.3 Waterkwaliteit

Om een beeld te krijgen van de watertypen in het gebied (regen- of juist grondwater) zijn in de boorgaten (grondwater) en sloten in oktober 2022 en februari/maart 2023 ook de pH en het EGV gemeten. Lage pH en EGV-waarden duiden meer op regenwaterinvloed, terwijl hogere waarden duiden op grondwater en/of voedselrijk water. Aanvullend is door onderzoekcentrum B-WARE op een aantal locaties de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater bemonsterd in april 2023. De locaties zijn verdeeld over het gebied. Onder andere de pH, het EGV en concentraties van diverse elementen zijn onderzocht. Voor een volledige beschrijving van de methode, wordt verwezen naar de rapportage van onderzoekcentrum B-WARE, Bijlage 1.

2.1.4 Bodemkwaliteit

De bodemkwaliteit is eveneens door onderzoekcentrum B-WARE geanalyseerd. Dit is gedaan om grip te krijgen op de natuurpotenties, knelpunten en het maatregelenadvies om de potenties te kunnen verzilveren. Deze gegevens vormden samen met de ruimtelijke bodemkartering (zie onderaan 2.1.1) de basis voor het maatregelenadvies. Globaal is op vier dieptes bemonsterd, namelijk de toplaag (0–20 cm–mv), 20–30, 30–40 en 40–50 cm–mv. De exacte bemonsteringsdieptes werden afgestemd op de bodemhorizonten. Wanneer er sprake was van opgebrachte grond is tot minimaal het oude maaiveld bemonsterd. Van de bodemmonsters zijn onder andere het voor planten beschikbare fosfaatgehalte (Olsen-P) bepaald, de pH en diverse vrij beschikbare en totale hoeveelheid elementen. Voor een volledige beschrijving van de methode, wordt verwezen naar de rapportage van onderzoekcentrum B-WARE, Bijlage 1.

2.2 Mens

De LESA bevat een korte beschrijving van cultuurhistorische elementen en ontwikkelingen in het plangebied. Uitgebreidere beschrijvingen zijn te vinden in onder andere:

- Landschapsbiografie van de Veluwe⁶
- Cultuurhistorische kansenkaart Wisselse Poort⁷
- Archeologisch, landschappelijk en historisch-geografisch onderzoek onderzoekgebied Groot Soerel⁸

Naast deze literatuur is een aantal historisch-topografische kaarten geraadpleegd om een beeld te krijgen van de ontwikkelingen in het landschap en het landgebruik:

- 1570 van Sgrooten⁹
- Prekadastrale kaart met landgebruik en belastingwaarde via HISGIS¹⁰
- Historische kaarten van de Beeldbank van het Geldersch Archief
- 1827–1830 van De Man uit het archief van Wageningen University & Research
- Diverse kaarten van 1815 tot heden via webapplicatie Topotijdreis
- Oorspronkelijk Aanwijzende Tafels (OAT) via het archief van Wageningen University & Research

⁶ Neefjes, 2018.

⁷ Vista landschapsarchitectuur en stedenbouw i.s.m. Lantschap, 2011.

⁸ Willemse et al., 2009.

⁹ Kaart van de Veluwe 1570, Christiaan Sgrooten. Bron: Koninklijke Bibliotheek Brussel, geraadpleegd via <https://www.elspeethistorie.nl/luchtfotos/topografische-kaarten/veluwe-1570>

¹⁰ <https://hisgis.nl/kaartviewer/gelderland>



- Website van de Bekenstichting (bekenatlas)

2.3 Natuur

2.3.1 Vegetatie en flora

Voorbereiding

Voor de flora zijn per gebied alle waarnemingen van plantensoorten van de laatste 10 jaar uit de NDFF gehaald. Daaruit is per gebied een karteersoortenlijst met doel- en storingssoorten samengesteld. Deze bevat alle zeldzame soorten en Rode Lijstsoorten en de soorten die indicatief zijn voor milieumstandigheden als vocht, voedselrijkdom, zuurgraad, kwel, verstoring en verrijking. Per karteersoort is de indicatie aangegeven.

Ook is per gebied een vergelijking gemaakt met de soorten in de NDFF die langer dan 10 jaar geleden zijn waargenomen. Hieruit volgt een lijst van “verdwenen” soorten per gebied. Met als kanttekening dat het niet zeker is dat deze soorten werkelijk verdwenen zijn; het kan ook zijn dat er sindsdien niet (goed) is gekeken of dat de soort over het hoofd is gezien.

Voor de aanwezige vegetatietypen zijn de door GLK aangeleverde gegevens uit de SNL monitoring bekeken. Er bleken nog weinig gegevens bekend te zijn. De gebieden bevatten veel natuurbeheertypen waarvoor in de SNL monitoring geen vegetatiekartering wordt uitgevoerd. De gegevens die wel aanwezig waren zijn gebruikt bij de toekenning van de vegetatietypen tijdens het veldwerk.

Ook is de Landelijke vegetatiedatabank geraadpleegd om te zien welke vegetatieopnamen van het gebied bekend zijn en welke vegetatietypen hieraan zijn toegekend. Dit geeft weliswaar een onvolledig beeld, maar geeft wel enige indicatie van aanwezige vegetatietypen. Ook dit is, voor zover van toepassing, gebruikt bij de toekenning van de vegetatietypen tijdens het veldwerk.

Verder is een module aangemaakt om in Fieldmaps in het terrein de gegevens van de vegetatie en de flora te kunnen opnemen.

Veldwerk

Langs de transecten zijn in mei/juni 2023 de vegetatietypen gekarteerd. Daarbij is een breedte van 2,5 m aan weerszijden van het transect aangehouden. Waar het vegetatietype veranderde, werd een nieuw traject gestart. Een traject bestaat dus uit één vegetatietype (met aan de randen vaak smalle zones met andere typen of overgangstypen). Per vegetatietraject is het vegetatietype benoemd volgens de indeling van de Revisie Vegetatie van Nederland (een inschatting op basis van expert judgement). Ook is per traject een korte karakteristiek gegeven met kenmerken als structuur, openheid, kruidenrijkdom, meest voorkomende soorten en bijzondere soorten.

Langs de transecten waar de boringen zijn uitgevoerd zijn puntwaarnemingen vastgelegd van de locaties van indicatorsoorten (voor o.a. kwel, voedselrijkdom). Voor soorten die veel voorkomen is om de 25 meter een punt gezet. Soorten die net buiten de 2,5 meter breedte aan weerszijden van de raai werden aangetroffen zijn wel ingevoerd, evenals soorten op



andere interessante plekken in het gebied (bijvoorbeeld in kwelsloten of plekken met natte bossen buiten de transecten). Dergelijke plekken zijn gericht bezocht op basis van informatie uit de NDFF of waarneming van bijzondere plekken tijdens de overige veldbezoeken. Per soort is het voorkomen vastgelegd volgens de Floron-aantalscode. Tijdens het veldwerk zijn soms nog enkele karteersoorten toegevoegd die relevant bleken.

Uitwerking

De vegetatietypen zijn op kaart weergegeven en in de dwarsdoorsnedes met de boringen geplaatst. Met behulp daarvan zijn patronen in het voorkomen van de typen en relaties met de abiotiek benoemd. De vegetatietypen zijn beschreven met behulp van de korte karakteristiek per vegetatietraject en er is een oordeel gegeven over de kwaliteit, de volledigheid en in hoeverre ze voldoen aan de te verwachten typen voor dit gebied.

De gekarteerde soorten zijn op kaart weergegeven, samen met de waarnemingen van diezelfde soorten uit de NDFF. Er is een kaart gemaakt per type indicatie, zoals vochtig, voedselarm, kwel en verstoring. Per gebied kunnen andere typen indicaties relevant zijn. Patronen in het voorkomen van de soorten en relaties met de abiotiek zijn benoemd.

Voor de langer dan tien jaar geleden verdwenen soorten is bepaald wat deze indiceren en of hiermee een mogelijke ontwikkeling zichtbaar is.

2.3.2 Fauna

Op fauna is niet gericht geïnventariseerd. Toevallige waarnemingen van relevante fauna zijn wel opgenomen evenals relevante informatie (zoals over beekprik in de Nijmolense en Smallertse Beek). Aangegeven is in hoeverre deze informatie ondersteunend is voor de conclusies of juist aanleiding geeft voor een aanscherping hiervan.

2.4 Dataverwerking en rapportage

De onderzoeksdata zijn uitgewerkt tot kaarten met ArcMap (ESRI). Van de data langs transecten zijn dwarsprofielen uitgewerkt waarvoor de bodembeschrijvingen zijn vereenvoudigd tot een aantal relevante eenheden (zoals zand, leem, veen). Maaiveldprofielen zijn afgeleid van het AHN3. De dwarsprofielen geven inzicht in de wisselwerking tussen geologisch substraat, bodem, water en vegetatie.

Op basis van de verschillende onderzoeken is een LESA opgesteld waarbij zowel naar het regionale systeem met de vier gebieden is gekeken, als specifiek naar elk gebied. De verschillende geofactoren zijn uitgewerkt, uitmondend in een synthese: hoe functioneert het gebied van nature, wat zijn de veranderingen geweest, welke potenties en knelpunten spelen er?

Vervolgens is een inrichtingsadvies opgesteld gebaseerd op de potenties van het gebied op basis van de LESA en de knelpunten die er spelen.

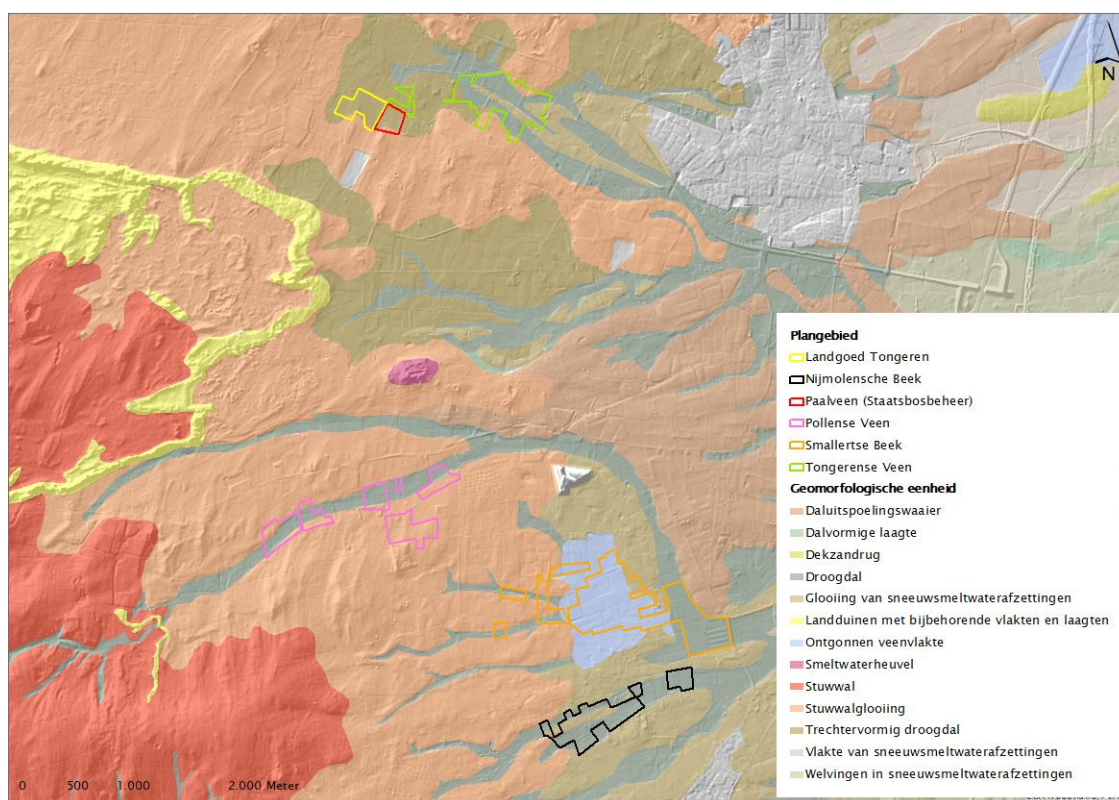
3 Regionaal systeem

3.1 Geologie en reliëf

3.1.1 Smeltwaterdalen

De deelgebieden Tongerense veen, Pollense Veen, Smallertse Beek en Nijmolense beek liggen op de oostflank van de Veluwe, in smeltwaterdalen die in de laatste ijstijd, het Weichselien, zijn ontstaan (circa 116.000–12.000 jaar geleden) (Figuur 4).

De afwisseling tussen zeer koude en warme fases in het Weichselien, leidde tot hellingafspoelingen en dalvorming op de stuwwallen door smeltwaterprocessen. Hoewel de meeste dalen west-oost liggen, buigt die vanuit het dal van de Smallertse Beek benedenstrooms van het Pollense Veen af naar het zuiden. Dat komt doordat Emst op een daluitspoelingswaaier ligt, die even daarvoor is ontstaan in dezelfde ijstijd. Deze puinwaaier werkt samen met andere smeltwatergordels vertragend op de afvoer van water door de droogdalen die als het ware worden omklemd door de daluitspoelingswaaier (Figuur 4).



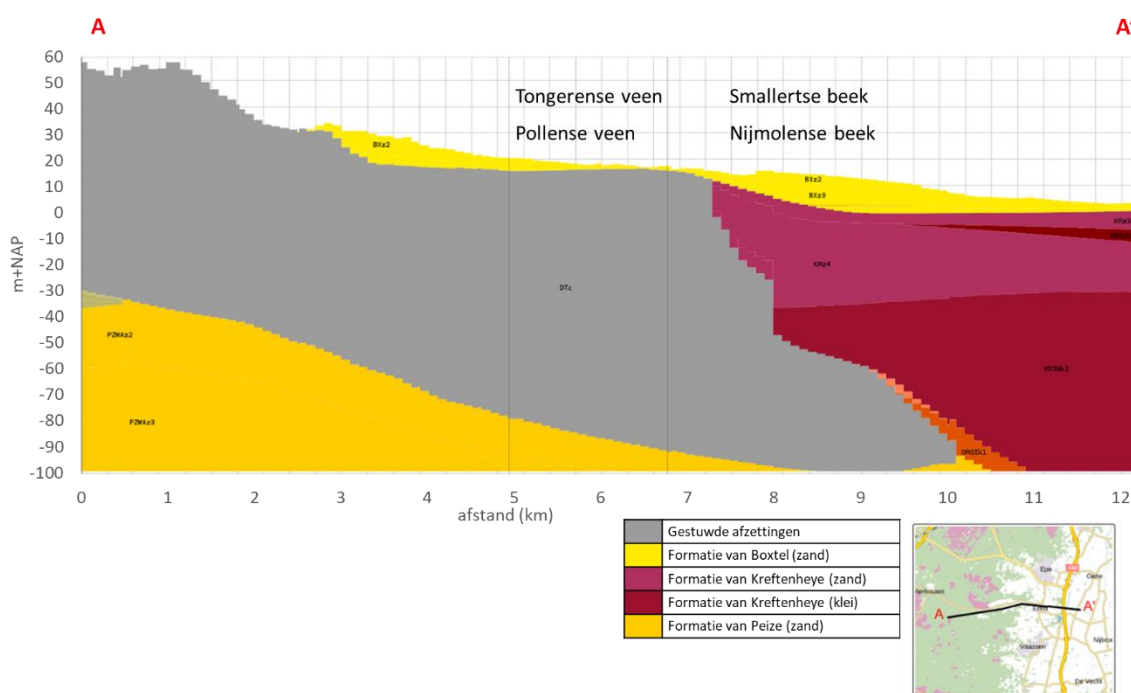
Figuur 4. De vier gebieden liggen vrijwel geheel in de lange, smalle smeltwaterdalen (grijs) op de oostflank van de Veluwe.

3.1.2 Stuwwal versus tongbekken

De vier gebieden liggen op verschillende posities op de Veluweflank. De meest westelijke gebieden, het Tongerense Veen en Pollense Veen, liggen op gestuwde oude rivierafzettingen uit de voorlaatste ijstijd, het Saalien (238.000–126.000 jaar geleden) (grijs in Figuur 5). De gebieden Nijmolense Beek en Smallertse Beek liggen niet op de stuwwal maar in het diep uitgesleten tongbekken dat is net als de stuwwal is ontstaan in het Saalien. Na het Saalien is dit bekken opgevuld met zeer kalkrijke smeltwatermeerafzettingen uit het

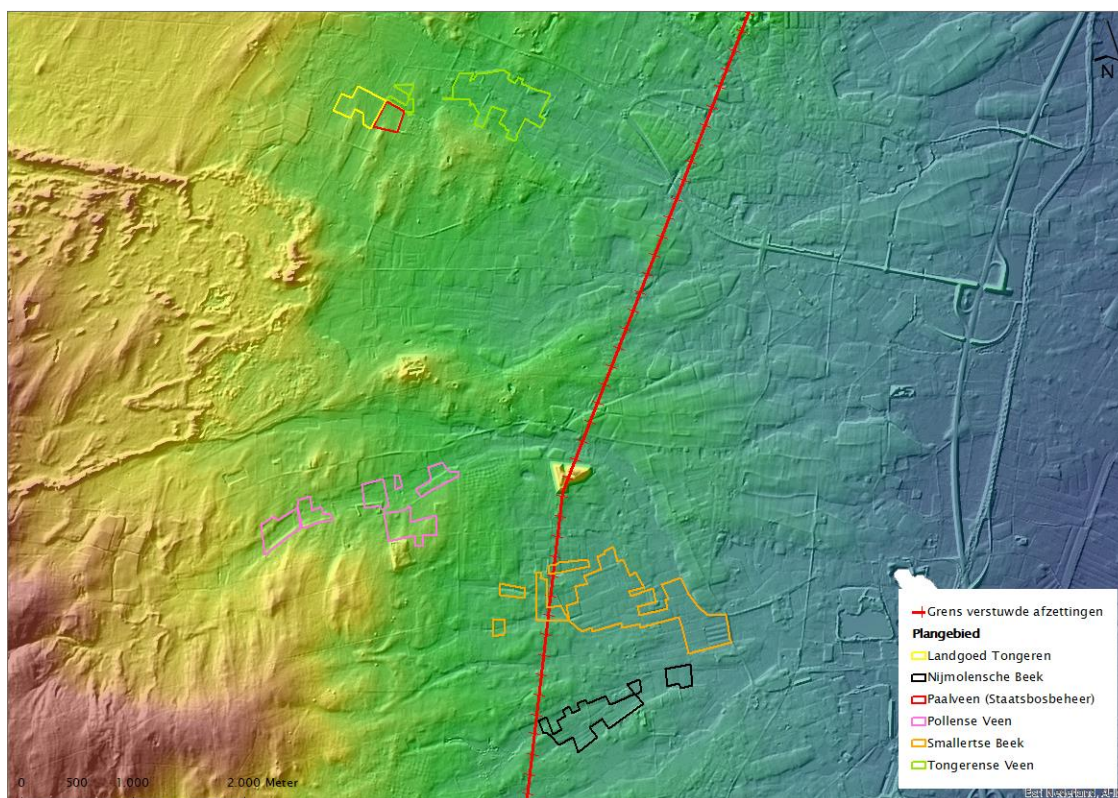
Rijnsysteem (formatie van Kreftenheye). Vooral tijdens het warmere Eemien (126.000–116.000 jaar geleden) zijn kleilagen afgezet en vond ook veenvorming plaats. In de diverse geologische boringen zijn de Kreftenheye–afzettingen ook in de omgeving van Epe en Vaassen in de ondergrond aanwezig. De grens tussen verstuwde afzettingen en Kreftenheye–afzettingen ligt op basis van deze geologische gegevens net ten westen van Epe en Vaassen (Figuur 6).¹¹

Tijdens het Weichselien (116.000–12.000 jaar geleden) heeft zich een afwisseling van permafrost en de opdooi daarvan plaatsgevonden. Dit leidde ertoe dat zich bovenop de kalkrijke rivierafzettingen een dik pakket van grind, zand en löss- en siltlagen is afgezet (behorend tot de formatie van Boxtel).



Figuur 5. Geologische dwarsdoorsnede van de Veluwe richting het oosten, met de positionering van de deelgebieden. REGIS II, TNO-DINO-loket, bewerking.

¹¹ Diepe boringen uit www.dinoloket.nl



Figuur 6. Geologische grens tussen verstuwde (links) en dalopvullingsafzettingen met Rijnmateriaal gevolgd door smeltwater- en windafzettingen (rechts).

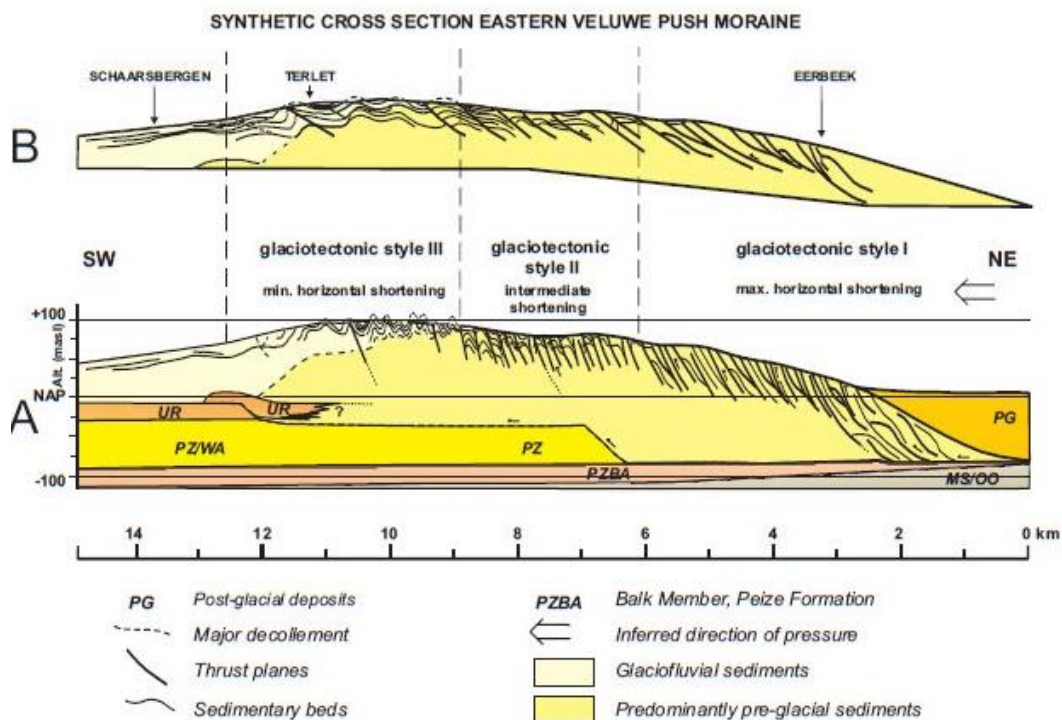
3.1.3 Kleischotten

Op de stuwwal zijn noord-zuid-georiënteerde ribbelstructuren te zien (Figuur 6). Deze zijn ontstaan door verstuwning van verschillende grondlagen door het landijs in het Saalien (Figuur 7). Op basis van de geologische grens tussen gestuwde en niet gestuwde afzettingen zijn alleen in de omgeving van het Paalveen, Tongerense veen en Pollense Veen scheefgestelde lagen te verwachten (style I in Figuur 7). De structuren worden in diverse literatuur geassocieerd met de ligging van kleilagen, ook wel kleischotten genoemd. Een 'kleischot' klinkt wellicht als een massief kleipakket, terwijl het in de praktijk kan gaan om dunne banden zoals aangetroffen in een sloottalud bij het Wisselse Veen (Figuur 8) en met geofysisch onderzoek bij de Motketel (Apeldoorn).¹² De noord-zuid-georiënteerde ruggen bevatten ook niet per definitie kleischotten: ze kunnen ook bestaan uit zwaarder materiaal (grof zand en grind) wat maar beperkt onderhevig is aan erosie, waardoor het materiaal nu als rug in het landschap te zien is.¹³ In elk geval leiden de gestuwde kleilagen tot plaatselijk grote waterstandsverschillen, zoals aangetoond in eerdere studies op basis van peilbuizen op de oost-Veluwe.¹⁴

¹² LESA Motketel (Kroondomein het Loo), Bosgroepen in voorbereiding.

¹³ Mondelinge mededeling J. Candel & V. Bense (WUR) en geofysisch onderzoek in de Motketel bij Apeldoorn (Bosgroepen in voorbereiding).

¹⁴ Van Engelenburg et al., 2012; Tjiedeman et al., 2023.



Figuur 7. vorming van plooien (style III, vervolgens scheefstelling (style I) en bedekking (style II) tijdens verstuiving vanuit oostelijke richting. Alleen in het Paalveen, Tongerense veen en Pollense veen komen deze glaciotectionische verstuivingen voor. In dit onderzoek zijn siltlagen

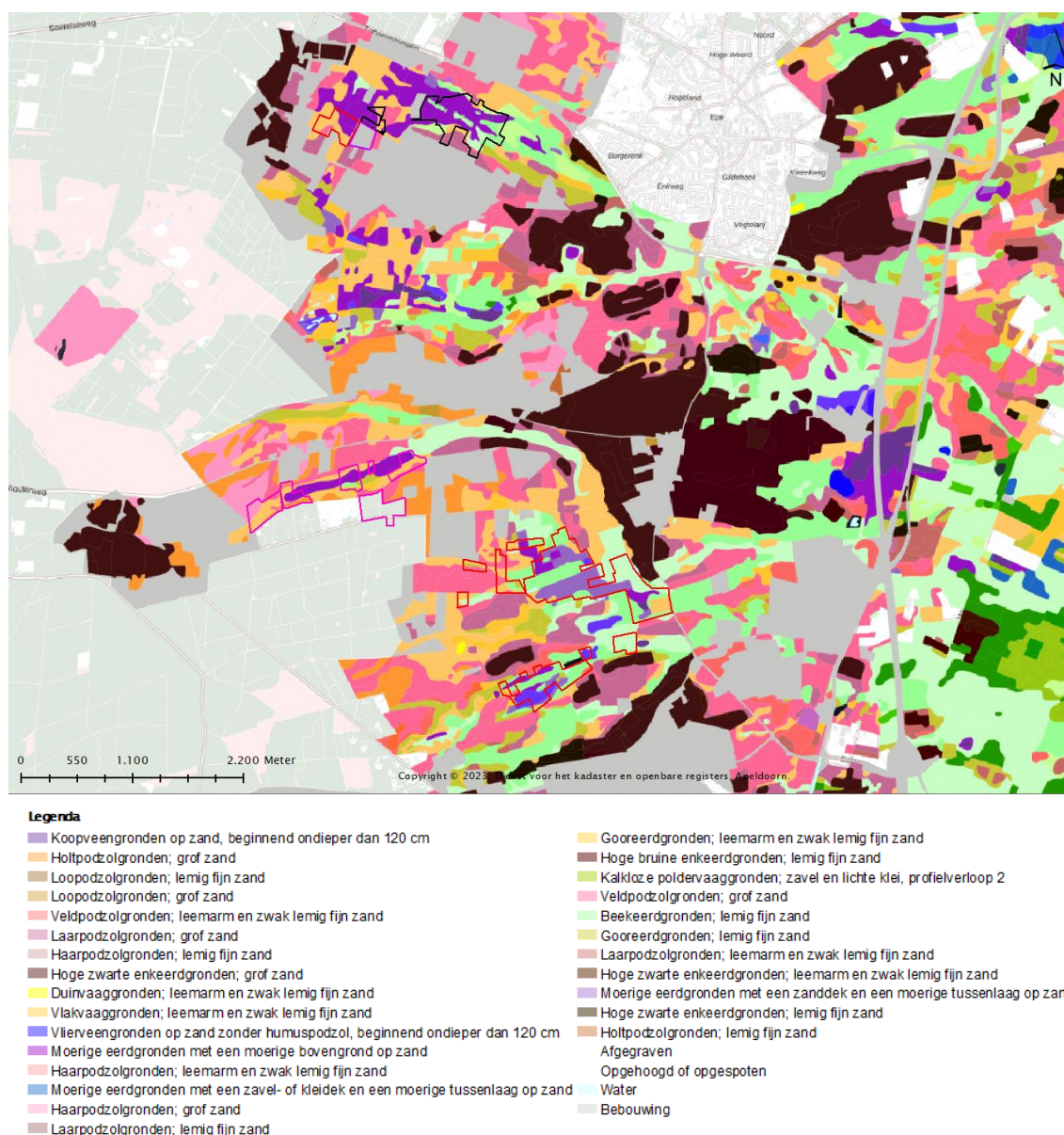


Figuur 8. Subtiële siltbanden (kleischotten genoemd) die leiden tot stijghoogteverschillen van grondwater. Links gefotografeerd in een ontwateringssloot op landgoed Tongeren, rechts op Oud Groevenbeek (Ermelo). De gleyverschijnselen markeren de invloed van ijzerhoudend grondwater. Foto's: Karel Hanhart, Eelerwoude.

3.2 Bodem

3.2.1 Bodemtypen

De landelijke bodemkaart geeft een beeld van de bodem ter hoogte van de plangebieden in de huidige tijd. Voor deze gebieden is een 1:10.000 bodemkaart aanwezig die op lokaal niveau meer inzicht geeft in plekken waar historisch gezien infiltratie, het uittreden van grondwater of stagnatie van water heeft plaatsgevonden. De kaart toont nog veengronden (blauwe zones) in de Nijmolense Beek, de overige gebieden bevatten geen veen meer maar moerige eerdgronden (paarse zones), deze hebben een veenpakket dunner dan 40 cm waarschijnlijk als gevolg van ontvening en ontwatering. De resultaten van het veldonderzoek in het kader van de LESA's van de vier gebieden bevestigt dit beeld.



Figuur 9. De bodemkaart, schaal 1:10.000 toont een grillig beeld van droge (roze, oranje en bruine) en natte gebieden (groene, paarse en blauwe).



De infiltratiezones (roze en oranje zones) zijn podzolgronden of enkeerdgronden (oude bouwlandcomplexen met een plaggendeek) en bevinden zich in gebieden met een neergaande waterbeweging. De groene terreindelen zijn zogenaamde beekeerdgronden, gevormd onder invloed van ijzerhoudend grondwater. Door droogval in de zomer komt hier geen veen of een moerige bovengrond voor.

In de niet gestuwde zone wat verdere oostelijk vormt het reliëf van dalspoelingswaaiers en glooiingen van smeltwaterafzettingen blokkades in smeltwaterdalen. Hierdoor zijn als het ware semi-geïsoleerde laagten ontstaan waar het grondwater moeilijk uit weg kon stromen en veenmoerassen ontstonden.

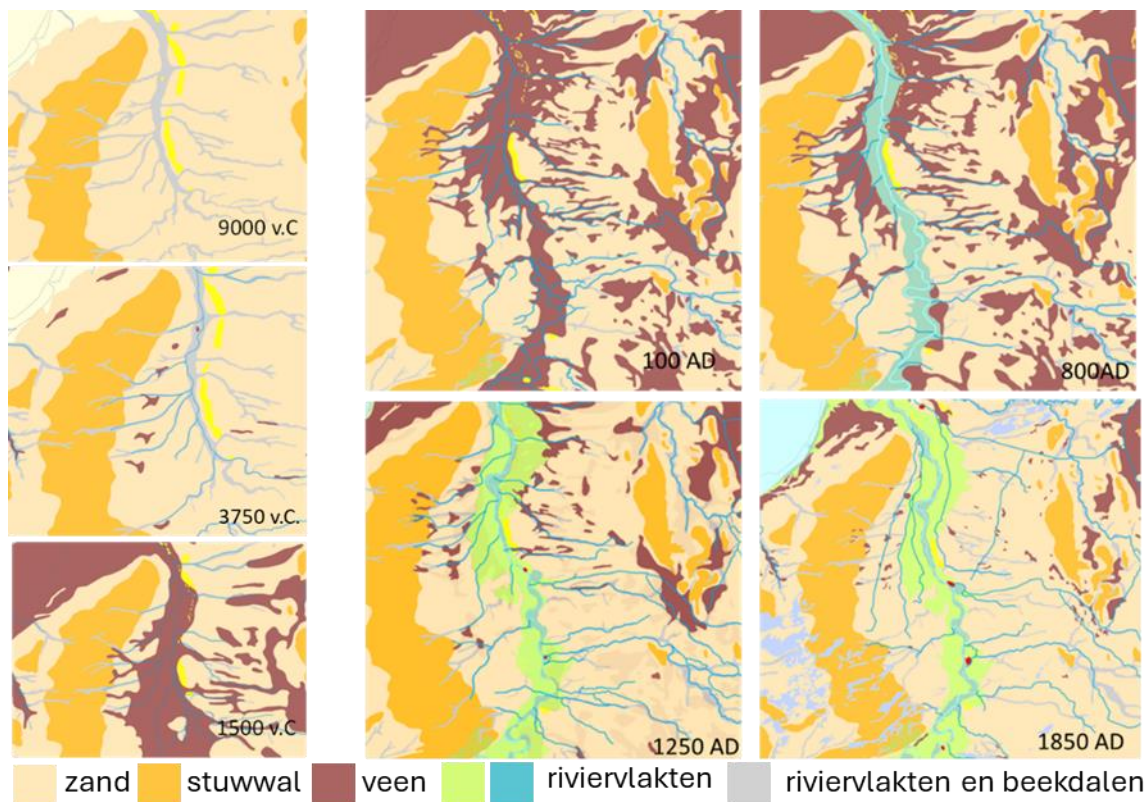
3.2.2 Veenvorming op de Oost-Veluwe

De ouderdom van veen in het Nederlandse landschap is door Vos (2015) bepaald op basis van beschikbare koolstofdateringen. Figuur 10 toont deze (paleografische) kaarten voor verschillende tijdsperioden op de Veluwe en het IJsseldal. Op de Noord-Veluwe zijn op de kaart van 9000 v.C. de smeltwaterdalen te zien waarin in de huidige tijd de gebieden van GLK liggen. Door opwarming en stijging van de waterstanden, begonnen zich venen te vormen, die vanaf 3750 v.C. op de paleografische kaart verschijnen. De venen breiden zich in de loop der jaren uit. Vanaf 800 n.C. ontstaat de IJssel die het veen bij de rivier bedekt met klei. In de tijd die volgt neemt het veenareaal af als gevolg van ontvening door de mens en verdroging (Figuur 10).

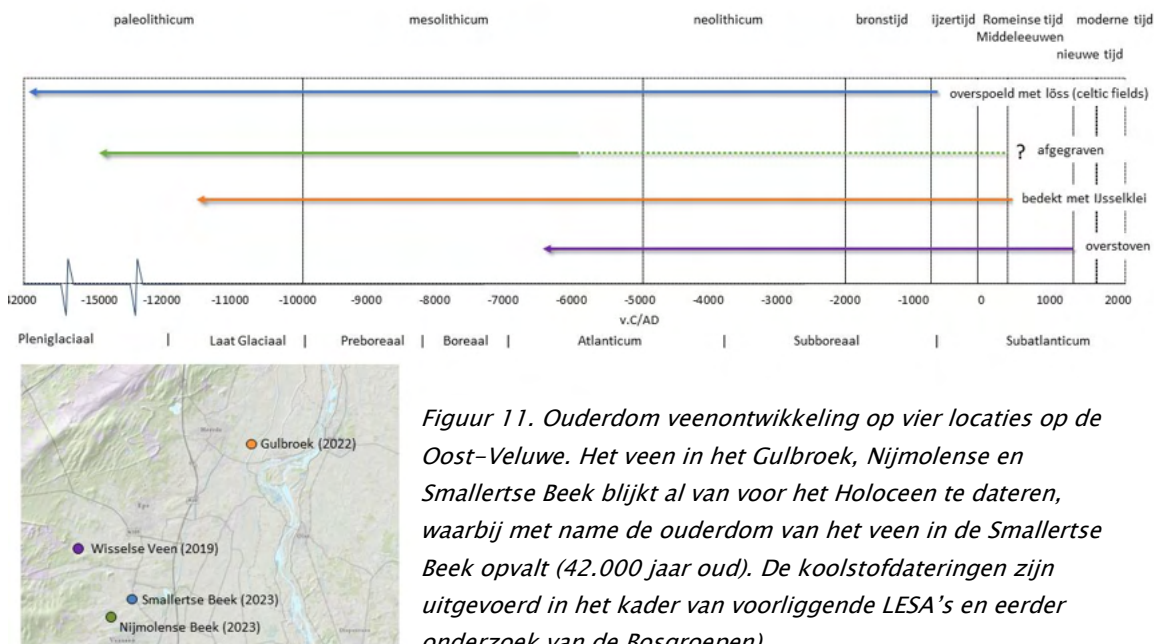
In het kader van de LESA's Nijmolense en Smallertse Beek is in beide gebieden op een locatie de basis van het veen bemonsterd en gedateerd. De veenvorming blijkt op basis daarvan al (veel) eerder op gang te zijn gekomen: 15.000 tot zelfs 42.000 jaar geleden, in het Pleniglaciaal. Ook van de nabije gebieden Wisselse Veen en Gulbroek is bekend dat de veenvorming eerder op gang kwam (Figuur 11).¹⁵ Op dezelfde vier plekken zijn ook de toplagen van het veen bemonsterd. In het Gulbroek en het Wisselse Veen is het veen bedekt met respectievelijk IJsselklei en stuifzand.

Bij de Nijmolense en Smallertse Beek is de toplaag van het intacte veen 751–411 v. Chr., een datering uit de midden ijzertijd. Hierboven is een laag colluvium van verspoelde löss aanwezig. Er zijn sterke aanwijzingen dat dit verspoelde materiaal afkomstig is vanaf de grootschalige ontbossingen die toen plaatsvonden door de aanleg van Celtic Fields. Bovenop het colluvium is een bandering van niet te dateren organische afzetting met löss. Het is aannemelijk dat de toplaag is ontgraven door de latere plaggenwinning/steken van turf/verdroging door ontwatering.

¹⁵ Jansen et al, 2019; Kieskamp et al., 2022.



Figuur 10. Ontwikkeling van bodem van de Veluwe en in het IJsseldal vanaf 9000 v.C. tot 1850 AD. Volgens deze kaarten begint de veenvorming in de smeltwatergeulen pas rond 3750 v.C. (bron: Vos, 2015, geraadpleegd via rce.webgispublisher.nl/Viewer.aspx?map=Paleogeografischekaarten).



Figuur 11. Ouderdom veenontwikkeling op vier locaties op de Oost-Veluwe. Het veen in het Gulbroek, Nijmolense en Smallertse Beek blijkt al van voor het Holoceen te dateren, waarbij met name de ouderdom van het veen in de Smallertse Beek opvalt (42.000 jaar oud). De koolstofdateringen zijn uitgevoerd in het kader van voorliggende LESA's en eerder onderzoek van de Bosgroepen).



3.3 Hydrologie

3.3.1 Regionaal hydrologisch systeem

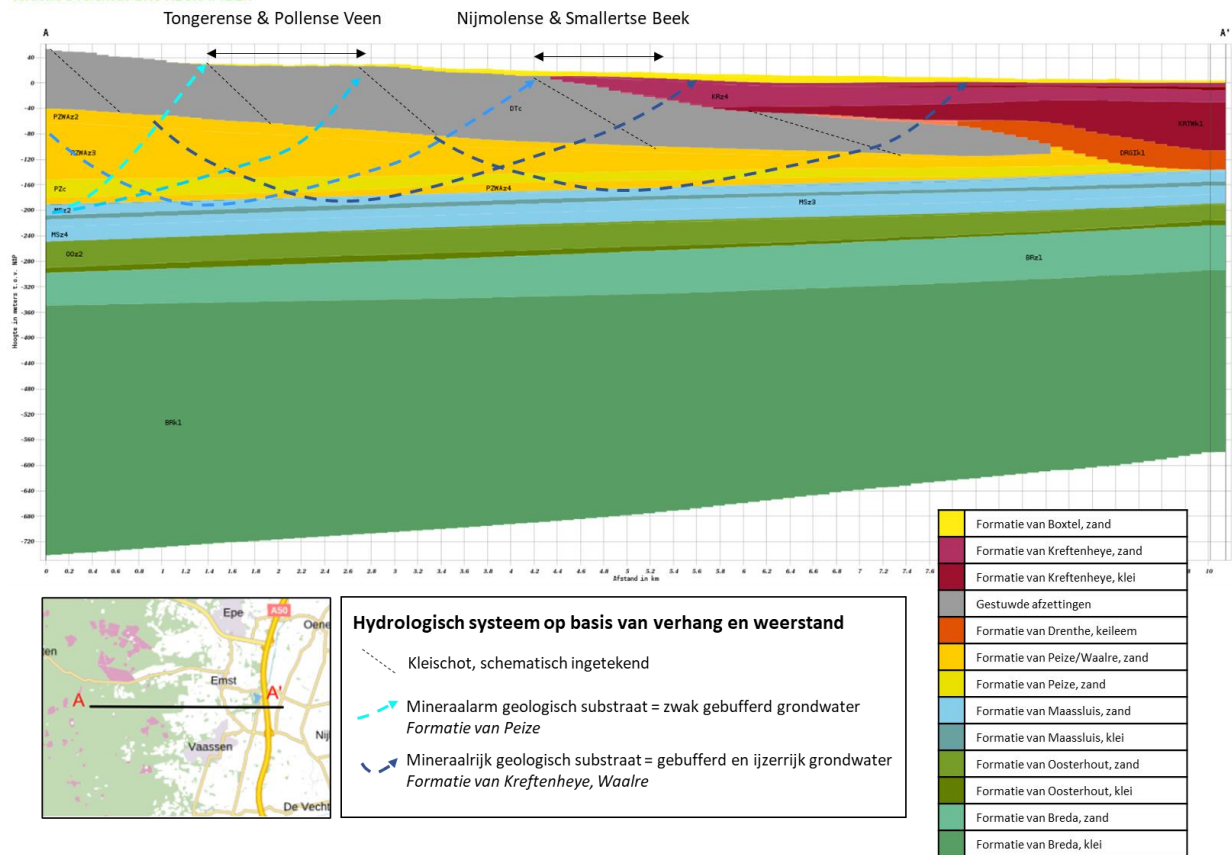
De hydrologie op de Oost-Veluwe wordt gevormd door het reliëfverschil tussen de stuwwal en de IJsselvallei en diverse storingszones in de ondergrond. Het watervoerendpakket vernauwt zich van circa 50m NAP op de top van de stuwwal tot circa 2 m NAP in de IJsselvallei (Figuur 12). Dit betekent dat het grondwater van west naar oost door de ondergrond stroomt. De grootste weerstand, de hydrologische systeembasis (klei) begint vanaf circa 200m onder NAP, maar loopt richting het oosten op naar circa 140m onder NAP. Dit betekent dat het watervoerendstelsel zich vernauwt, wanneer er vanaf de stuwwal druk via infiltrerend grondwater op het hydrologisch systeem wordt uitgeoefend.

Het tongbekken uit het Saalien vormt eigenlijk de grens tussen doorlatende mineraal arme en slecht doorlatende mineraalrijke afzettingen, waartussen doorlatende mineraalrijke zandlagen voorkomen. De basis van dit tongbekken is opgevuld met slechtdoorlatende keileem (Formatie van Drenthe, laagpakket van Gieten), gevolgd door Rijnklei uit de (formatie van Kreftenheye, laagpakket van Twello). Hoger in het tongbekken ligt ook een dunnere kleilaag van deze zelfde formatie (laagpakket van Zutphen). De Holocene IJsselklei, speelt geen rol van betekenis in dit geheel.

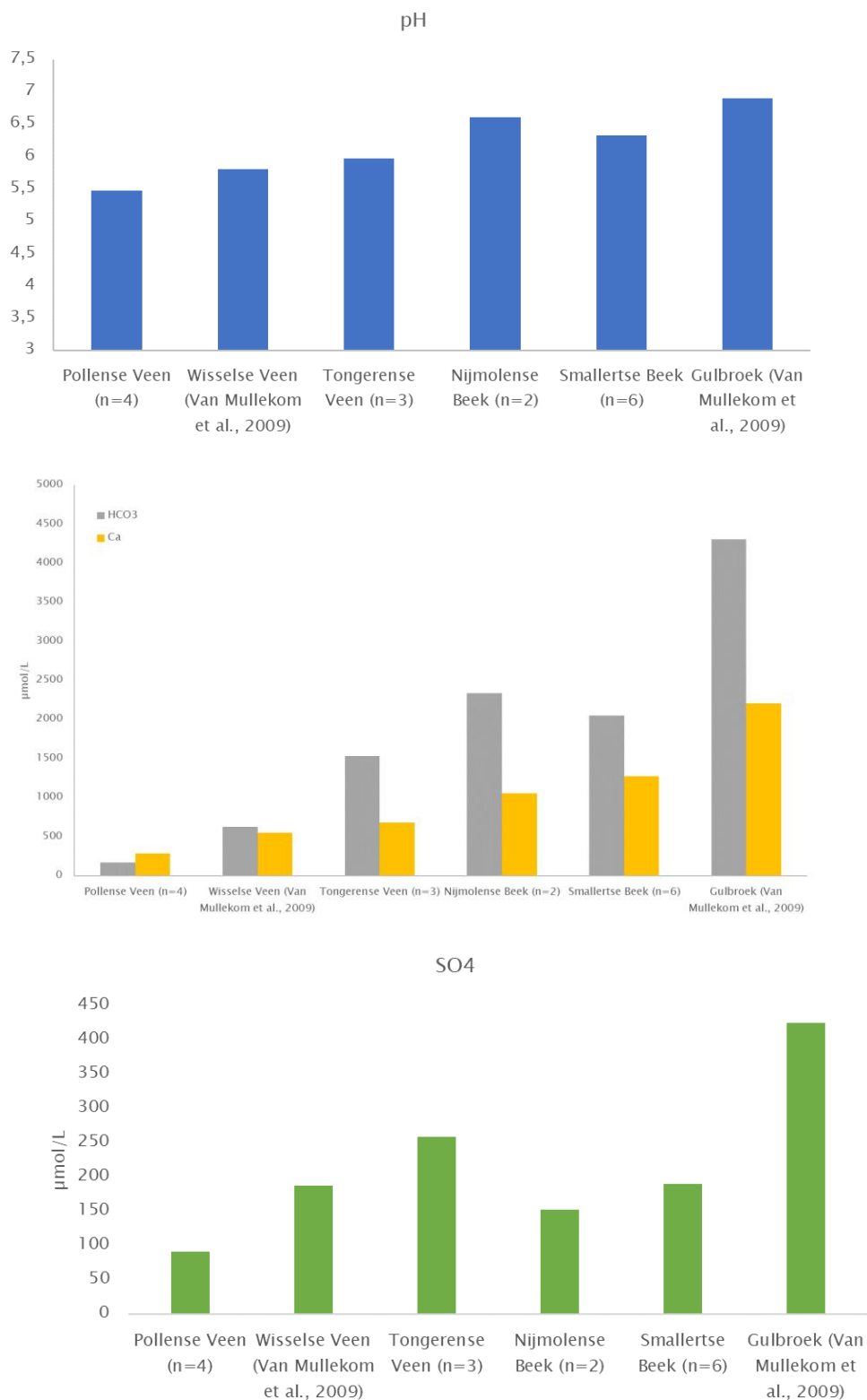
Het gestuwde pakket ten westen van dit tongbekken (DTc) bevat dunne, vermoedelijk onderbroken silt- of kleilagen, die zijn scheefgesteld. Dit betekent dat er ook in het bovenliggende gestuwde pakket, vanaf de Veluwe richting het oosten, steeds meer weerstand in de ondergrond wordt opgebouwd. De onderliggende zandpakketten van de formatie van Peize/Waalre zijn doorlatend, maar vernauwen zich richting het oosten door boven- en onderliggende klei.

De conclusie luidt dat het watervoerendpakket van het Veluwesysteem richting het oosten steeds verder onder druk komt te staan en er een sterke grondwaterdruk in laaggelegen gebieden voorkomt (Figuur 12). Er is een heel duidelijk gradiënt te zien in buffering (zuurgraad, alkaliniteit en calcium) vanaf de Veluwe richting de IJsselvallei (Figuur 13). Dit gradiënt is ook enigszins zichtbaar in de hoeveelheid sulfaat dat waarschijnlijk vanuit diep onderliggende Tertiaire formaties (F.v. Maassluis, Oosterhout, Breda) afkomstig is en vanuit richting het oosten sterk toenemende bodemweerstand wordt opgeperst (Figuur 13).

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.1



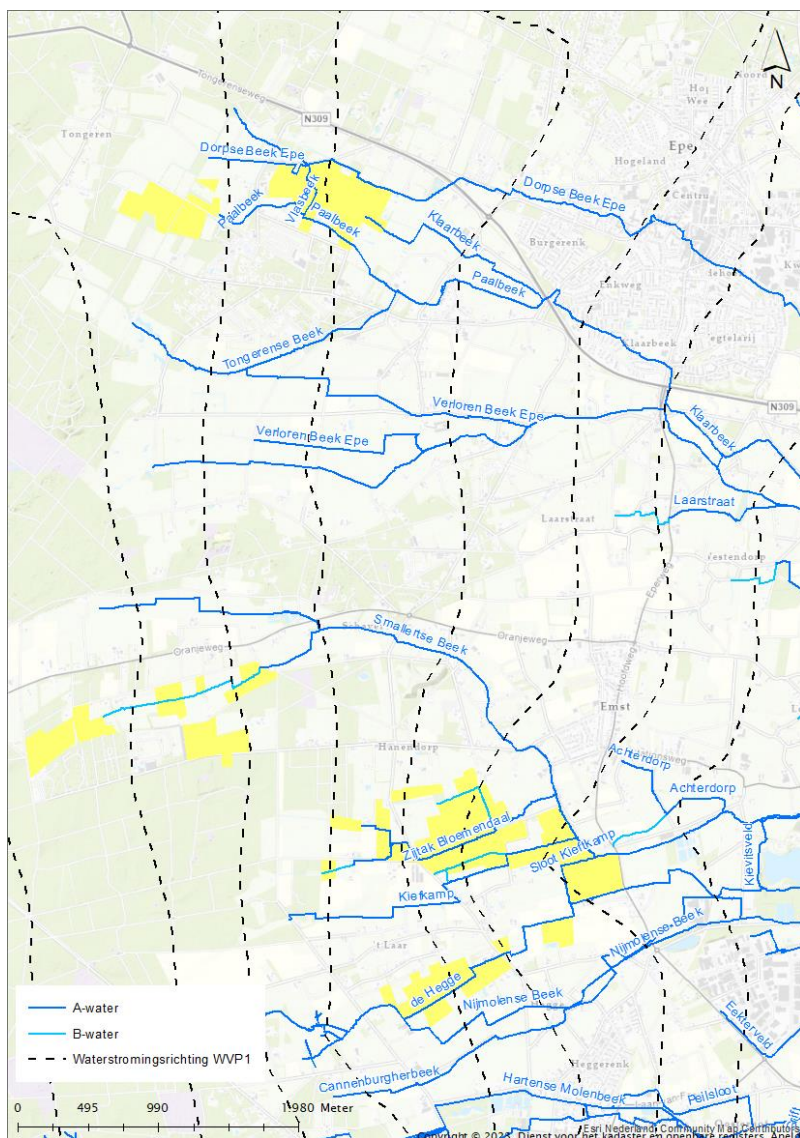
Figuur 12. Geologische doorsnede van doorlatende (zand) en slechtdoorlatende (klei) afzettingen. Doordat het gebied naar het oosten afhelt en richting het oosten vernauwing van kleipakketten in de ondergrond aanwezig is zal het grondwater vanuit het westen onder druk komen te staan. Door verstoringen van silt/klei in de gestuwde afzettingen van de Veluwe zal het onder druk gestelde grondwater zich een weg naar boven zoeken. Alle laaggelegen gebieden op de oostflank van de Veluwe zijn daardoor sterk grondwatergevoed.



Figuur 13. Overzicht van de zuurbuffering van Veluwe richting de IJsselvallei. De verschillen tussen arm stuwalmateriaal en rijk rivierzand in het tongbekken komt fraai tot uiting in de alkaliniteit en hoeveelheid calcium. De aanwezigheid van sulfaat heeft vermoedelijk een relatie met diep grondwater dat in contact komt met Tertiaire zeeafzettingen in de ondergrond.

3.3.2 Watergangen en grondwaterstromingsrichting

Het isohypsenpatroon, is gebaseerd op gelijke waterstandshoogten in peilbuizen. Wanneer haaks op het patroon wordt gekeken blijkt de regionale stromingsrichting het reliëf te volgen en is globaal west-oost. De smeltwaterdalen hebben op een kleiner schaalniveau ook effect op de stromingsrichting zoals te zien bij het Tongerense Veen. Daar is de voeding meer vanuit het zuidwesten. Op een meer lokaal schaalniveau zijn de watergangen in het gebied van invloed op de stromingsrichting. Deze liggen veelal haaks op het isohypsenpatroon, in de smeltwaterdalen (Figuur 14). De hoofdwatergangen in de deelgebieden zijn van noord naar zuid de Vlasbeek en Paalbeek (Tongerense Veen), de Smallertse Beek met diverse zijwatergangen en de Nijmolense Beek met diverse zijwatergangen. De Smallertse Beek maakt een knik naar het zuiden, hij is hier langs de westflank van de smeltwaterwaaier gegraven, de verhoging waarop Emst gelegen is (Figuur 14).

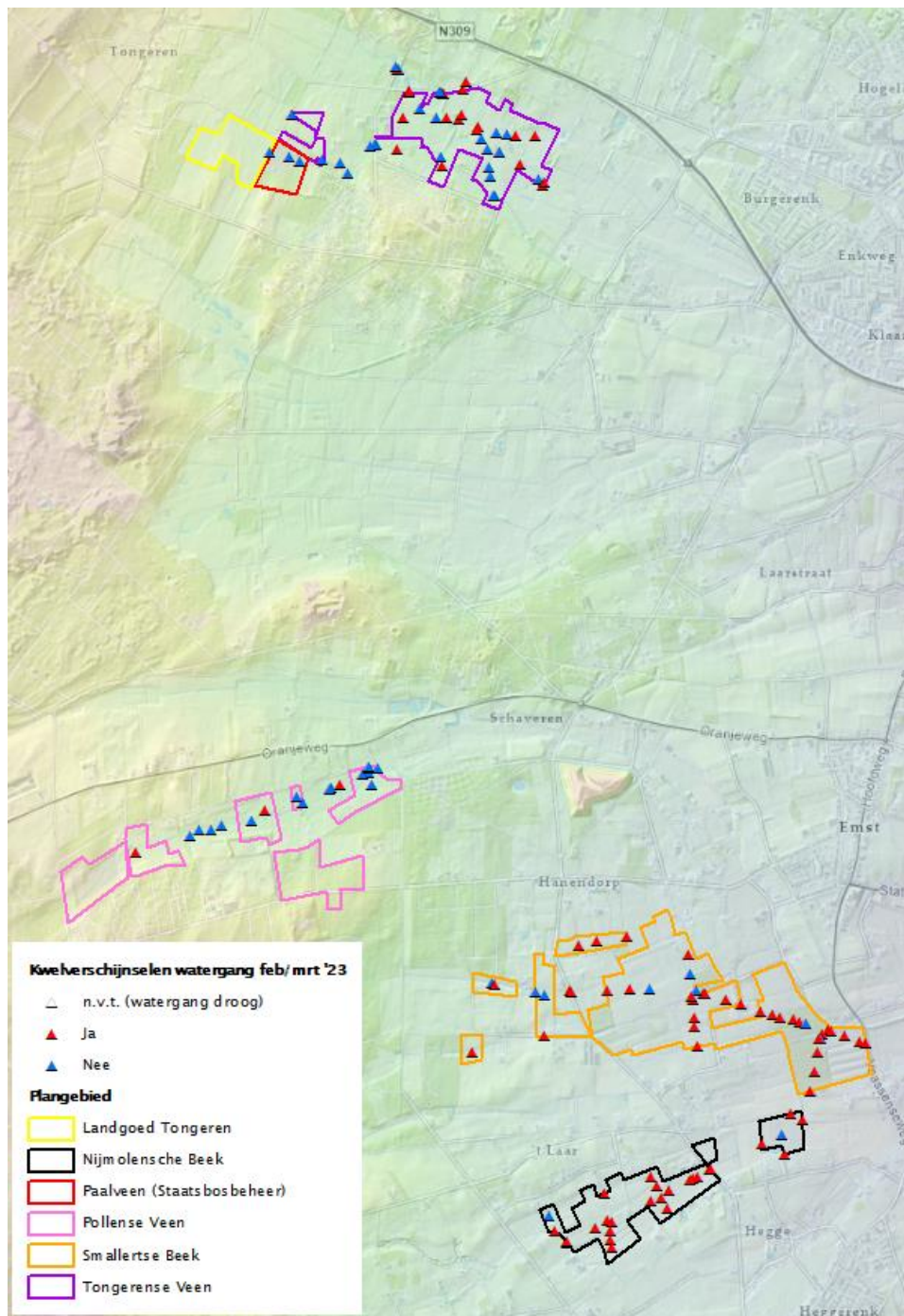


Figuur 14. Watergangen (A- en B-wateren, Legger Waterschap Vallei & Veluwe) en isohypsen (bron isohypsen: grondwatertools).



3.3.3 Lokaal watersysteem in relatie tot regionaal hydrologisch systeem

De grens van het Veluwesysteem en het tongbekken van het IJsseldal komt tot uiting in het voorkomen van ijzerrijk grondwater, een indicatie voor dieper grondwater. Vooral het landgoed Tongeren, Paalveen en Pollense Veen bevatten grotendeels ijzerarm freatisch grondwater. In de Nijmolense en Smallertse beek, die dichterbij het tongbekken liggen, overheerst ijzerrijk grondwater. Dit water is in aanraking geweest met de rijke afzettingen van de formatie van Kreftenheye, in het tongbekken (Paragraaf 3.1.2). In het Tongerense veen komt zowel ijzerarm als ijzerrijk grondwater voor. Die ijzerrijkdom is niet het gevolg van aanrijking door afzettingen in het tongbekken, want het Tongerense Veen ligt te ver naar het westen, op de stuwwal. Een mogelijke verklaring voor de ijzerrijkdom is dat dat dieper grondwater betreft dat in aanraking is geweest met diep gelegen, rijke afzettingen uit de formatie van Maassluis (Figuur 12). De verhoogde sulfaatconcentraties zijn hier een ook aanwijzing voor, want het betreffen zee-afzettingen die rijk zijn aan pyriet (FeS_2).

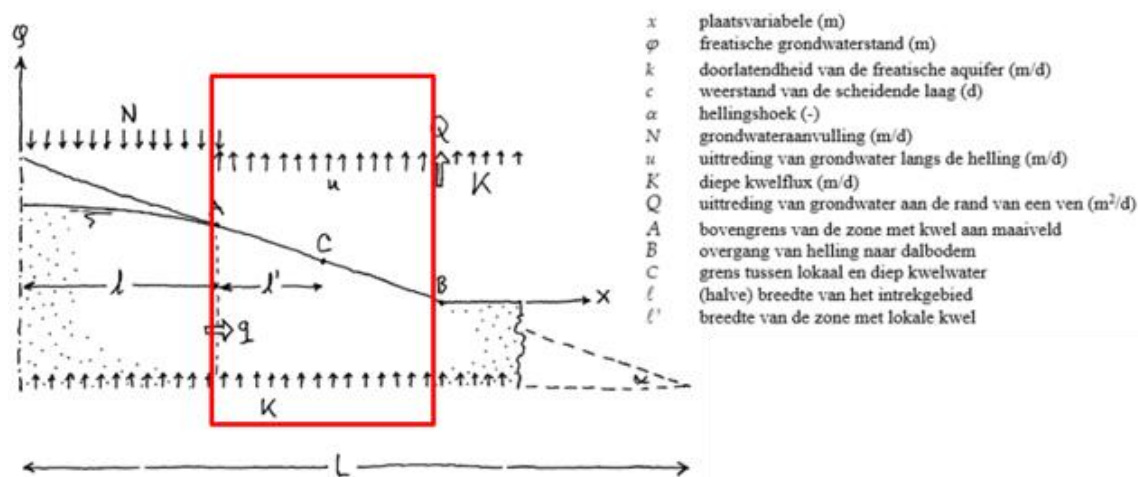


Figuur 15. Kwelverschijnselen in de watergangen in de vier gebieden einde winter 2023.

De kwelverschijnselen die zichtbaar zijn, liggen vooral op sterke terreintreden in het landschap. Op de flanken van de smeltwaterdalen vindt een preferentie toestroming van grondwater uit de diepere ondergrond plaats. Deze zone wordt de kwelhelling genoemd, beschreven door Jansen & Maas (2000) (Figuur 16). Infiltrerend regenwater (N) in omliggende zandruggen komt in de ondiepe ondergrond het freatisch grondwater tegen (K). Hierdoor zal een deel van het grondwater horizontaal richting de smeltwaterdalen stromen (q). Stroming van grondwater vindt plaats op hellende terreindelen. Onderin de dalen staat in de winter het water op maaiveld, waardoor in plassen geen sprake is van helling (B). Op het knikpunt van de helling naar de plassen zal daarom het grondwater

uittreden (l'). De kweldruk in combinatie met het niveau van de plas (of sloot) bepaald de hoogte en zone waar het grondwater uittreedt. In een natuurlijke situatie zal het grondwater in een brede zone uittreden (C).

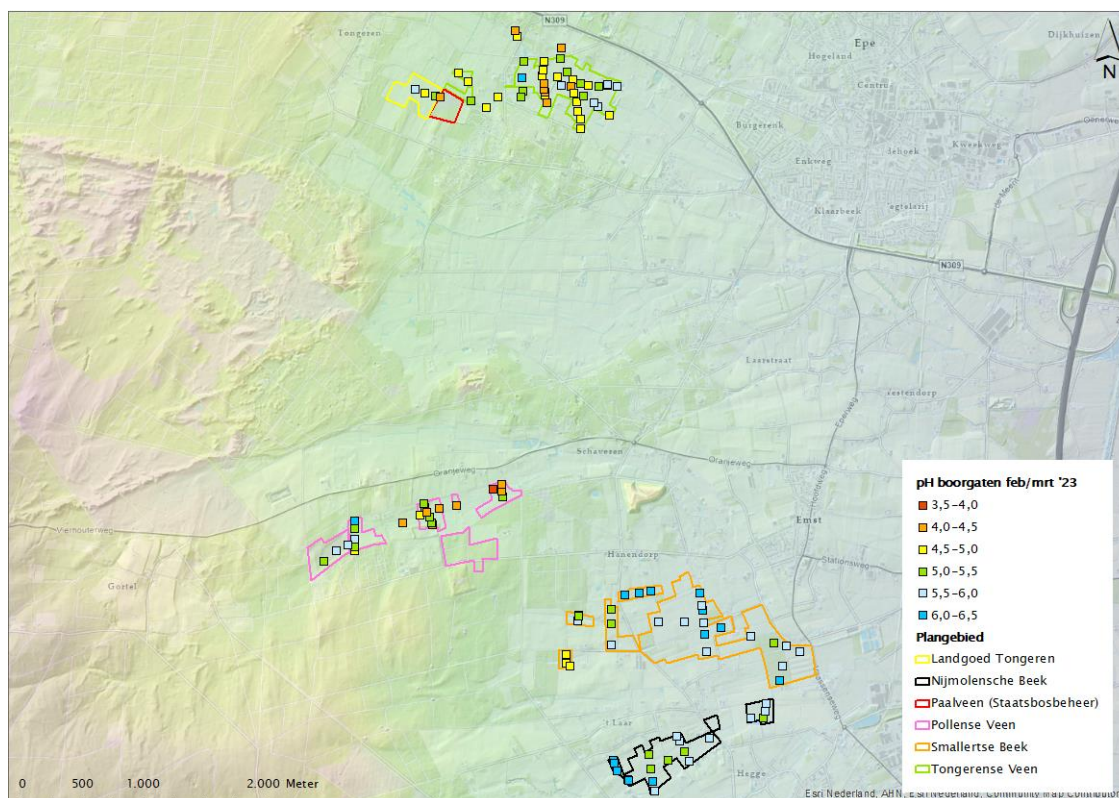
De kwelhelling is op grote schaal aanwezig langs alle randen van de smeltwaterdalen (knikpunt beekerdgronden en veengronden).



Figuur 16. Wiskundige benadering van de relatie tussen het lokale grondwatersysteem dat wordt gevormd door infiltrerend regenwater (N) in omliggende zandruigen en het regionale hydrologische systeem dat vooral uittreedt (K) in hellende gebieden waar geen regenwater stagneert (C). Stagnerend regenwater leidt tot remming van uit de hoger gelegen hellingen toetredend grondwater (B en x). Het grondwater zal daarom vooral uittreden op het grensvlak van helling naar plas (u en l'). Jansen & Maas, 2000.

pH

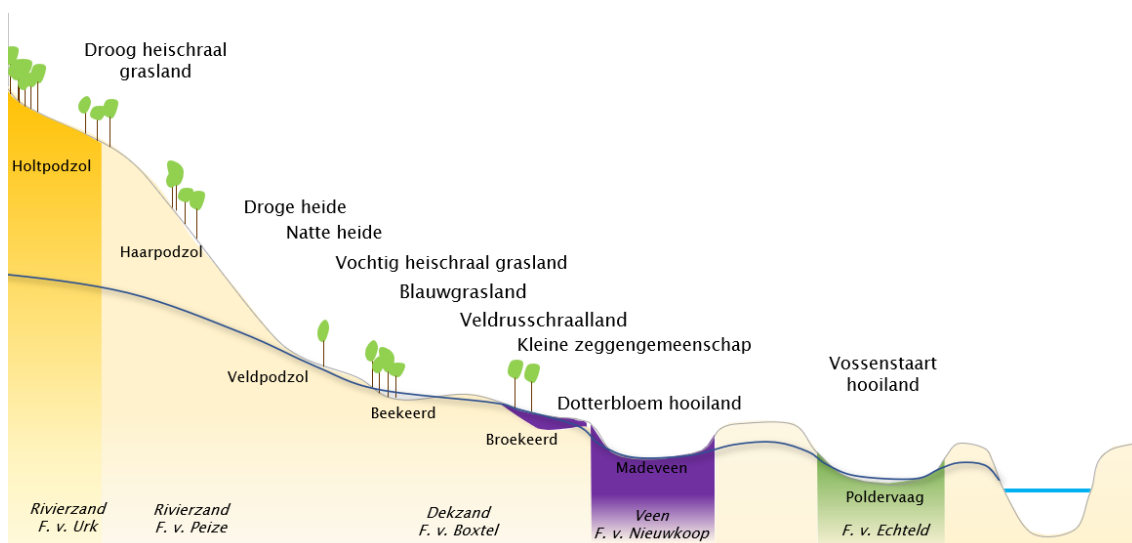
Figuur 17 toont de pH van het grondwater in boorgaten einde winter 2023 ter illustratie van de verschillen in waterkwaliteit tussen de vier gebieden. De pH-waarden van het grondwater in het iets hoger gelegen Pollense Veen en Tongerense Veen is relatief laag ten opzichte van de Nijmolense en Smallertse Beek, namelijk 3,5–5,5 (zuur tot matig zuur). In de Smallertse en Nijmolense Beek zijn veelal pH-waarden van 5,5–6,5 gemeten (zwak zuur tot zwak gebufferd). Het lijkt er dus op dat de laatste twee gebieden in de winter invloed hebben van gebufferd grondwater, met hogere pH-waarden als gevolg.



Figuur 17. pH van het grondwater in boorgaten (ca. 1-2 m diepte) einde winter 2023.

3.4 Te verwachten vegetatie

Op basis van de landschapsvormende factoren, bodem en water en aangetroffen indicatorsoorten zijn op hoofdlijnen de volgende potenties voor de vegetatie af te leiden. In Figuur 18 is globaal de opeenvolging van te verwachten vegetatiegemeenschappen aangegeven in de plangebieden. Hierbij is uitgegaan van een beheer van maaien en afvoeren, zoals dit van oudsher in dergelijke gebieden is gevoerd en waarbij de halfnatuurlijke graslanden en heiden zijn ontstaan. Deze gemeenschappen zijn vaak rijk aan zeldzame en bedreigde soorten. Tot halverwege de twintigste eeuw kwamen deze typen graslanden in Nederland veel en met grote oppervlakten voor. Door ontwatering en bemesting zijn deze gemeenschappen op de meeste plaatsen verarmd. Figuur 18 geeft een vereenvoudigde weergave van de werkelijkheid, dus in grote lijnen een gradiënt van droog en zuur naar nat en meer basisch. In de werkelijke situatie ontstaat er ook op kleinere schaal een mozaïek van deze vegetatiegemeenschappen, door een variatie in microreliëf en milieuomstandigheden. Zo zullen bijvoorbeeld door veenvorming zure neerslaglenzen met kleine zeggenvegetatie worden gevormd in het kwelmoeras met dotterbloemhooiland.



Figuur 18. Overzicht van de vegetatiekundige gradiënt die in potentie aanwezig is. Landgoed Tongeren, het Pollense Veen liggen vooral links in de gradiënt. Het Tongerense veen, Nijmolense beek en Smallerse beek hebben hun zwaartepunt verder rechts in het schema.

Wanneer er niet wordt gemaaid en afgevoerd zal er na verloop van tijd struweel en bos ontstaan. Van nat naar droger zijn dit Wilgenbroekstruweel, Elzenbroekbos, Vogelkers–Essenbos, Berkenbroekbos, Berken–Eikenbos en Beuken–Eikenbos. Tabel 1 geeft een overzicht van de te verwachten vegetaties per bodemtype bij een extensief (maai)beheer (korte vegetatie) en bij achterwege laten van actief beheer (“climaxvegetatie”). Wanneer de abiotische condities op orde zijn, heeft bos hoge natuurwaarden. Overigens zijn goed functionerende venen zo nat dat er vrijwel geen bomen groeien.

Een kanttekening van bos is dat het een effect heeft op het bodemvocht. Dit speelt vooral op de infiltratiezones (podzolgronden) of plekken met wisselende waterstanden (gooreerdgronden, ondiepe leemgronden). In kwelgebieden lijkt ontwatering dominant over verdamping en interceptie door bomen, maar kan bos wel voor extra verdroging zorgen.

Tabel 1. Overzicht van standplaats- en vegetatiekenmerken

Bodemtype	Korte vegetatie	Climaxvegetatie
Holtpodzolgrond	Droog heischraal grasland	Beuken–Eikenbos
Haarpodzolgrond	Droge heide	Berken–Eikenbos
Veldpodzolgrond	Natte heide	Berken–Eikenbos
Beekeerdgrond	Blauwgrasland/ Kleine zeggengemeenschap/veldrusschraalland	Vogelkers–Essenbos
Broekeerdgrond	Kleine zeggengemeenschap/kalkmoeras/veldrusschraalland Dotterbloemhooiland	Berkenbroek, Elzenbroek ¹
Veengrond	Dotterbloemhooiland	Elzenbroek ¹
Waardveengrond Poldervaaggrond	Dotterbloemhooiland, Vossenstaart hooiland	Elzenbroek, Wilgenbroek

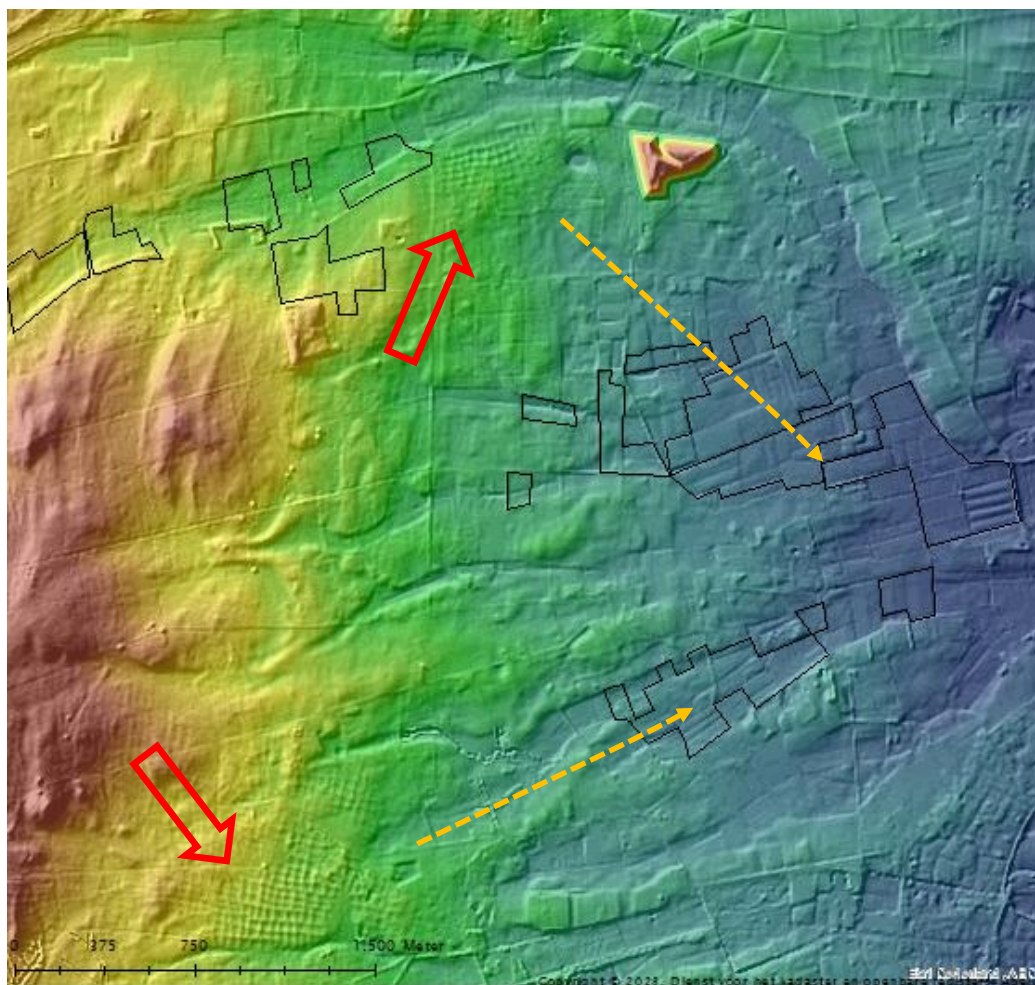
¹ Intacte venen zijn zo nat dat er weinig (en lage) bomen groeien.



In de desbetreffende deelrapporten wordt dieper ingegaan op de daadwerkelijk aangetroffen vegetaties per deelgebied, die in hoofdzaak bestaan uit rompgemeenschappen. Door ontwatering en bemesting is een vooral zuur en voedselrijk systeem ontstaan, waarbij de natte, basenrijke component in maaiveld ontbreekt. Storingsoorten als pitrus kregen hierdoor een kans. De percelen zijn relatief kortgeleden uit landbouwkundig gebruik genomen. Dankzij een verschrallingsbeheer bevatten zij een aantal indicatoren die de beschreven potenties bevestigen. Ook de vegetaties in de bestaande oudere natuurreservaten zoals het Wisselse veen, Paalveen en Nijmolense beek geven deze potentie aan. De indicatorsoorten en bestaande reservaten geven de indruk dat er ooit een complex mozaïek was van drogere en nattere plekken, waarin onder zowel zure als basische omstandigheden veenvorming plaatsvond.

3.5 Historische ontwikkelingen

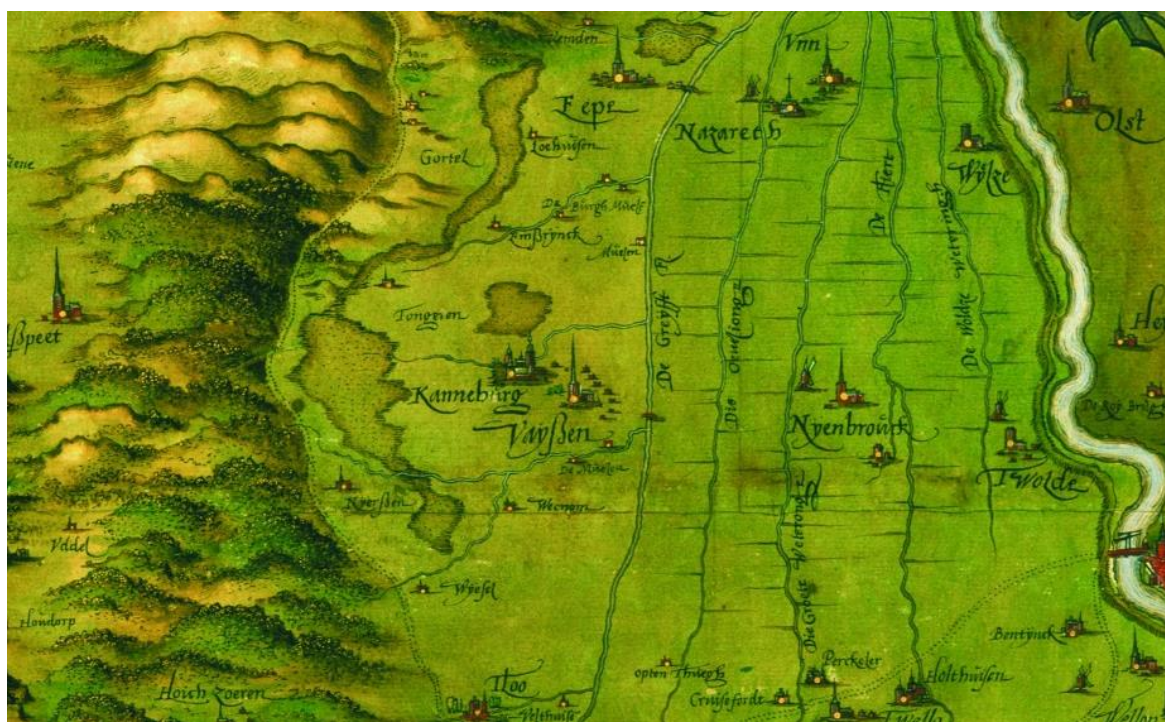
Eerder is beschreven dat al in de Midden IJzertijd (751–411 voor Christus) onomkeerbare veranderingen plaatsvonden (paragraaf 3.2.2). Aan de veenvorming in het gebied met de Smallertse beek bleek een abrupt een einde te komen door regionale ontbossing, de aanleg van Celtic Fields (Figuur 20).¹⁶ Löss spoelde weg richting de smeltwaterdalen lager in het systeem. Dit leidde in de ijzertijd al tot een eind aan de veengroei. Hiermee zijn sterke aanwijzingen dat de mens het landschap al stevig beïnvloedde.



Figuur 19. Overzicht van restanten van Celtic Fields (rode blokpijlen) en de herkomst van colluviale afzettingen in de dalbodems. In deelgebied Smallertse beek past de einddatering van het veen (751–411 v.C.) en daarmee de basis van deze verspoelde afzettingen (oranje stippelpijl) bij de aanlegfase van de Celtic Fields in de Late Prehistorie.

¹⁶ Zie LESA Smallertse Beek, Kieskamp et al., 2024.

Vanaf de 7^e en 8^e eeuw begon de bevolking op de Veluwe flink te groeien. Bossen werden gebruikt voor akkers en het weiden van vee. De halfopen boslandschappen die daardoor ontstonden, zijn te herkennen aan het toponiem 'loo', in plaatsnamen verkort tot -el, zoals Wissel ten zuiden van het Tongerense Veen. Al vanaf de vroege middeleeuwen lukte het de omwonenden om de veengebieden op de Veluweflank te ontginnen.¹⁷ Aan de soorten die toen voorkwamen is te zien dat het landgebruik intensiverde (opener bos, landbouwgewassen).¹⁸ Aan het eind van de middeleeuwen is de noord-Veluwe grotendeels boomloos volgens de oudst beschikbare kaart van de Veluwe uit 1573 (Figuur 20). Deze figuratieve kaart laat de venen zien op de oostflank van de Veluwe tussen Epe en Vaassen.



Figuur 20. Fragment van de kaart van Christian Sgrooten uit 1570 (geraadpleegd via <https://www.elspeethistorie.nl/luchtfotos/topografische-kaarten/veluwe-1570>).

In de 16^e en 17^e eeuw zijn diverse watermolens bij de gebieden aangelegd (Figuur 21; Tekstkader 1). De ligging van de Veluwe molens wijkt af van die van andere molens in Nederland, waarbij de beek werd afgedamd om voldoende hoogteverschil te krijgen. Vanwege de natuurlijke hoogteverschillen op de Veluwe kon het beekwater langs de beekdalflank worden geleid, waardoor de beken dus boven de grondwaterspiegel liggen.¹⁹ De beken in het Tongerense Veen, Nijmolense beek en Smallertse beekgebied zijn over grote delen opgeleid, wat betekent dat ze hoger in het landschap liggen (Figuur 21). Dat betekent dat ze niet draineren, of zelfs water kunnen afgeven aan omgeving. Delen zijn echter niet opgeleid en draineren wel degelijk, Dit kunnen soms korte tracés zijn die niet zijn aangeduid in Figuur 21. De watergang door het Pollense Veen is geen hoofdwatergang en staat niet op deze kaart.²⁰ Op basis van de kaart van De Man is van de bestaande

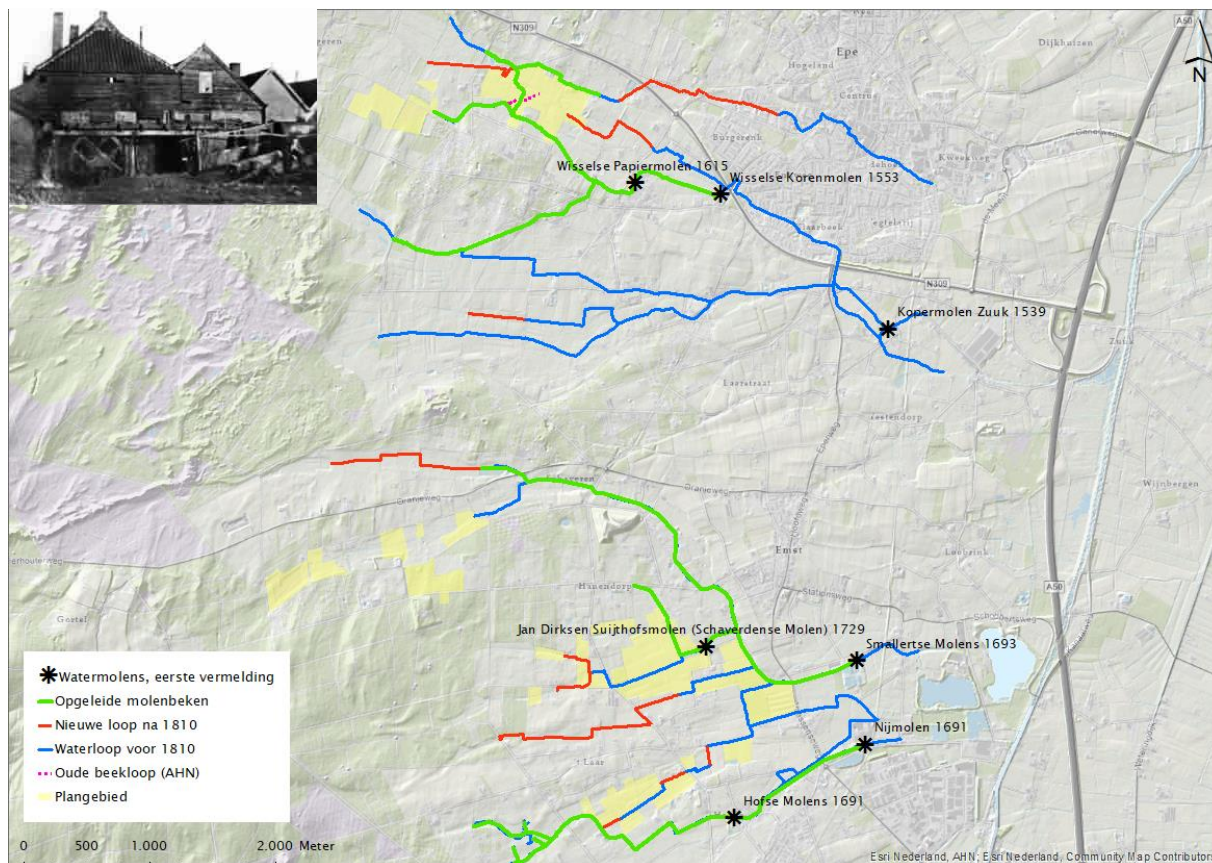
¹⁷ Neefjes, 2018.

¹⁸ Jansen et al., 2019.

¹⁹ Neefjes, 2018.

²⁰ A-water volgens legger waterschap Vallei & Veluwe.

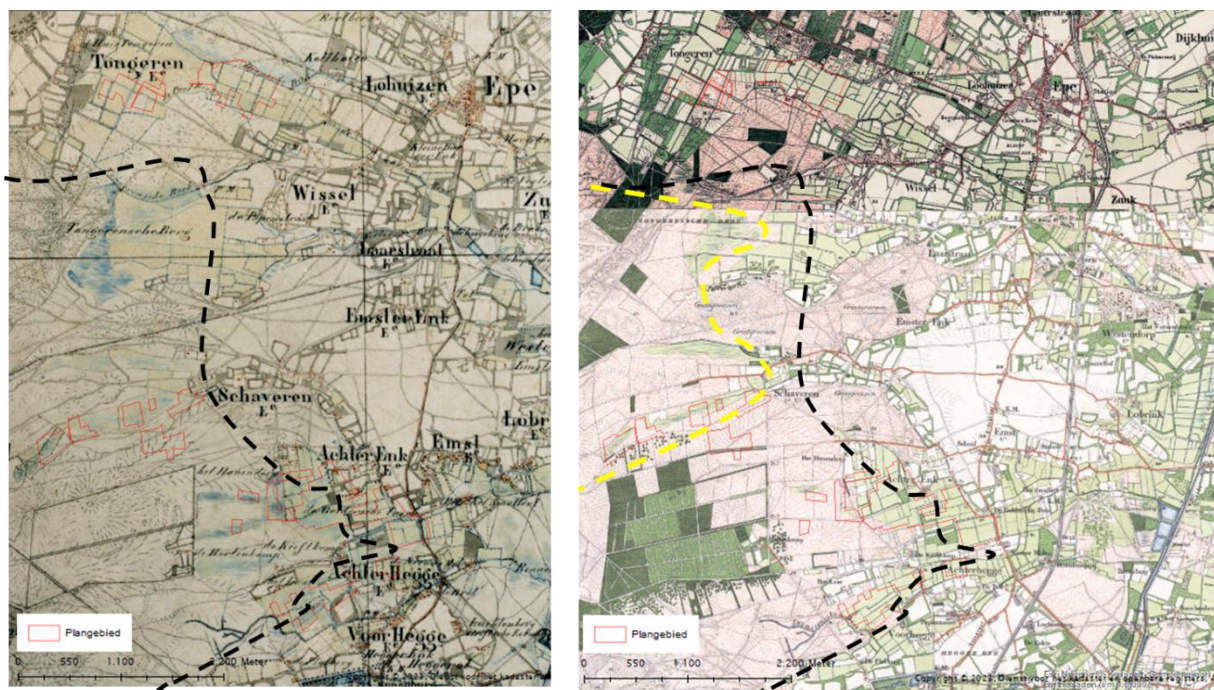
hoofdwatgangen de ouderdom aangegeven (ouder of jonger dan 1810) (Figuur 21). Dat laat zien dat na 1810 een aantal watgangen verlengd hoger op de helling, zoals bij deelgebied Smallertse Beek en ten noorden van het Pollense Veen.



Figuur 21. Ligging van watermolens 16e en 17e eeuw (databron: Bekenstichting), ligging opgeleide molenbeken (op basis van het AHN) en ouderdom overige watgangen op basis van De Man (1807). Inzetfoto: Wisselse papiermolen anno 1896 (bron: www.sprengenbeken.nl/wisselse-papiermolen)

Buiten de opgeleide beken en enkele startende ontginningen is rond 1807 het gebied nog vrijwel onontgonnen.²¹ Tussen 1807 en 1850 gaat de ontginning verder de helling op en is het Tongerense Veen en een deel van de gebieden Nijmolense en Smallertse Beek in cultuur gebracht. Tussen 1850 en 1900 wordt die grens nog verder opgeschoven naar het westen (Figuur 22).

²¹ Kaarten De Man (1807), hier niet opgenomen, zie gebiedsspecifieke rapportages.



Figuur 22. Ontginningsgrens in 1850 (links) en 1900 (rechts). Met zwart is de grens tussen wel en niet ontgonnen aangegeven rond 1850, met geel de grens in 1900.

Tekstkader 1. informatie over de watermolens nabij de onderzoeksgebieden (bron: Bekenstichting).

In de gebieden van GLK zelf hebben geen watermolens gestaan. Vlak naast het gebied Smallerlse Beek stond de Jan Dirksen Suijthofsmolen (Schaverdense Molen), voor het eerst genoemd in 1729. Ten oosten van deze molen in het bekensysteem stonden de Smallerlse molens. Dit waren papiermolens, die rond 1693 gebouwd zijn. In 1854 is de zuidelijke molen tot korenmolen verbouwd. De noordelijke molen is omstreeks 1860 afgebrand. In 1910 werd de molenplaats verkocht aan de Nederlandsche Heide Maatschappij die hier een forellenkwekerij begon en een groot complex visvijvers aanlegde. Het oude molengebouw is al gauw daarna afgebroken. Naast het huidige molengebouw is de gemetselde waterval enkele jaren geleden hersteld door het Waterschap.

Langs de Nijmolense Beek stonden ook diverse molens. De Hofse molens bestonden uit twee papiermolens, gebouwd rond 1691. In 1982 zijn beide molengebouwen afgebroken. De Nijmolen ten oosten van de Hofse molens is bekend sinds 1691. Een tweede molen is gebouwd, maar beide molens zijn afgebrand in 1745 en daarna herbouwd. De molens zijn tegenwoordig niet meer aanwezig.

Ten zuiden van het Tongerense Veen langs de Tongerense Beek stonden ook enkele molens. De Achterste Molen is gebouwd in 1710. De Wisselse Papiermolens stonden ten oosten hiervan, waarvan de eerste gebouwd is in 1615. Weer ten oosten hiervan stond de Wisselse Korenmolen, voor het eerst bekend in 1553. Al deze molens zijn tegenwoordig niet meer aanwezig. Op de plek van de Wisselse Korenmolen geeft een waterval over een keistenen glooiing de locatie aan.

Ten oosten van deze molens in het bekencomplex, ten zuiden van Epe, stonden meer korenmolens, de Zuiker Molens, waarvan de oudste voor het eerst bekend was in 1539.



Rond 1930 zijn de gebieden heel fijnmazig verkaveld en voorzien van detailontwatering. De voorheen grootschalige open landschappen zijn dan veranderd in een zeer kleinschalig cultuurlandschap. Geleidelijke overgangen van droog, arm naar nat rijk zijn dan verdwenen. Vanaf de jaren '60 van de vorige eeuw werden ook hoofdontwateringen gegraven zoals in het Pollense Veen en verdrogen en verzuren de broekgebieden. Door mineralisatie en mestoverschotten is de bodem sterk voedselrijk geworden in vergelijking met de periode voor 1900. Desondanks zijn er binnen reservaten, met lokale herstelmaatregelen toch natuurwaarden over gebleven of op zeer beperkte schaal weer tot ontwikkeling gekomen door natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond.

3.6 Synthese regionale systeem

De vier gebieden Tongerense Veen, Pollense Veen, Nijmolense en Smallertse Beek liggen in smeltwaterdalen op de Veluweflank. Ze zijn ontstaan in de laatste ijstijd en op tal van plekken was sprake van veenvorming. Dit wijst op historisch gezien permanent natte omstandigheden door een continue aanvoer van grondwater.

Er is qua milieukeurmerken een tweedeling te zien, waarbij het Tongerense en Pollense Veen westelijker en hoger in het landschap liggen. Ze liggen weliswaar op de stuwwal, maar ook in smeltwaterdalen met verstuwde en door zijn ouderdom ook armere rivierzanden. De Nijmolense en Smallertse Beek liggen lager op de stuwwalflank, eigenlijk al boven het tongbekken van de IJssel. Dit diepe bekken is na de voorlaatste ijstijd opgevuld met een dikke basis van kalkhoudende rivierklei gevolgd door kalkrijke rivierzanden en klei uit het Oerrijs-systeem. Tenslotte liggen hierboven smeltwaterafzettingen en in mindere mate windafzettingen uit de laatste ijstijd. Door het reliëf van ruggen en laagten kon het grondwater en oppervlaktewater lastig wegstromen. Hierdoor zijn al in de laatste ijstijd in alle gebieden venen ontstaan, die richting het oosten steeds meer basenhoudend worden.

Het ontstaan van veenvorming hoog in het landschap komt door vernauwing van het watervoerende pakket richting het oosten. Hierdoor wordt diep grondwater opgeperst. In het westen is dit relatief arm aan basen vanwege armere geologisch afzettingen (Formatie van Peize/Waalre). In het oosten komt is dit grondwater veel mineraalrijker door aanrijking vanuit de Formatie van Kreftenheye. Door de lagere ligging treedt hier ouder en mineraalrijker grondwater uit. In combinatie van de mineralogisch rijkere ondergrond (jongere rivierzanden) zijn deze gebieden sterker gebufferd dan het Tongerense en Pollense Veen. Doordat het grondwater vanuit het Veluwesysteem tegen de slecht doorlatende kleiopvulling in het Tongbekken van de IJssel botst en het Veluwesysteem aan zowel de bovenzijde als onderzijde door slecht doorlatende lagen wordt begrensd, is er sprake van diep uittredend grondwater. Dit water is zelfs aangerijkt met sulfaathoudende afzettingen de Tertiaire ondergrond. Door de aanwezigheid van ijzer ontstaat op sommige plekken pyriet in de bodem. Zolang de bodem waterverzadigd blijft en niet wordt bemest met nitraat blijft pyriet stabiel. Wanneer pyriet oxideert door ontwatering of bemesting leidt dat tot veenafbraak en ernstige bodemverzuring. In de deelgebieden waar dat speelt wordt hier nader op ingegaan.

Tussen 1800 en 1960 zijn de deelgebieden vooral voorzien van een fijnmazige detailontwatering en daardoor is de bodem verdroogd en verzuurd. Bijzondere planten staan wel in de slootkanten maar niet meer in de percelen. Het goede nieuws is dat door de sterke grondwaterdruk en overwegend goede waterkwaliteit het gebied eenvoudig kan



worden hersteld door interne watergangen te dempen en de doorgaande te verondiepen. Door het sterk aflopende verhang en lage ligging kan dit op tal van plekken zonder al te veel omgevingseffecten. In de uitwerkingen is per deelgebied een voorstel gemaakt welke herstelmaatregelen waar wenselijk zijn.

4 Pollense Veen

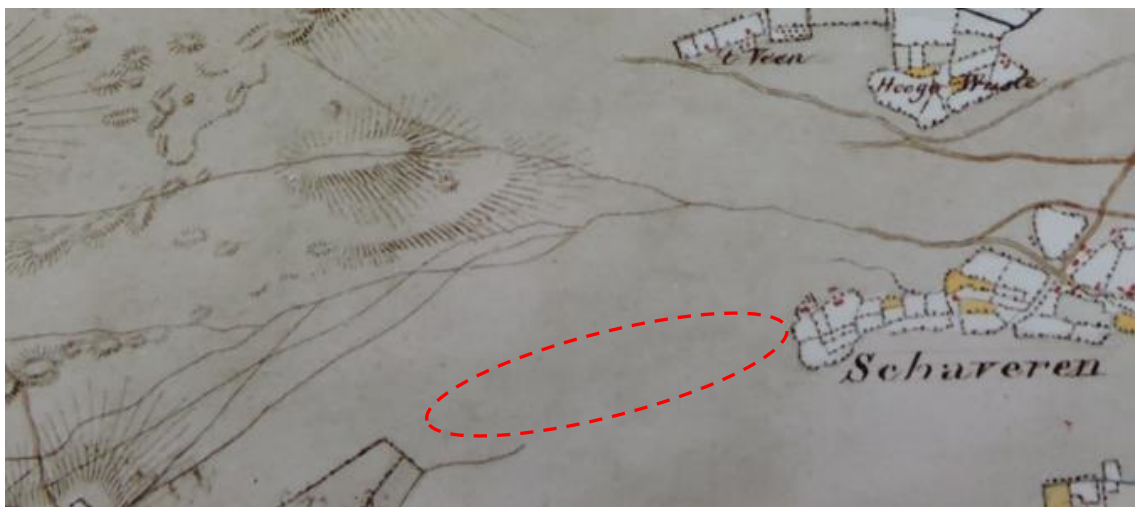
4.1 Inleiding en onderzoeksvragen

Na de beschrijving van het regionale systeem van de noordoost-Veluwe met daarin het Tongerense Veen, Pollense Veen, Smallertse en Nijmolense Beek, gaat dit hoofdstuk specifiek over het Pollense Veen. De onderzoeksvragen zijn:

- Hoe ziet het natuurlijke watersysteem eruit?
- Wat is het effect van de bovenloop van de Smallertse Beek en andere watergangen op de actuele hydrologische situatie?
- Wat zijn de actuele natuurwaarden?
- Wat zijn de natuurpotenties?
- Welke cultuurhistorische waarden kunnen worden versterkt?
- Welke maatregelen zijn mogelijk en nodig om de natuurpotenties te verzilveren?

4.2 Historische ontwikkelingen landgebruik

De oudst beschikbare historisch-topografische kaart van het Pollense Veen is die van De Man uit 1807 (Figuur 23). Het Pollense Veen ligt ten westen van Schaveren en is nog vrijwel geheel onontgonnen. Het natte gebied loopt westelijker verder door.



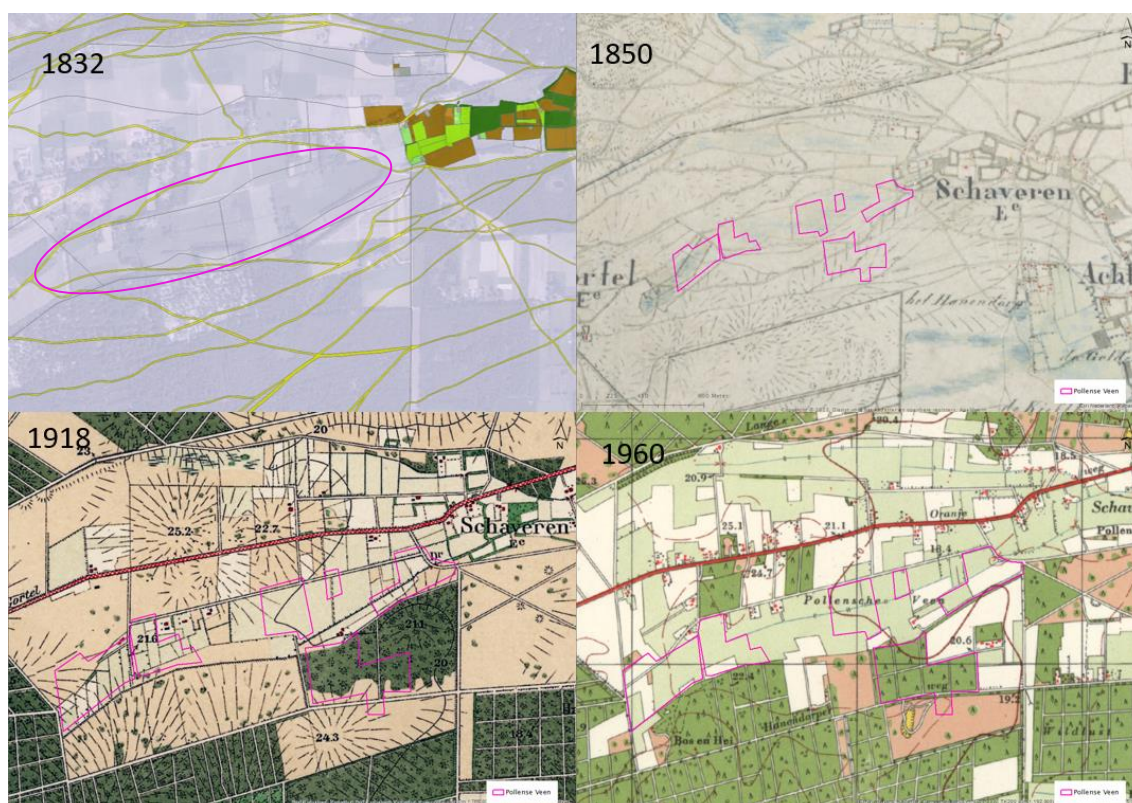
Figuur 23. Topografische kaart van De Man uit 1807. Het Pollense Veen is ten westen van Schaveren gelegen en wordt aangeduid als een ongeperceleerde heide.

Rond 1850 verschijnen er meerdere wegen rondom het Pollense Veen. Deze wegen voeren van Gortel naar Schaveren (Figuur 24), maar verder verandert er weinig aan het gebied tussen 1850 en 1900. Het Pollense Veen wordt niet specifiek als nat gebied gekarteerd. Het is onderdeel van de gemeenschappelijke heidegronden. Bij de eerste inschrijving in 1874 werd het huidige Pollense Veen het Schaverensche of Pollensche Veen genoemd. Hierna werden de namen het Polsche Veen, Polsterveen en Pollens(ch)e Veen gehanteerd. Het gebied is vernoemd naar het gebied de Pollen. Een pal of pol was een kleine verhoging in het landschap.²²

²² Otten, 2023

Rondom het Pollense Veen wordt de heide vanaf 1874 in cultuur gebracht met de aanleg van naaldbossen. De uitbreiding van het bos gaat door tot omstreeks 1960. Het bos binnen het plangebied staat sinds 1957 op de kaart.

Vanaf 1918 is op kaart te zien dat delen van het Pollense Veen worden ontgonnen. De gebruiksvorm is voornamelijk grasland en er zijn een aantal percelen als akker aangemerkt. In 1960 wordt de huidige watergang van west naar oost door het Pollense Veen aangelegd. Een aantal jaar later, omstreeks 1966 wordt het gebied ontdekt als vakantiebestemming. Het huisjespark 't Hertenkamp ten zuiden van het Pollense Veen wordt aangelegd en in 1975 verschijnt camping De Wildhoeve op de kaart.



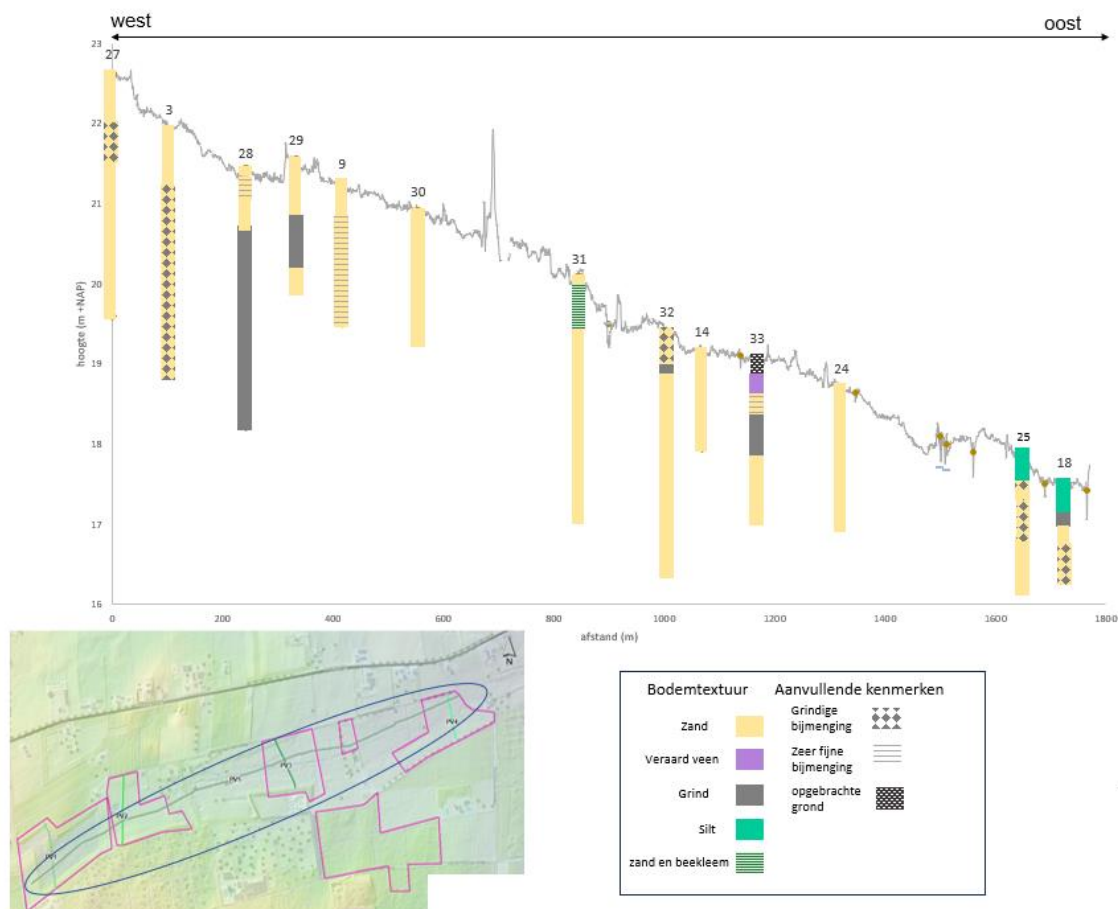
Figuur 24. Veranderingen in landgebruik en watersysteem door de jaren heen (bron kaart 1832: <https://hisgis.nl/kaartviewer/gelderland/>).

4.3 Geologie en bodem

4.3.1 Geologische afzettingen

De ondergrond van het Pollense Veen is heterogeen en bestaat uit smeltwaterafzettingen uit de laatste ijstijd (Weichselien), die gerekend worden tot de Formatie van Boxtel.

Daardoor is de ondergrond heterogeen: afhankelijk van de positie in het smeltwaterdal (hogere of lagere dynamiek) is fijner of grover zand aanwezig, al dan niet met bijmenging van grind of juist silt (Figuur 25). Op de minerale ondergrond heeft zich veen gevormd op locaties met permanent natte omstandigheden.



Figuur 25. Bodemtextuur in het Pollense Veen op basis van de diepe boringen.

4.3.2 Bodemtypen

De gekarteerde bodemtypen in het Pollense Veen zijn gevarieerd en laten het onderscheid zien tussen gebieden onder invloed van infiltrerend regenwater, stagnerend water en fluctuerend grondwater (Figuur 26). Podzolgronden zijn minerale gronden die worden gevormd onder invloed van infiltrerend regenwater. Bij boring 20, 21 en 27 is de bouwvoor relatief dik (ongeveer 40 cm), wat blijkt geeft van opgebrachte grond. Uit historisch-topografische kaarten blijkt het cultuurdek een relatief jonge ontginning. Vanaf 1920 verschijnen de percelen (in fases) op kaart als akker.²³ De bodems zijn daarom geclassificeerd als (begraven) veldpodzolgronden.

Gooreerdgronden liggen op de overgang naar het beekdal en worden gevormd onder invloed van lateraal doorstromend (grond)water. Beekeerdgronden zijn minerale gronden die zijn gevormd onder invloed van ijzerrijk grondwater dat in de winter aan maaiveld staat. Zowel gooreerd- en beekeerdgronden drogen in de zomer uit (waterstanden van nature 60–80 cm diep).

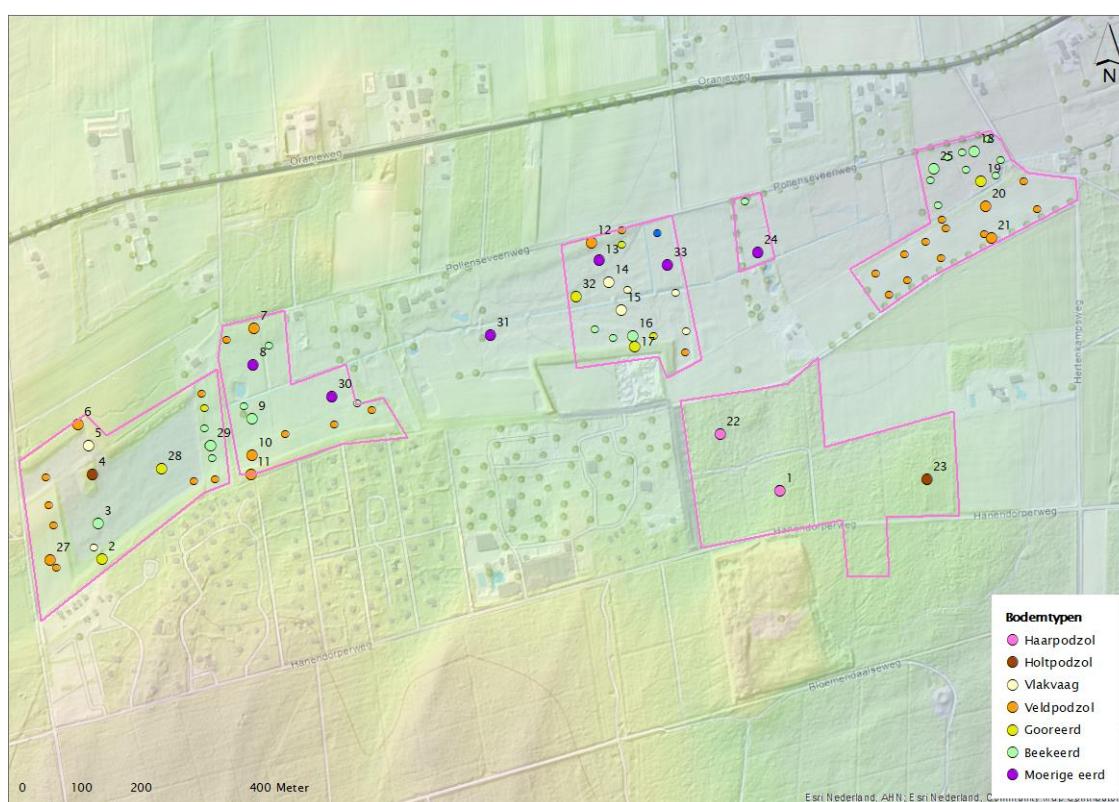
In het centrale deel van het Pollense Veen is in het verleden de toplaag afgegraven ten behoeve van natuurontwikkeling. Door het afgraven van de toplaag in het recente verleden

²³ www.topotijdreis.nl. De percelen staan ook op HisGIS niet aangeduid als akker, maar als heide.

is er geen bodemvorming meer zichtbaar, waardoor deze bodems als vlakvaaggronden zijn aangemerkt.

In de lagere delen komen moerige eerdgronden voor. Dit zijn gronden met een (veelal deels tot volledig veraarde) veenlaag dunner dan 40 cm, als gevolg van vervening in het verleden en verdroging en daardoor mineralisatie.

In het bos ten zuiden van het beekdal zijn haarpodzol- en holtpodzolgronden aangetroffen. De haarpodzolgronden laten een duidelijke uitspoeling van humus en nutriënten zien. In de holtpodzolgrond zijn minder uitlogingsverschijnselen doordat deze gronden mineralogisch rijker zijn.



Figuur 26. Bodemtypen op de boorlocaties. De grote stippen met nummers zijn uitgebreide standplaatsbeschrijvingen, de kleine stippen zijn ondiepe boringen t.b.v. inzicht in potenties en maatregelen.

4.3.3 Bodemchemie

pH-profielen

Van de bodemprofielen is op pakweg elke 40 cm de pH-H₂O bepaald in het veld met pH-strips. Dit laat zien hoe de pH verloopt in de diepte en dus in hoeverre er sprake is van verzuring en of er rijkere bodemlagen aanwezig zijn. De pH schommelt tussen de 4,0–5,0 (zwak zuur) met een enkele verzuurde toplaag met een pH van 3,5. De verzuurde toplaag is voornamelijk gevonden in de hoger gelegen delen waar de vegetatie bestaat uit bomen en struiken en waar geen invloed van grondwater is.

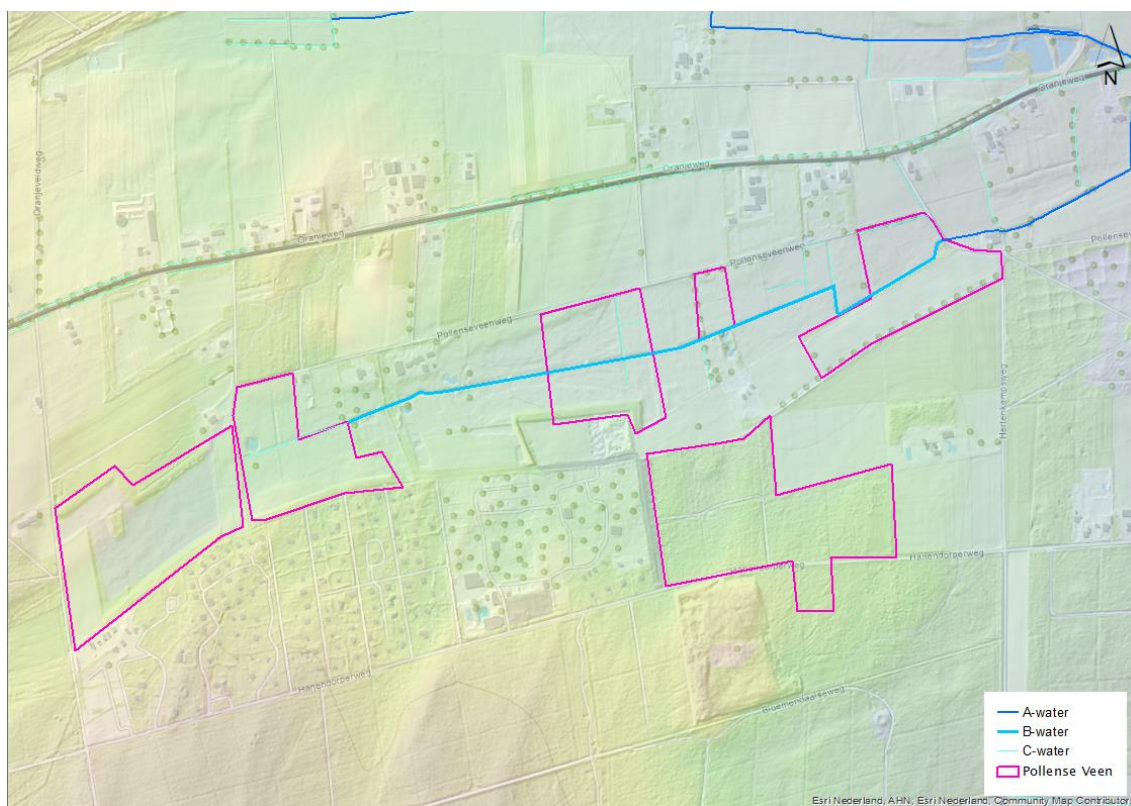
Bodemchemie (B-WARE)

Aanvullend op de pH-profielen bemonsterde onderzoekcentrum B-WARE op een aantal locaties de bodem in april/mei 2023. De resultaten van de bodemchemische analyses zijn verwerkt in een rapportage door B-WARE, welke is opgenomen in Bijlage 1. Deze zijn veelal gebruikt voor het inrichtingsadvies (zie hoofdstuk 6). Belangrijk voor de potenties in algemene zin is dat de toplaag van de bodems op de meeste locaties (sterk) verrijkt is met fosfaat. De locaties gelegen op de percelen waar in het verleden de toplaag is afgegraven en in het bosperceel zijn wel voedselarm. De bodems in het bosperceel zijn tot 100 cm-mv kalkarm en hebben een lage buffercapaciteit.

4.4 Hydrologie

4.4.1 Watersysteem

De watergangen in en rondom het Pollense Veen zijn weergegeven in Figuur 27. Ze dateren uit de periode tussen 1920 en 1960. De Smallertse beek begint ten oosten van het Pollense Veen (A-watergang op kaart). In het Pollense Veen loopt een B-watergang van west naar oost, welke vanaf 1960 is gegraven. Deze watergang heeft als doel om het water in het gebied af te voeren richting de Smallertse beek en voert gedurende het gehele jaar af. Op deze watergang takken enkele detailwatergangen in de percelen aan. Deze detailontwatering is wisselend jaarrond afvoerend of enkel in de winter en het voorjaar waterafvoerend.



Figuur 27. Watergangen in het gebied (bron: legger watersysteem Waterschap Vallei & Veluwe).

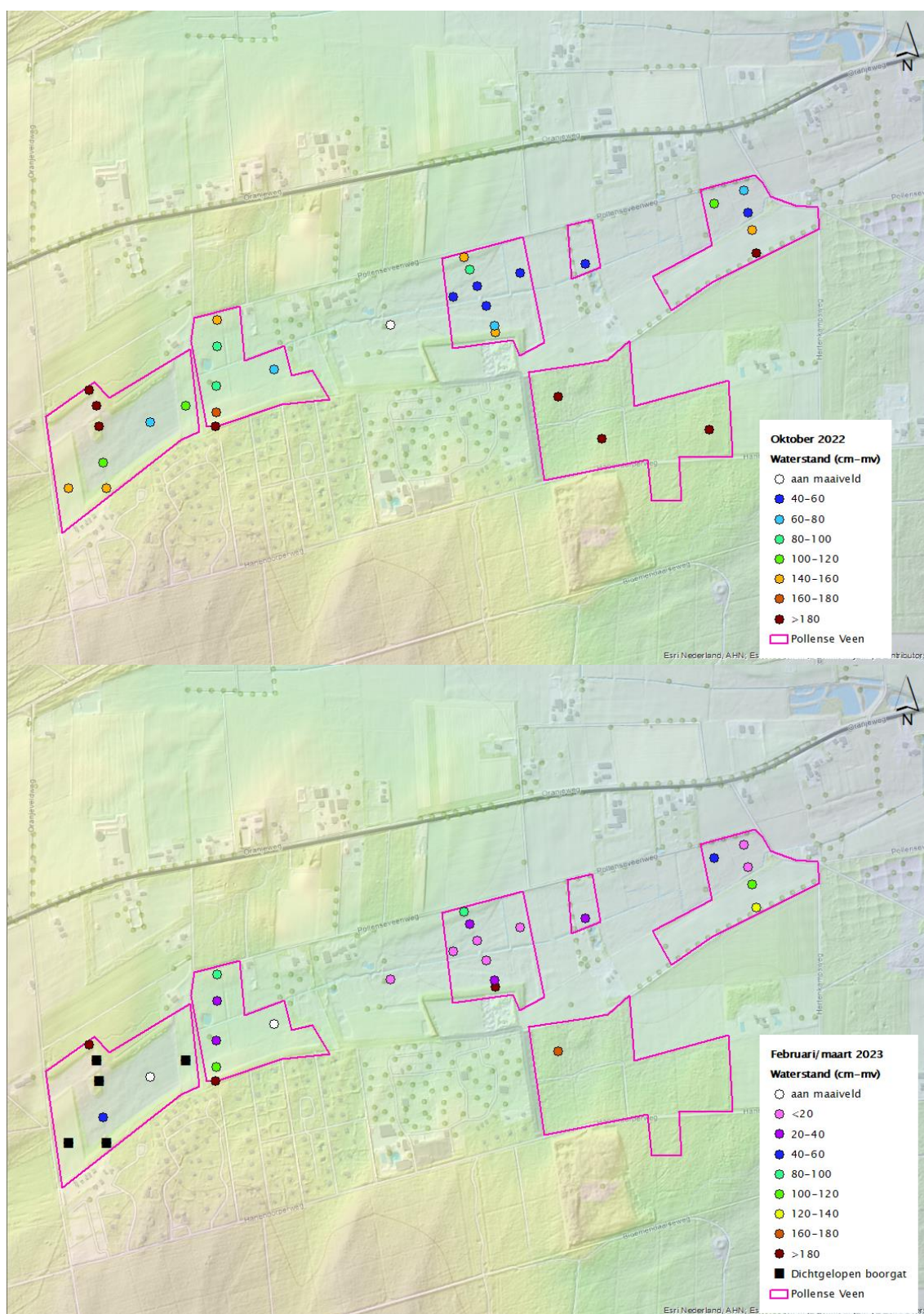


4.4.2 Waterstanden

In de boorgaten zijn de waterstanden gemeten aan het einde van de (droge) zomer 2022 en aan het einde van de (qua neerslag normale) winter 2023. In de laagste delen van het beekdal staan de waterstanden in de winter minder dan 20 cm onder maaiveld (Figuur 28). In de zomer zakt het grondwater hier weg naar meer dan 40 cm beneden maaiveld. In het westen fluctueren de waterstand sterker (ca. 40 cm) dan in het oosten (ca. 20 cm). Deze fluctuatie komt overeen met peilbuisgegevens uit 2009–2012.²⁴ De flanken van het beekdal zijn droger met zowel in de zomer als in de winter een waterstand van meer dan 100 cm beneden maaiveld. In de extreem natte winter van 2023/2024 heeft het water in het meest westelijke perceel op het maaiveld gestaan. Dit is een uitzonderlijke situatie.²⁵

²⁴ www.dinoloket.nl

²⁵ R. Oosterkamp, persoonlijke communicatie



Figuur 28. Waterstanden in de boorgaten einde zomer (boven) en einde winter (onder).



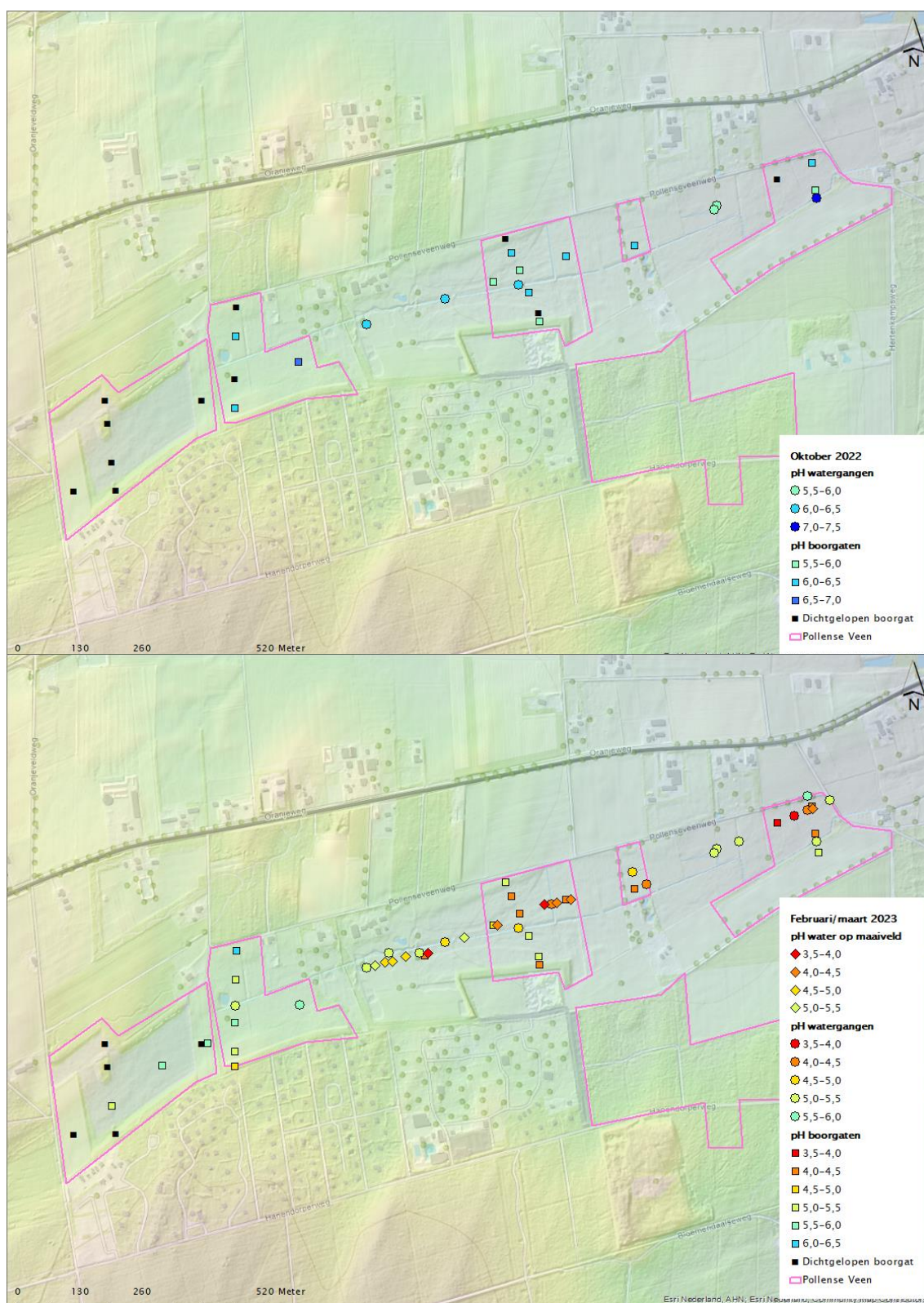
4.4.3 Waterkwaliteit

pH en EGV

Einde zomer 2022 en einde winter 2023 is in de boorgaten en watergangen de pH en het EGV van het water gemeten langs de onderzoekstransecten.

Aan het einde van de zomer liggen de pH-waarden in het Pollense Veen tussen de 5,5 en 7,5 (Figuur 29). Dit patroon is zichtbaar in de boorgaten en in de watergangen. De pH-waarden in het westen zijn iets hoger dan de pH-waarde in het oosten. De hoge pH in het oosten (7,0) wordt waarschijnlijk veroorzaakt door bekalking van de aanliggende kerstbomenkwekerij.

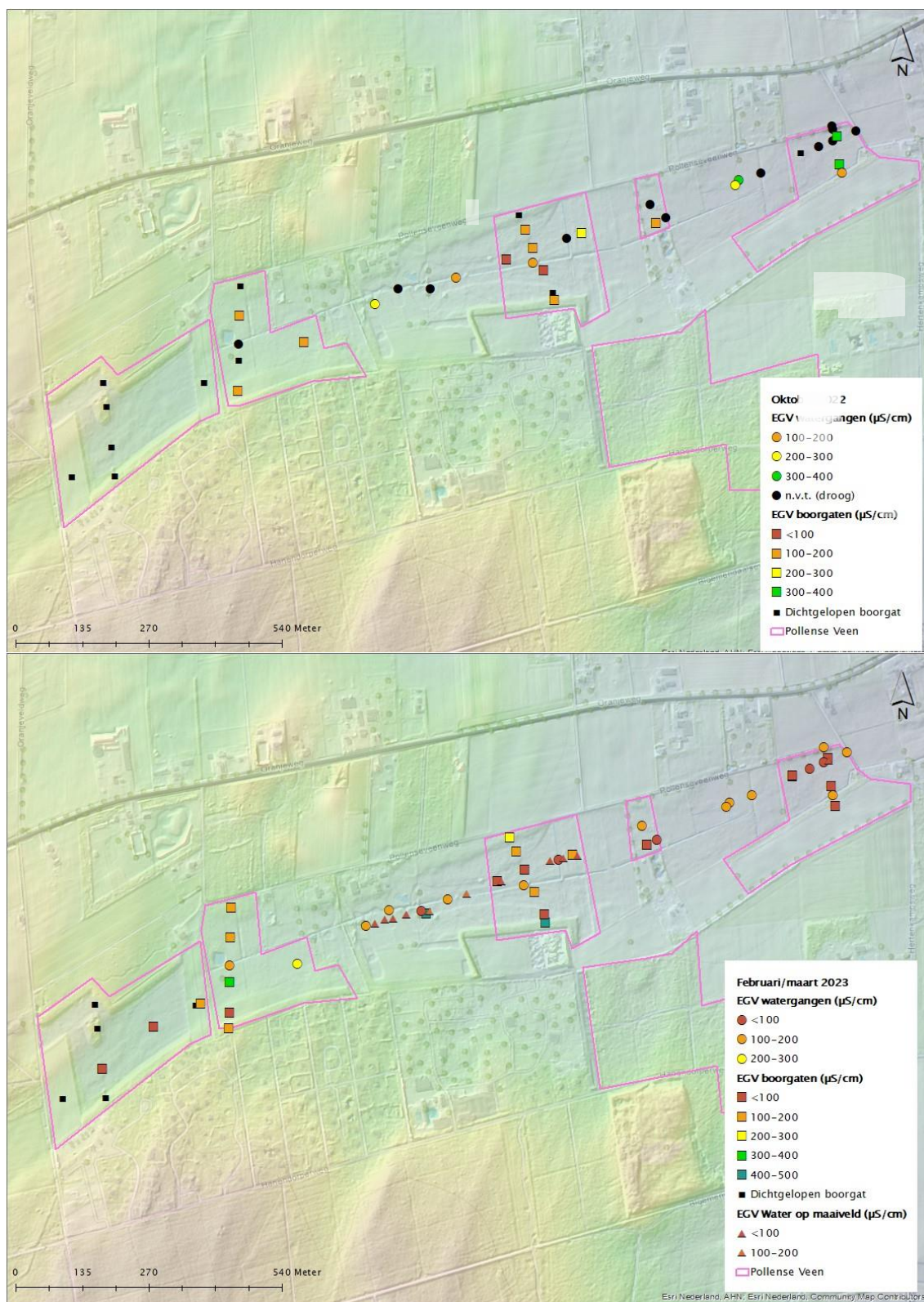
In de winter is de pH overal zo'n 1,0 tot 1,5 punt lager. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat het gebied wordt opgevuld met regenwater, mede door ontwatering vanuit de centrale watergang (zie verder paragraaf 4.7). Verder zijn dezelfde patronen te zien als in de zomer.



Figuur 29. pH van het water in boorgaten, watergangen en op maaiveld einde zomer 2022 (boven) en einde winter 2023 (onder). Op enkele plekken waren de boorgaten volgelopen met fijn zand waardoor geen watermonster kon worden genomen.



Het EGV (Elektrisch Geleidingsvermogen) is een maat voor hoeveelheid opgeloste stoffen. Regenwater bevat relatief weinig opgeloste stoffen (laag EGV, $<100 \mu\text{S}/\text{cm}$), mineraalrijk water of voedselrijk water heeft een hoog EGV. De zomermetingen laten zien dat de EGV in het oosten hoger is dan in het westen (Figuur 30). Dat duidt erop dat het gebied in het westen door minder rijk grondwater wordt beïnvloed dan in het oosten. In de winter is het EGV lager, wat er op wijst dat in deze periode menging plaatsvindt met regenwater. De plassen aan maaiveld hebben een lage EGV ($<100 \mu\text{S}/\text{cm}$) wat duidt op stagnerend regenwater. In de winter is het EGV in het westen (tweede perceel) relatief hoog. Dit duidt op meer grondwaterinvloed.



Figuur 30. EGV van het water in boorgaten, watergangen en op maaiveld einde zomer 2022 (boven) en einde winter 2023 (onder).

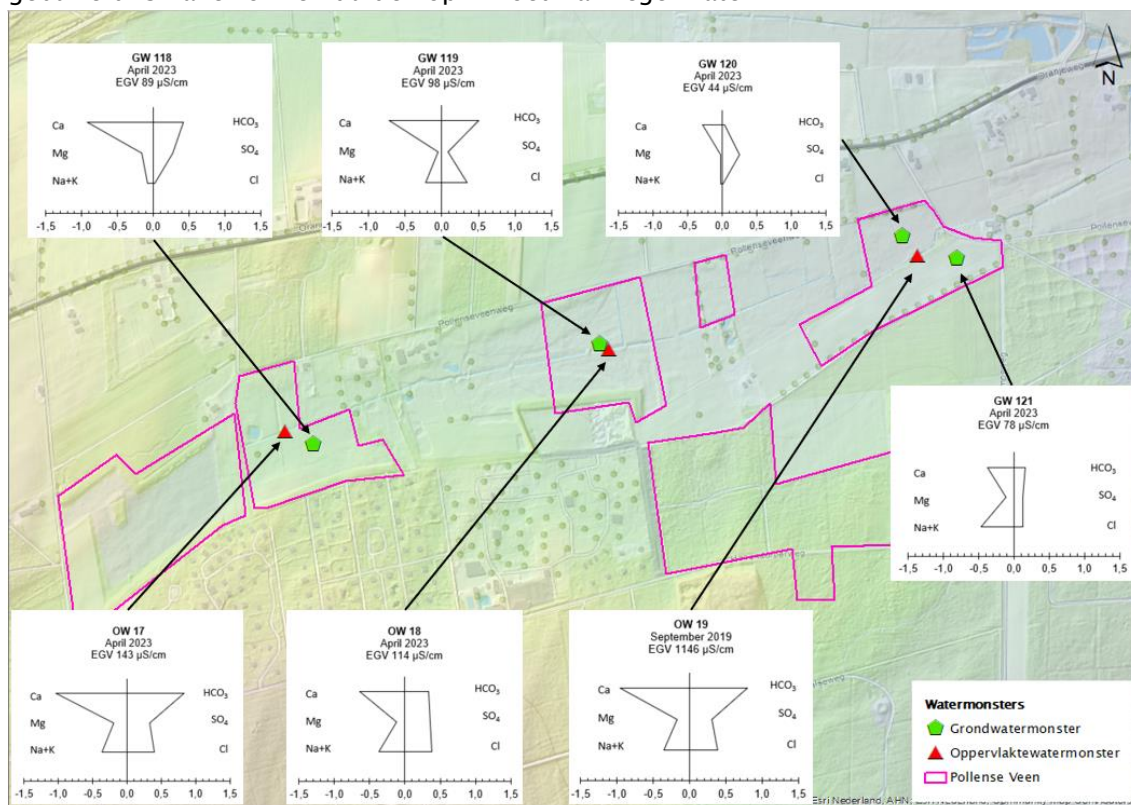
In het gebied zijn ook de kwelverschijnselen in de watergangen en plassen op het maaiveld in kaart gebracht. In het Pollense Veen zijn weinig kwelverschijnselen zichtbaar.

Hydrochemie (B-WARE)

Aanvullend op pH- en EGV-metingen analyseerde onderzoekcentrum B-WARE op een aantal locaties het oppervlaktewater (watergangen) en grondwater (boorgaten) in april/mei 2023. De resultaten zijn verwerkt in een rapportage door B-WARE, die is opgenomen in Bijlage 1. Hieronder volgen een aantal belangrijke conclusies:

- Het grondwater is zwak gebufferd (pH 4,9–5,7; 36–510 $\mu\text{mol/l}$ HCO_3^-).
- De fosforconcentratie is verhoogd, maar doordat het grondwater zwak tot matig ijzerhoudend is en de Fe/P concentratie groter dan 1 is, is de kans op vervuiling klein. Dit komt doordat fosfor gebonden wordt aan ijzer.
- Het oppervlaktewater is zwak tot matig gebufferd (pH 6,2–6,8; 330–832 HCO_3^-), zwak tot matig ijzerhoudend (5–74 $\mu\text{mol/l}$) en fosfaatarm (0–1,5 $\mu\text{mol/l}$).
- Het oppervlaktewater bevat weinig sulfaat, nitraat en ammonium.
- Het grondwater is al met al in principe geschikt voor het creëren van gebufferde standplaatscondities voor vochtige natuurtypen.

De Stiff-diagrammen die onderzoekcentrum B-WARE heeft gemaakt zijn in Figuur 31 geplot op kaart. Deze geven een beeld van het watertype op basis van een aantal parameters. De meeste Stiff-diagrammen hebben een ‘aambeeld’-vorm, wat duidt op gebufferde omstandigheden. Enkele aambeeld-vormige diagrammen laten een verbreding in het voetstuk zien, wat duidt op lichte vermessing. Het grondwater in het oosten is minder gebufferd. Smalle vormen duiden op invloed van regenwater.

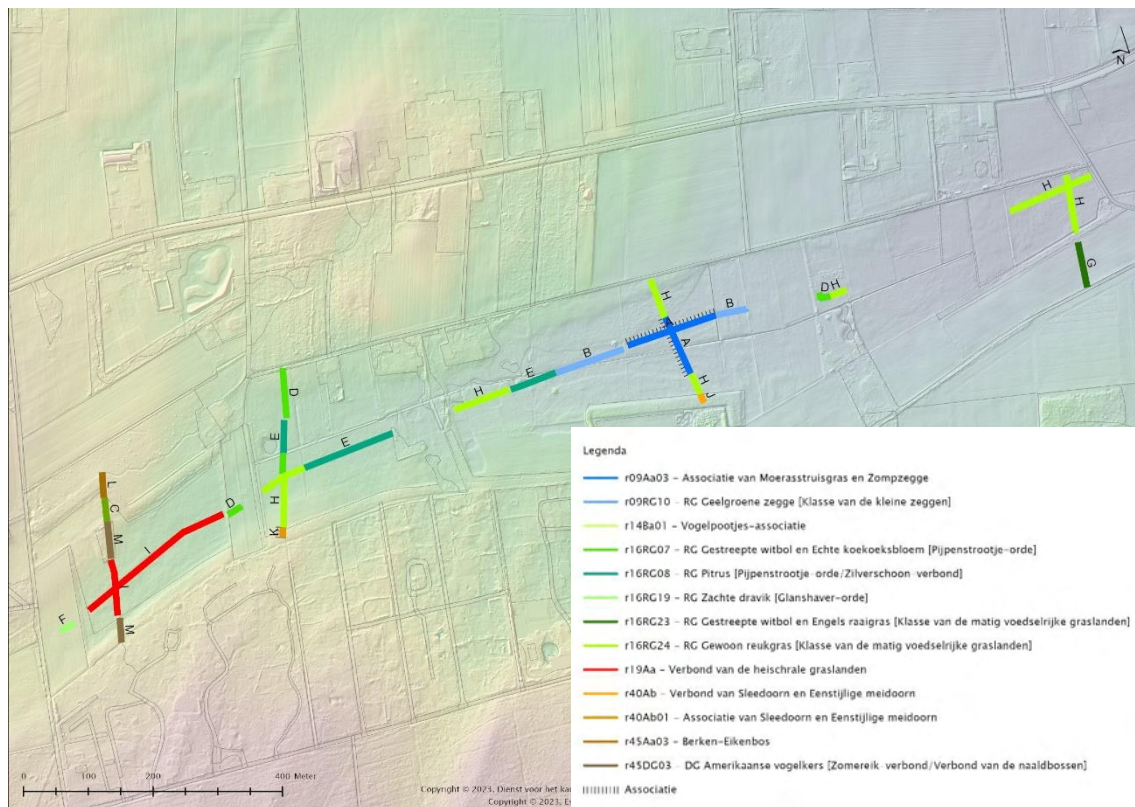


Figuur 31. Stiff-diagrammen. De meeste Stiff-diagrammen hebben een ‘aambeeld’-vorm, wat duidt op gebufferde omstandigheden. De verbreding in het voetstuk duidt op vervuiling, waarschijnlijk bemesting.



4.5 Vegetatie en flora

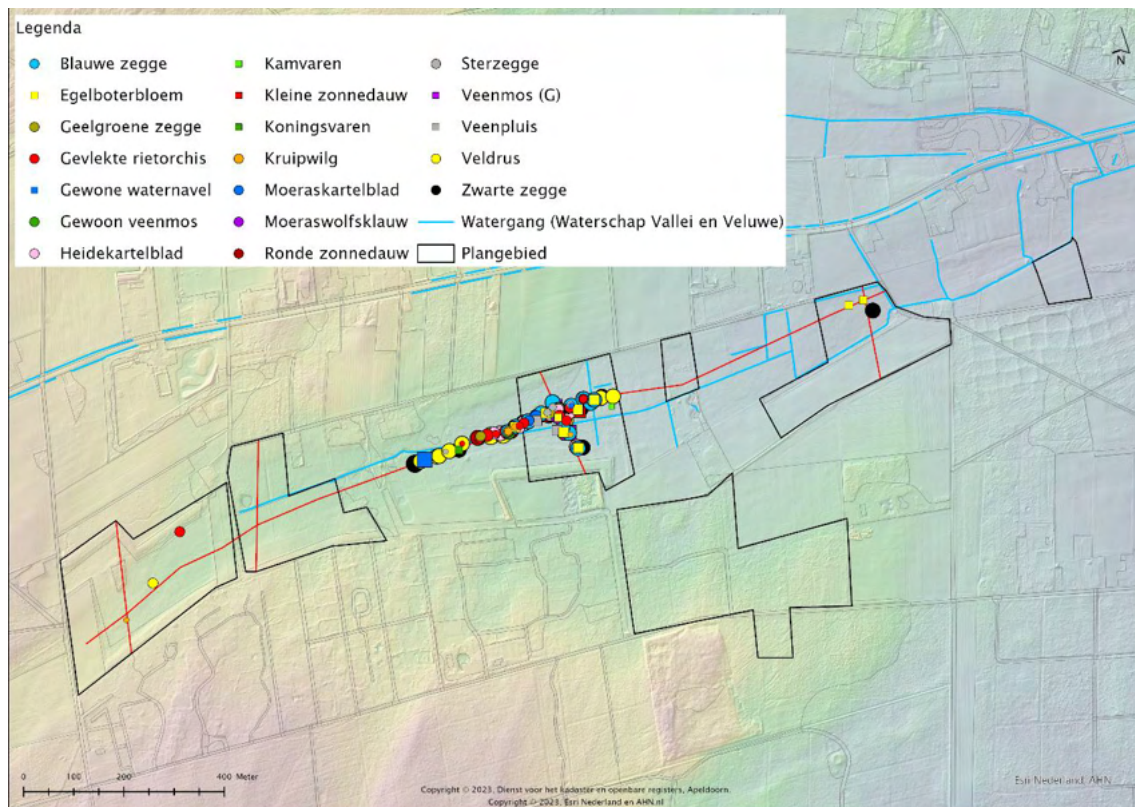
Op de transecten is de vegetatie in beeld gebracht en zijn kenmerkende soorten gekarteerd (Figuur 32). In het westelijk en hoger op de gradiënt gelegen deel heeft zich droog schraalland ontwikkeld. Wat tot uiting komt in het voorkomen van soorten als mannetjesereprijs (*Veronica officinalis*), stekelbrem (*Genista anglica*) en tormentil (*Potentilla erecta*). Het volgende transect loopt tot net ten westen van het reeds ingerichte perceel (centraal in het gebied). Dit deel bestaat voornamelijk uit matig voedselrijke graslanden. Deels betreft dit beter ontwikkelde graslanden met een hoog aandeel gewoon reukgras (*Anthoxanthum odoratum*). Er zijn echter ook delen die worden gedomineerd door pitrus (*Juncus effusus*) of gestreepte witbol (*Holcus lanatus*) wat wijst op een voedselrijkere uitgangssituatie of verstoring (vertrapping door vee).



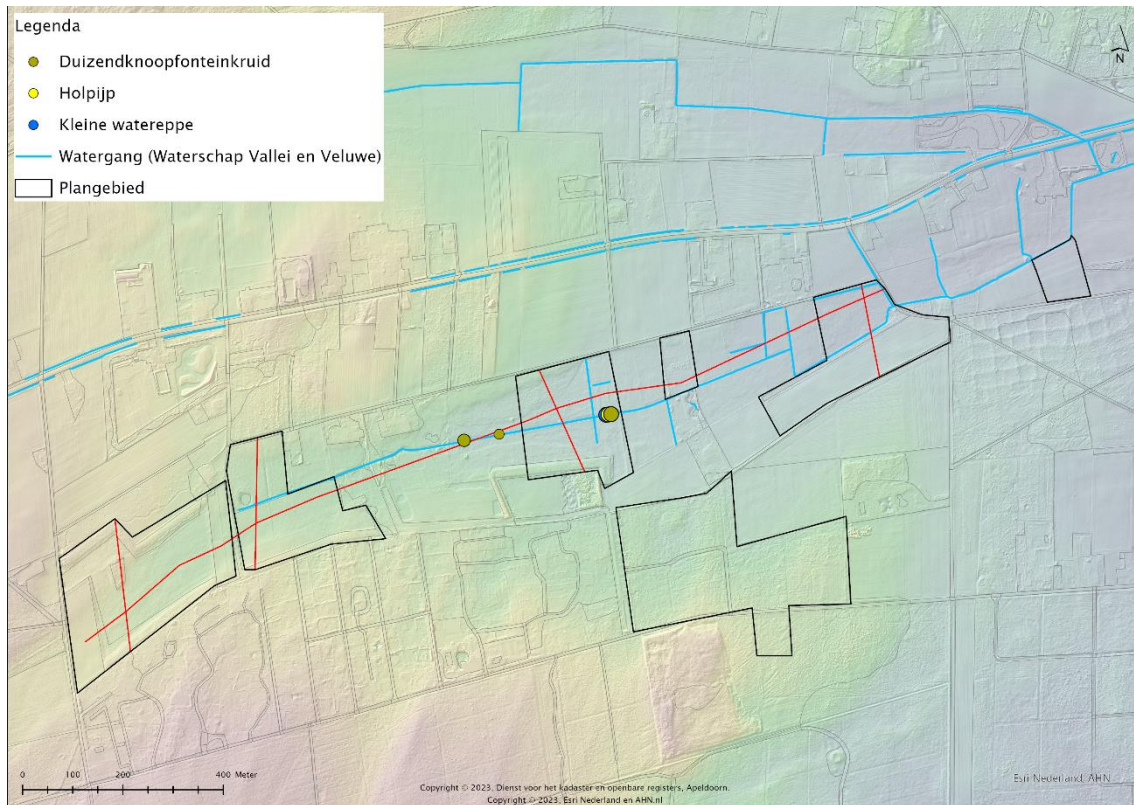
Figuur 32. Vegetatietypen langs de transecten in het Pollense Veen.

Het reeds ingerichte deel betreft een vegetatie die kenmerkend is voor natte voedselarme omstandigheden (Klasse van kleine zeggen; Figuur 33). Dit deel is zeer soortenrijk met soorten als moeras- en heidekartelblad (*Pedicularis palustris* en *P. sylvatica*), kamvaren (*Dryopteris cristata*), sterzegge (*Carex echinata*) en ronde zonnedauw (*Drosera rotundifolia*). Daarnaast komen er vrij veel veenmossen voor waaronder glanzend veenmos (*S. subnitens*). Het voorkomen van deze combinatie van soorten wijst er op dat hier vermoedelijke na inrichting maaisel is opgebracht. Ten oosten van dit perceel gaat de vegetatie weer over in relatief voedselrijke graslanden.

De verspreiding van kwel indicerende soorten laat een beeld zien met een grote concentratie net ten west van het ingerichte perceel (Figuur 34).



Figuur 33. De meeste bijzondere soorten die kenmerkend zijn voor natte, voedselarme standplaatsen komen voor in het ingerichte perceel. Deze zijn deels afhankelijk van toestroom van (matig) basenrijk grondwater. Hoe groter het symbool, hoe groter de bedekking of het aantal individuen van de soort ter plaatse.



Figuur 34. De locaties van de gevonden kwel indicerende soorten. De meeste kwelindicatoren verschijnen pas ca. 500 meter stroomafwaarts van het begin van de sloot.

4.6 Fauna

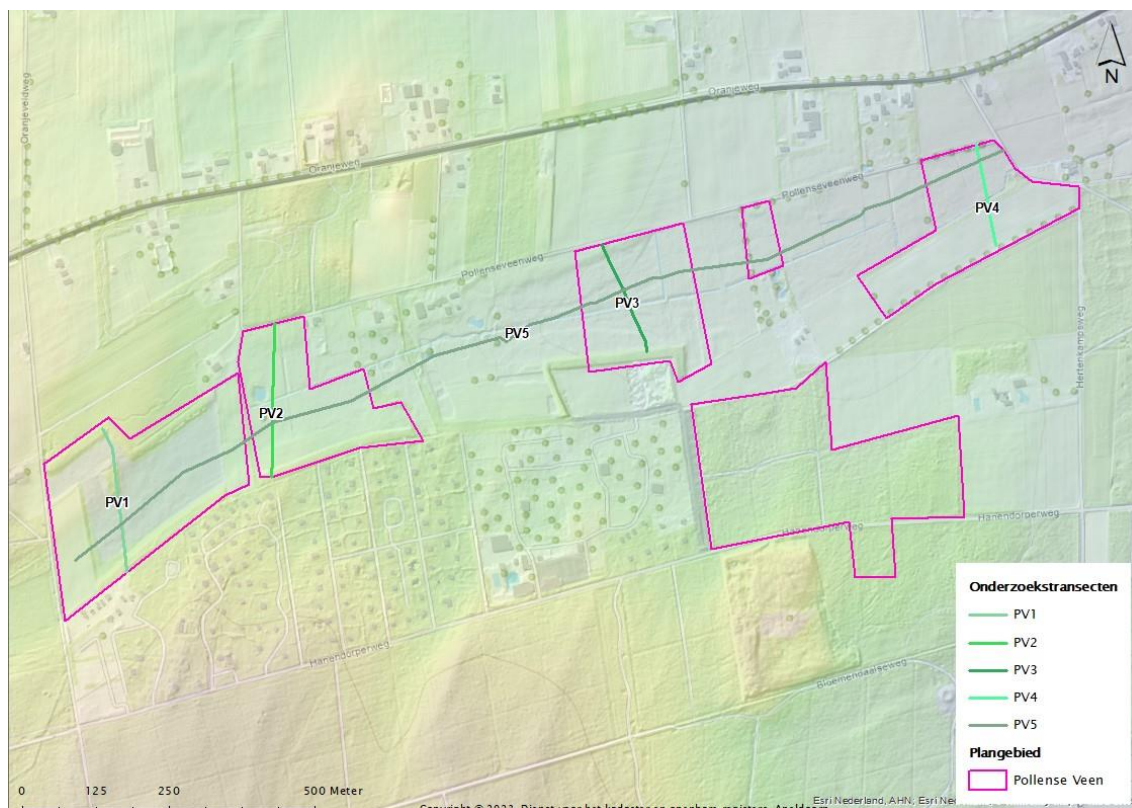
Hoewel een inventarisatie van fauna geen onderdeel uitmaakte van de opdracht zijn bijzondere soorten die werden gezien wel genoteerd. Bruine vuurvlieder (*Lycaena tityrus*) is kenmerkend voor open, bloemrijke vegetaties. In het droge schrale grasland werden twee bijensoorten waargenomen van schrale graslanden met een hoog aandeel gele composieten (met name muizenoor). Zowel de paardenbloembij (*Andrena hunilis*) als de matglanswespbij (*Nomada similis*) staat op de Rode Lijst. Er werd een vrij grote populatie gevonden van de vrij zeldzame zweefvlieg moerasknikspriet (*Microdon myrmicae*) in het ingerichte perceel (Figuur 35). Deze soort leeft als larve in nesten van de moerassteekmier (*Myrmica scabrinodis*) die gebonden is aan schrale vochtige graslanden en heiden. Het voorkomen van deze soort laat zien dat dit deel zich goed heeft ontwikkeld.



Figuur 35. De moerasknikspriet is een kenmerkende soort van structuurrijke natte graslanden.

4.7 Dwarsdoorsneden

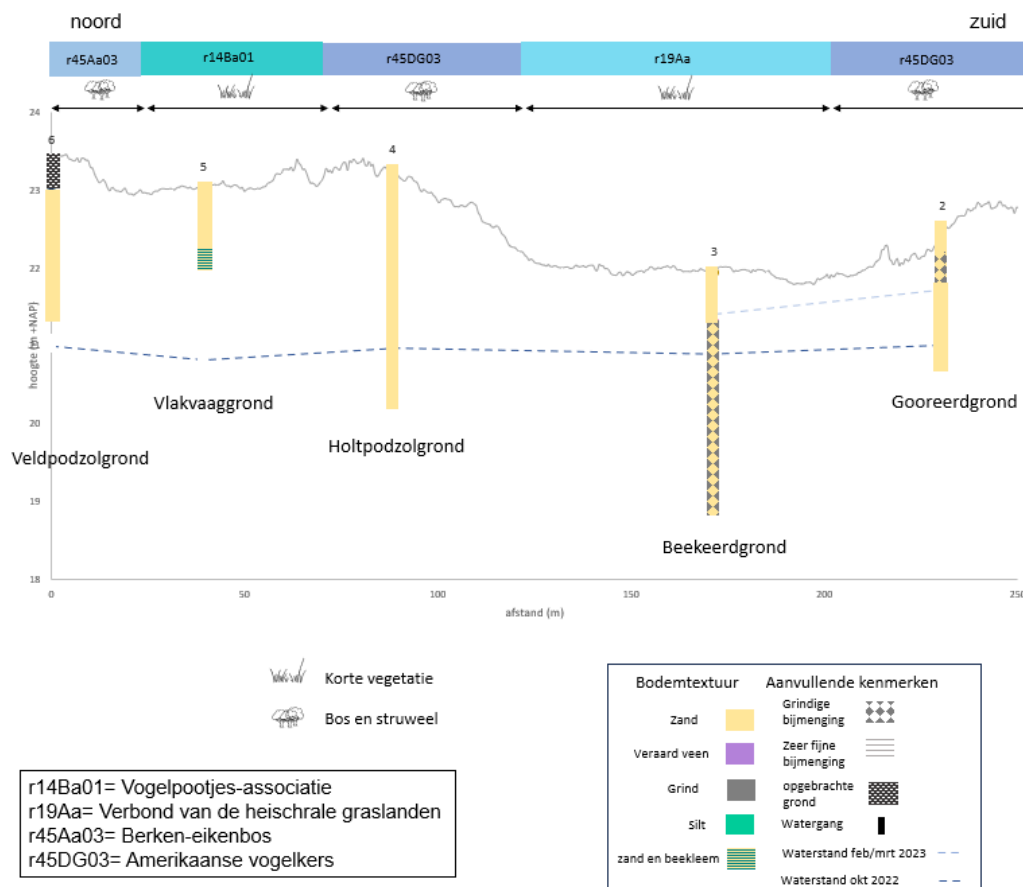
De verzamelde gegevens langs de transecten zijn uitgewerkt tot dwarsdoorsneden. Deze geven inzicht in de relatie tussen de opbouw van de bodem, hydrologie en vegetatie. In deze paragraaf worden de verschillende dwarsdoorsneden beschreven (Figuur 36).



Figuur 36. Onderzoekstransecten in het Pollense Veen.

4.7.1 Transect 1

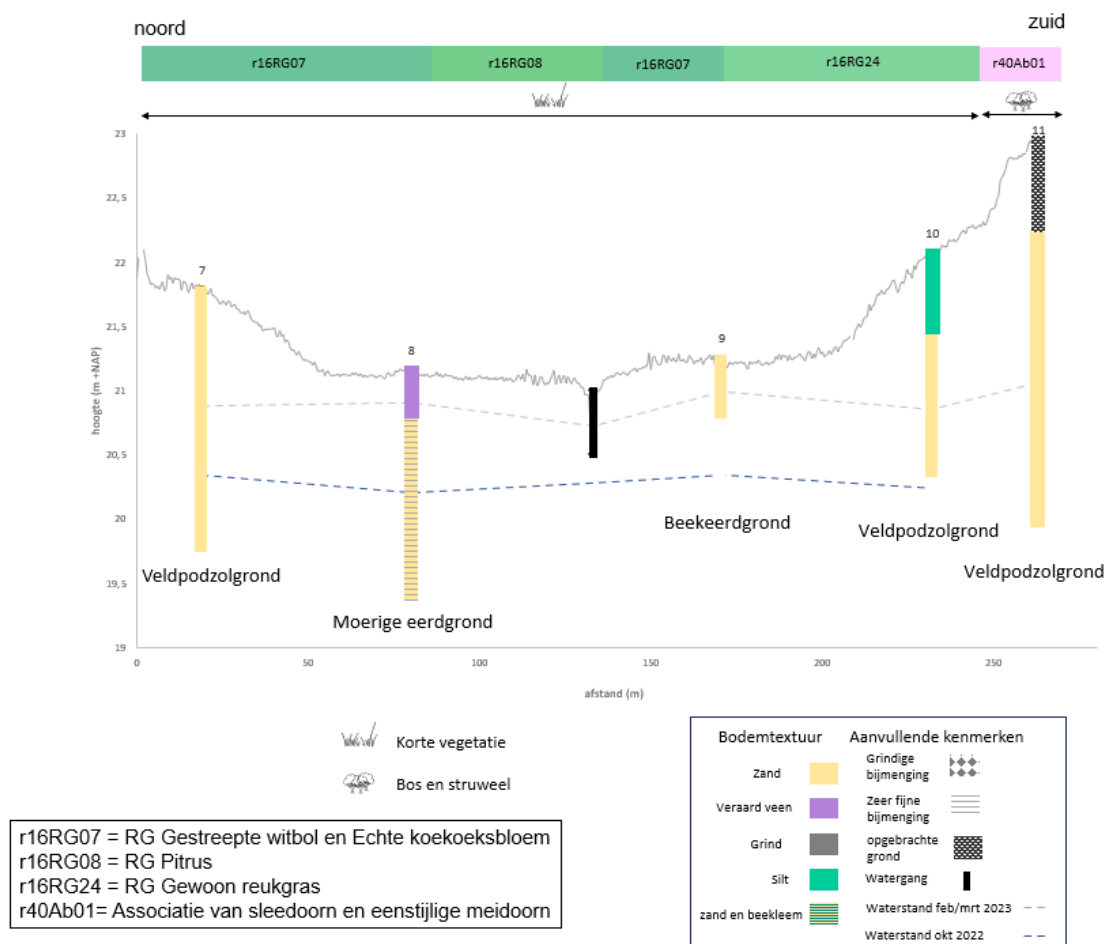
In Figuur 37 is de dwarsdoorsnede van transect 1 weergegeven. De maaiveldverlaging door het afgraven van een deel van de bodem is hier goed zichtbaar. Aan de noordkant en zuidkant van het transect ligt een laag opgebrachte grond, waarschijnlijk is dit de afgegraven bodem. Dit zie je ook terug in de vegetatie ter plaatse waar een berken-eikenbos tot ontwikkeling is gekomen met een struiklaag die wijst op rijkere standplaatscondities. De bodemtypen van boring 4 en 6 worden gekenmerkt door het infiltreren van regenwater. Het bodemtype bij boring 3 wordt gekenmerkt door fluctuerend grondwater en bij boring 2 door het doorstromen van (grond)water. Op basis van deze bodemtypen is de stroming van grondwater richting boring 3 duidelijk zichtbaar. Door het vollopen van de boorgaten met fijn zand is dit helaas niet inzichtelijk gemaakt voor de waterstanden in de winter. In de zomer zakt de grondwaterstand uit en is deze relatief vlak. In de vlakvormige laagtes rond boring 5 en 3 komen droge schraallanden voor die deels kenmerken hebben van heischraal grasland.



Figuur 37. Dwarsdoorsnede transect 1.

4.7.2 Transect 2

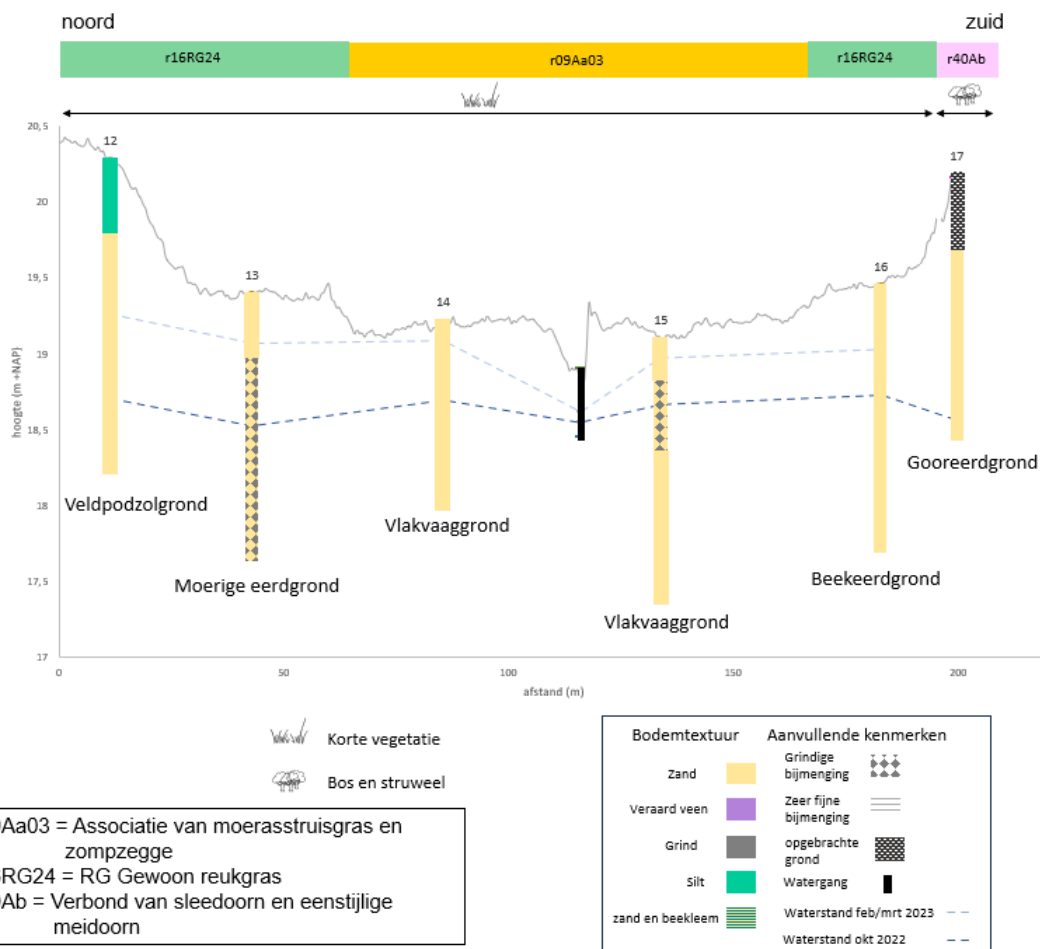
Transect 2 loopt van noord naar zuid door een grasland dat voor een deel van het jaar wordt begraasd met runderen. Het begraasde deel wordt gedomineerd door pitrus wat wijst op verstoring als gevolg van vertrapping in een voedselrijke uitgangssituatie. Aan het maaiveldprofiel is de ligging van het beekdal duidelijk zichtbaar (Figuur 38). In het weiland begint de bovenloop van de Smallertse Beek. De waterstanden in dit transect zijn gedurende de zomer en winter relatief vlak. In een natuurlijke situatie bolt grondwater op in een dekzandrug, wat de verwachting is richting boorpunt 11. Ten zuiden van dit transect is een huisjespark gelegen. Onduidelijk is of ontwatering door het huisjespark zorgt voor deze lage grondwaterstand. Naast de lage waterstanden in de dekzandrug is de ontwatering door de watergang ook duidelijk zichtbaar in de waterstanden. Boring 8 bevindt zich op een relatief vlak deel in het maaiveld. Hier is een moerige eerdgrond aangetroffen wat wijst op veenvorming door stagnerend water. Het aangetroffen veen was veraard als gevolg van verdroging. Zowel de winter- als zomerwaterstand stond lager dan het veenpakket.



Figuur 38. Dwarsdoorsnede transect 2.

4.7.3 Transect 3

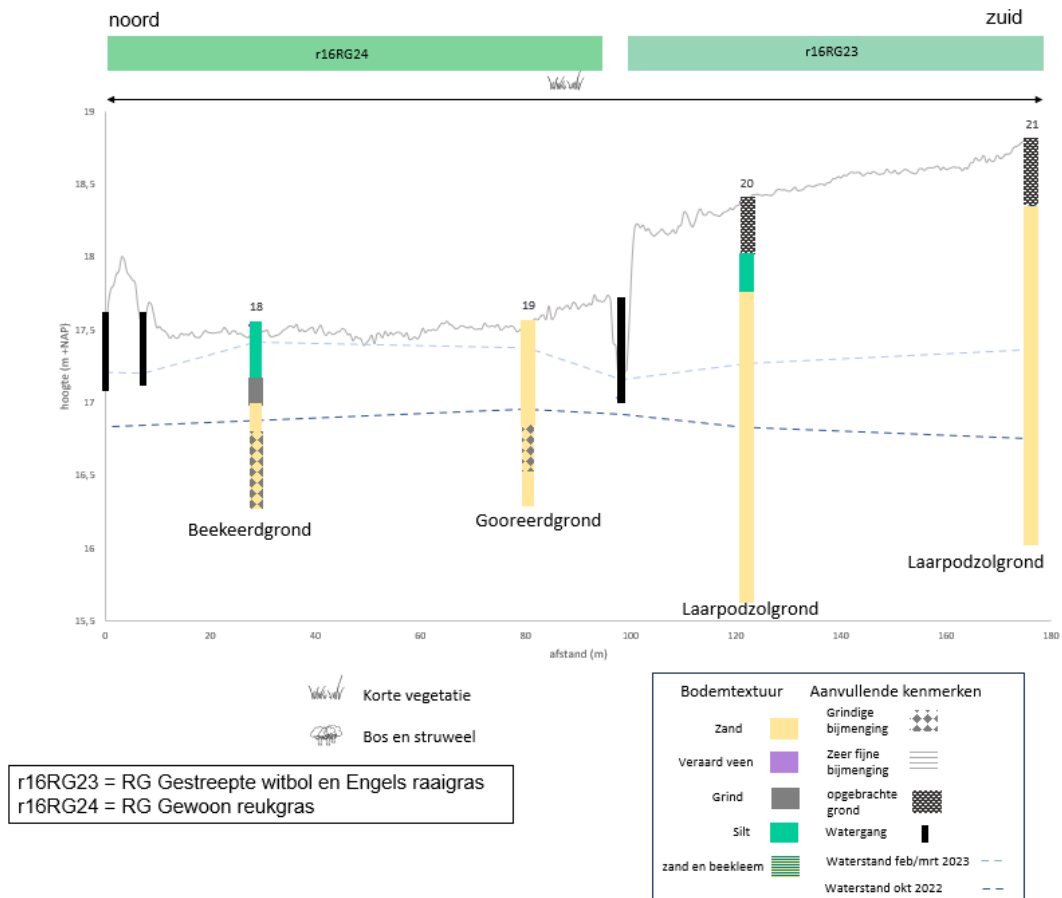
Transect 3 laat ook het beekdal goed zien in het maaiveldprofiel (Figuur 39). Dit hoogteprofiel is in het noorden natuurlijk, in het zuiden is grond opgebracht. Ten zuiden van het transect loopt nog een watergang. Het effect van deze watergang is duidelijk zichtbaar in de waterstanden van boring 16 en 17. Ook is het ontwaterende effect van de watergang in het laagste deel van het beekdal duidelijk zichtbaar. De grindige bijmenging in de bodem duidt waarschijnlijk op stroomdraden van smeltwatergeulen uit de laatste ijstijd. Het centrale vlakke deel rond de beek is afgegraven voor 2007. Hier is de voedselrijke toplaag verwijderd waarna zich een soortenrijke natte vegetatie heeft ontwikkeld onder invloed van grondwater.



Figuur 39. Dwarsdoorsnede transect 3.

4.7.4 Transect 4

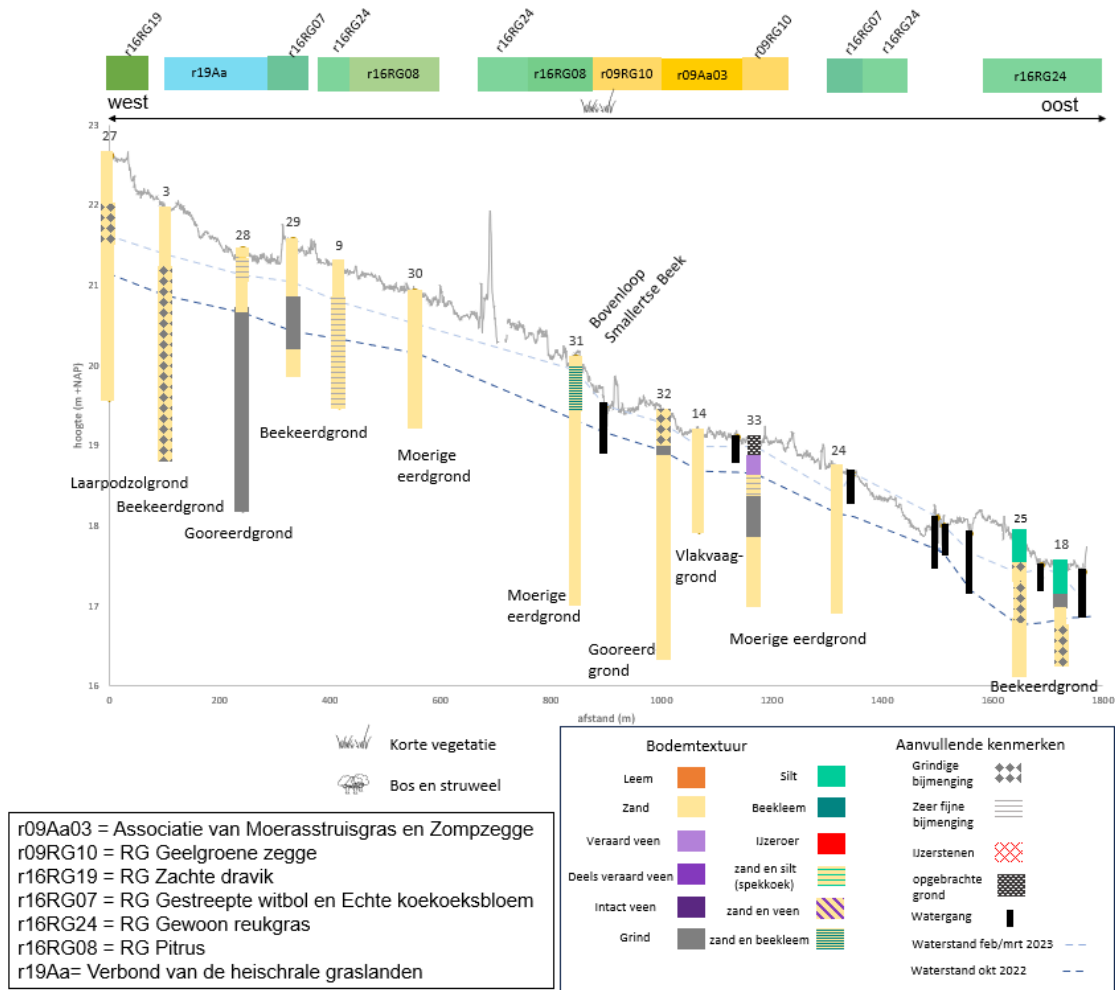
Transect 4 loopt van noord naar zuid door het meest westelijke perceel in het Pollense Veen. In het zuiden is hier een oude akker zichtbaar, op de zandgrond is een plaggendeek opgebracht (Figuur 40). De bermsloten in het noorden van het transect staan in de zomer droog en voeren in de winter water. Aan de grondwaterstanden is te zien dat de bermsloten en de watergang in het laagste deel van het beekdal een sterk grondwateronttrekkend effect hebben. De watergang in het laagste deel van het beekdal raakt het bodempakket met een grindige bijmenging aan, wat ervoor zorgt dat het bovenliggende pakket makkelijk wordt ontwaterd. De vegetatie ter plaatse wijst op voedselrijke en vochtige standplaatscondities.



Figuur 40. Dwarsdoorsnede transect 4.

4.7.5 Transect 5

Transect 5 loopt van west naar oost door het Pollense Veen. In het maaiveldprofiel is een duidelijke verhanglijn zichtbaar (Figuur 41). In het westen is de puinwaaier van de Veluwe duidelijk zichtbaar in de aanwezigheid van grind in de bodem. De afwisseling tussen de verschillende bodemlagen is waarschijnlijk veroorzaakt door het smeltende en afstromende water aan het einde van de ijstijd. In de waterstanden is te zien dat vanaf boorpunt 31 de wintergrondwaterstand aan maaiveld ligt en hierdoor de kweldruk hoog is. Tussen boring 9 en 30 neemt de afstand tussen de winter- en zomergrondwaterstand af. Dit komt waarschijnlijk door een afname in het verhang. De hogere waterstanden zijn hier ook zichtbaar in de bodemprofielen, namelijk een moerige eerdgrond. Een moerige eerdgrond ontstaat door een veraarding van een veenlaag.



Figuur 41. Dwarsdoorsnede transect 5.

4.8 Synthese

In het Pollense Veen is de hoofdontwatering relatief recent aangelegd, rond 1960. De bodem van het Pollense Veen laat een duidelijk patroon zien in infiltrerend regenwater, stagnerend regenwater en fluctuerend grondwater. De watergangen in het gebied hebben een duidelijk effect op het huidige hydrologisch systeem door het gebied te ontwateren. Dit is vooral goed zichtbaar in transecten 2, 3 en 4 waar de waterstand duidelijk zakt naarmate je dichterbij de beek komt. De bodem is matig gebufferd en het grondwater laat een relatief hoge pH zien tussen de 5,5 en 7,5. In de winter wordt het systeem gevuld met regenwater, waardoor de pH van het grondwater in de winter lager ligt. In een niet ontwaterd systeem zal dit leiden tot een afwisseling van uittreden van diep grondwater langs de randen van plassen en daarmee fijnmazig mozaïek van regenwater en grondwater en zuurdere en gebufferde milieus. Door ontwatering is dit mozaïek zo goed als verdwenen en treedt dieper een meer gebufferd grondwater uit in greppels en centrale afvoersloot. Het dempen van deze lokale ontwatering is daarmee de belangrijkste knop om aan te draaien met betrekking tot systeemherstel. Gezien het grote verhang zijn er voldoende mogelijkheden om dit te doen, zonder dat dit leidt tot wateroverlast (zie dwarsprofielen). De toplaag van de bodem is sterk verrijkt met fosfaat, wat veroorzaakt wordt door het (historische) agrarisch gebruik.



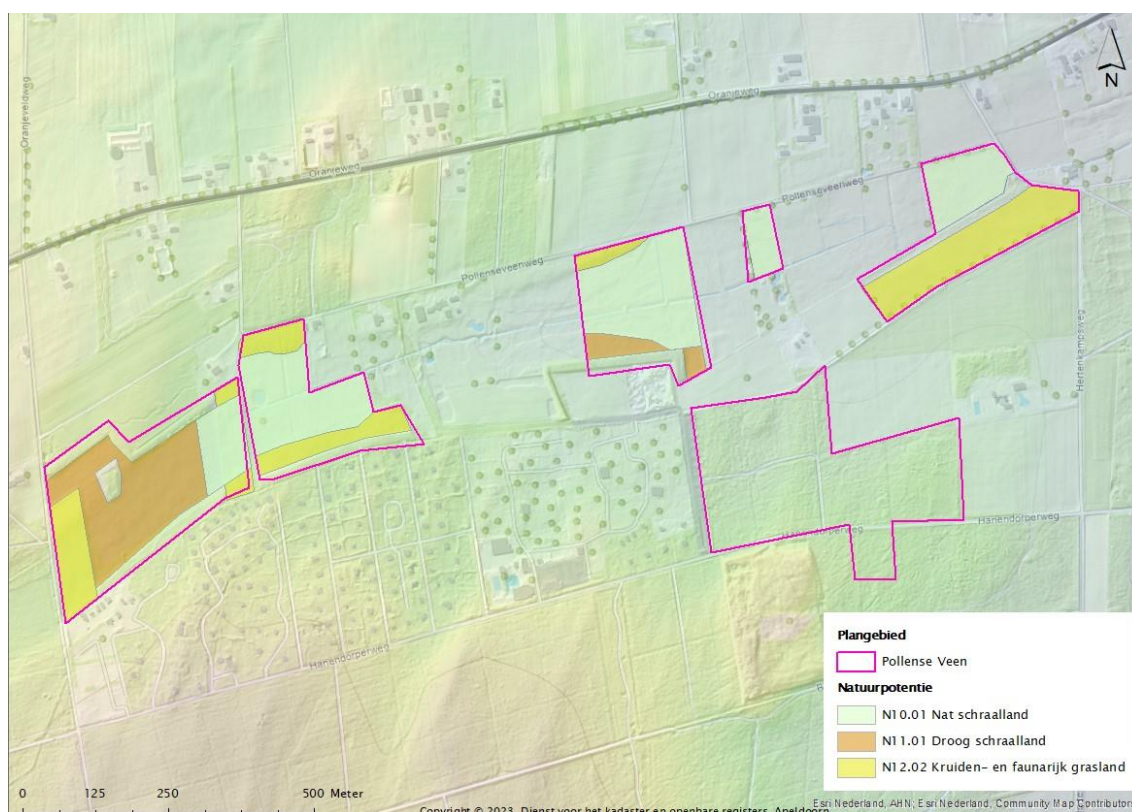
Het reeds ingerichte deel geeft al een beeld van de mogelijke potenties van de lager gelegen delen van het gebied indien basenrijker grondwater uit kan treden aan maaiveld en fosfaatrijke bovengrond wordt verwijderd.

5 Potenties en knelpunten

In dit hoofdstuk worden de potenties voor het Pollense Veen geschetst waarna de knelpunten op basis van de onderzoeksgegevens in beeld worden gebracht.

5.1 Potenties

In het Pollense Veen liggen potenties voor de (door)ontwikkeling van vegetatietypen behorend bij het kruiden- en faunarijkgasland, nat schraalland en droog schraalland (Figuur 42). De kruiden- en faunrijke graslanden zijn gelegen op de hogere zandkoppen in het gebied. Dit zijn over het algemeen graslanden waar geen grote zeldzaamheden aanwezig zijn maar die vaak wel zeer bloemrijk kunnen zijn en daarmee van groot belang voor bloembezoekende insecten (Figuur 43). In de rapportage is ervoor gekozen om de huidige situatie met korte vegetaties als uitgangspunt te nemen. In Tabel 1 zijn de opgaande vegetatietypen genoemd welke zich onder dezelfde standplaatscondities kunnen ontwikkelen.



Figuur 42. Potenties op basis van de SNL-beheertypen.



Figuur 43. Goed ontwikkeld bloemrijk Kruiden- en faunairijk grasland op dezelfde gradiënt als de graslanden in het Pollense Veen.



Figuur 44. Goed ontwikkeld nat schraalland.

Daarnaast is de ontwikkeling van een droog schraalland met kenmerkende soorten van heischrale graslanden mogelijk in het westelijk deel van het Pollense Veen en op de iets hoger gelegen graslanden in het centrale deel van het Pollense Veen. Deze droge graslanden kunnen over gaan via vochtige heischrale graslanden naar nat schraalgraslanden in de laagste delen (Figuur 44). Dit zijn de natste en meest basenrijke delen waar soorten uit het kleine zeggenmoeras voor kunnen komen, vergelijkbaar met de vegetatie die zich heeft ontwikkeld op het reeds ingerichte perceel.

5.2 Knelpunten

Om de potenties te verzilveren is het van belang om de natuurlijke standplaatscondities te herstellen. Hiervoor dienen bestaande knelpunten te worden opgelost, in het Pollense Veen gaat dit om verdroging en vermesting.

Verdroging

Bodemtypen zijn gevormd onder bepaalde hydrologische condities, deze zijn bekend uit eerdere onderzoeken in Nederland en zijn opgenomen in de applicatie Waternood. Om een beeld te krijgen in hoeverre het gebied verdroging laat zien, zijn de gemeten waterstanden vergeleken met de referentiewaterstanden van de aanwezige bodemtypen. *Figuur 45* toont het verschil tussen de actuele en de gewenste standen. Hoewel de metingen een



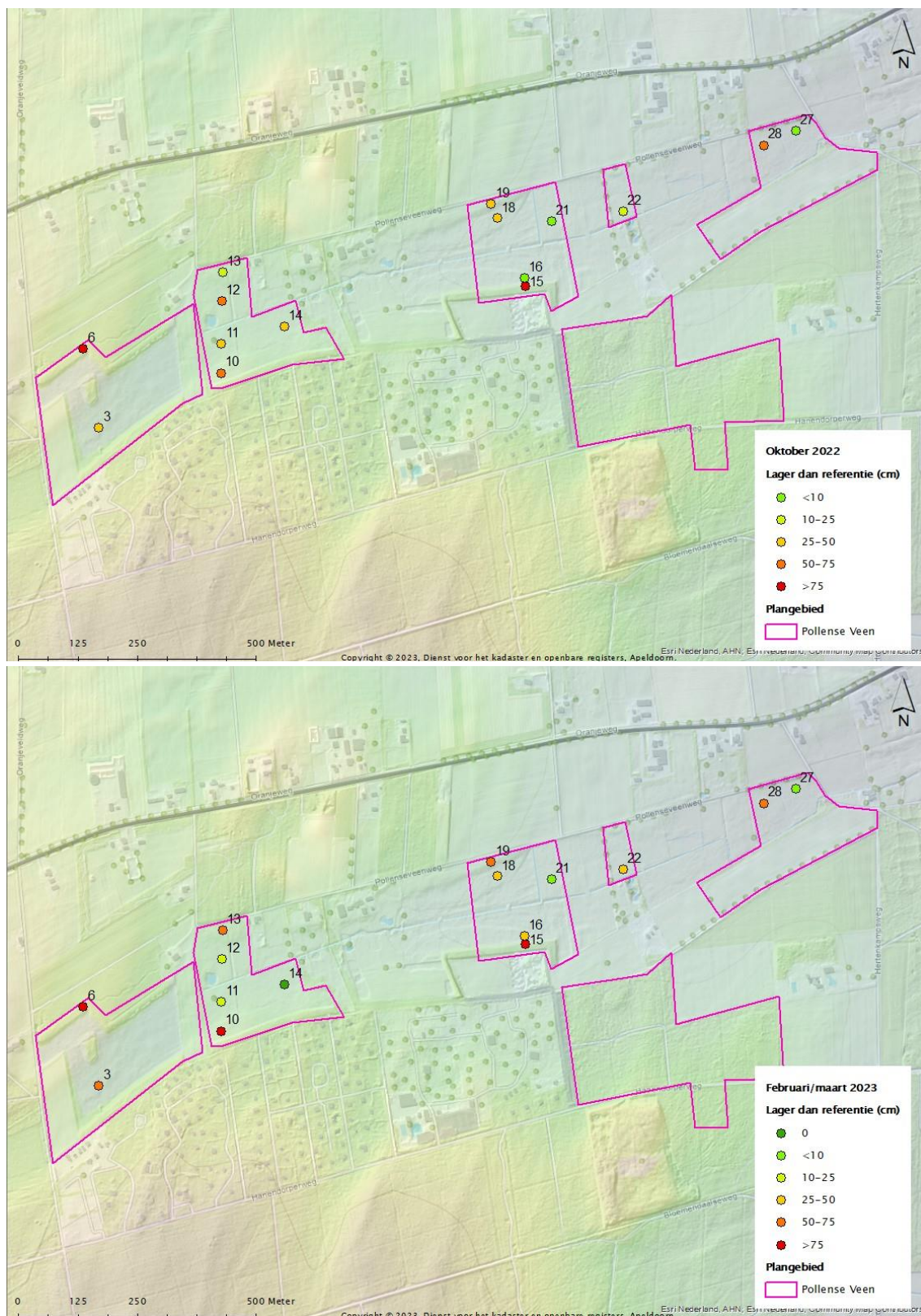
momentopname waren en deze worden vergeleken met langjarige gemiddelden (GHG en GLG) waaronder de bodemtypen zijn gevormd, geeft het toch een indicatie.

Na de zeer droge zomer van 2022, is voornamelijk een verschil te zien met de referentiewaterstanden in het westelijk deel van het gebied en op de hogere zandkoppen. De bodems aan de randen van het beekdal laten de sterkste verdroging zien. In de winter geeft het verschil tussen de gemeten en referentiewaterstand een ander beeld. In het tweede perceel vanuit het westen is het verschil in het beekdal kleiner in de winterperiode (boring 11, 12 & 14). Boring 22 laat een groter verschil zien, evenals boring 16. Op de andere locaties is het verschil gelijk gebleven.

Geen enkele locatie laat geen verschil zien met de referentiewaterstanden, zowel in de zomer als in de winter. Al met al kan gezegd worden dat verdroging een knelpunt is in de ontwikkeling van de potentiële vegetatie in het Pollense Veen.

5.3 Vermesting

Uit de bodemchemische gegevens van onderzoekcentrum BWARE blijkt dat de toplaag van de meeste percelen sterk is verrijkt met fosfaat. Dit komt waarschijnlijk door het landbouwverleden. De percelen waar in het verleden afgegraven is vertonen deze verrijking niet.

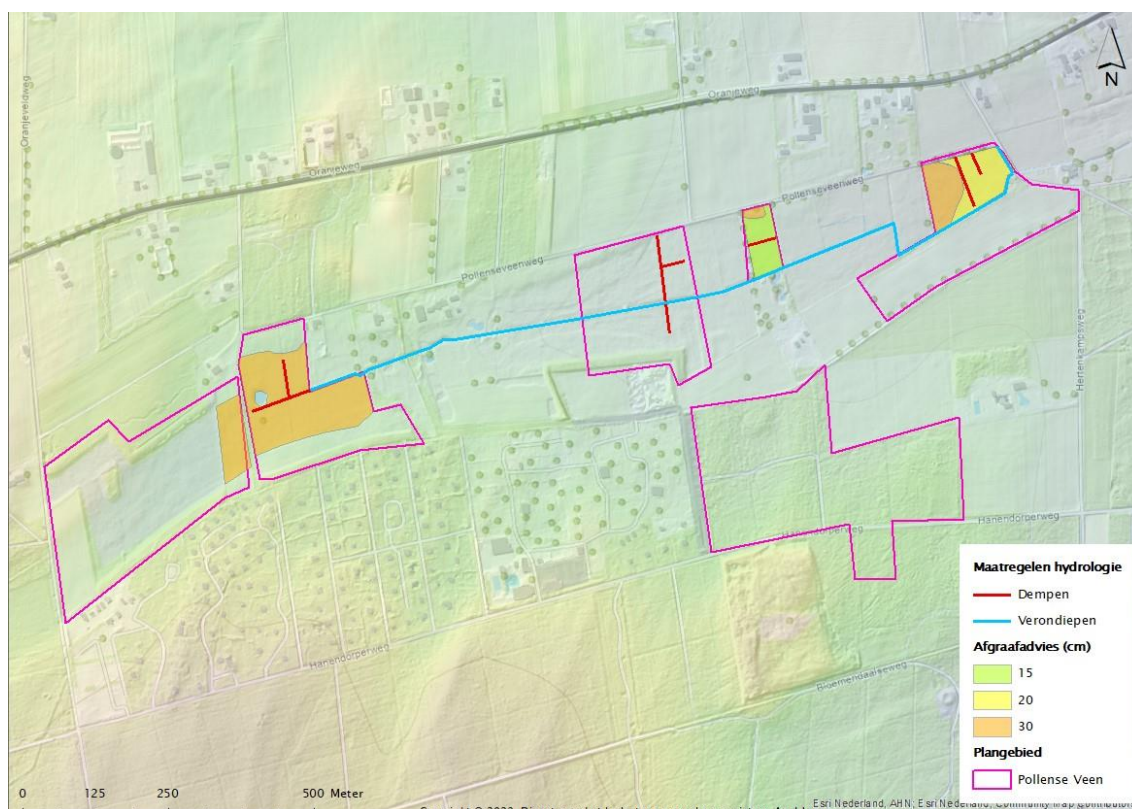


Figuur 45. Verschil tussen de referentiewaterstanden voor het bodemtype ter plaatse en de gemeten waterstanden einde zomer 2022 (boven) en einde winter 2023 (onder)

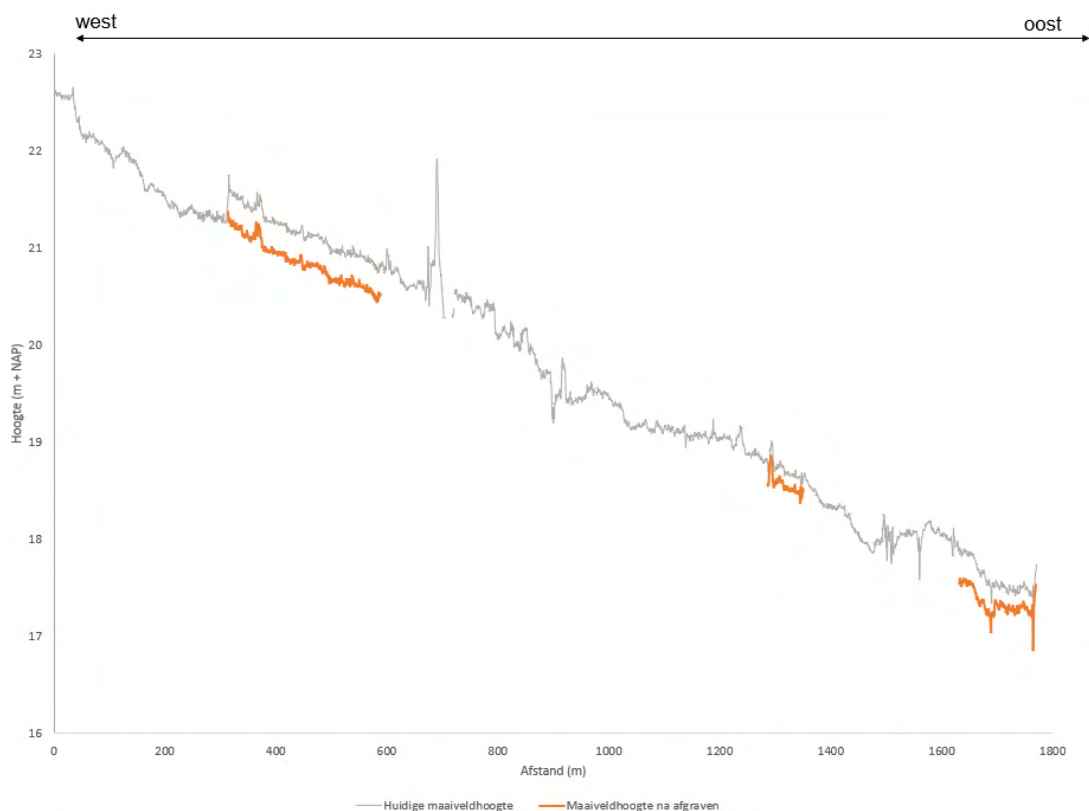
6 Maatregelenadvies

Om de bovengenoemde potenties te kunnen ontwikkelen is het nemen van maatregelen om de knelpunten op te heffen vereist. In het verleden zijn een deel van de graslanden in het Pollense Veen afgegraven. Deze graslanden laten een mooie ontwikkeling zien richting schrale vegetatietypen. Om deze ontwikkeling ook in andere delen van het Pollense Veen te stimuleren en de fosfaatrijke bovengrond weg te nemen wordt het advies gegeven om delen af te graven in combinatie met het opbrengen van maaisel uit een referentiegebied (Figuur 46). Bij het afgraven van de bovengrond blijft de verhanglijn van west naar oost in het beekdal aanwezig, waardoor water kan blijven doorstromen (Figuur 47). In de poel in het tweede perceel vanuit het westen is in het verleden watercrassula aangetroffen. Deze soort is niet gevonden tijdens het veldwerk voor dit onderzoek. Voor het afgraven moet uitgezocht worden of deze soort nog steeds aanwezig is in de poel. Wanneer dit het geval is zal de poel eerst gedempt moeten worden alvorens af te graven, om verspreiding in het perceel te voorkomen.

Het terugdringen van de verdroging is lastig in het Pollense Veen, omdat niet alle percelen rondom de hoofdwatgang in eigendom zijn het van GLK. Wel zal het afgraven van de eigen gronden een bijdrage leveren aan het terugdringen van de verdroging doordat het maaiveld wordt verlaagd. Daarnaast is het dempen van detailontwatering op de percelen mogelijk, in combinatie met het dempen van het westelijk deel van de hoofdwatgang (Figuur 46). Het sterk verondiepen van de hoofdwatgang is wenselijk, maar kan alleen met instemming van de eigenaren van de tussenliggende percelen.



Figuur 46. Inrichtingsadvies voor het Pollense Veen.



Figuur 47. Huidige maaiveldhoogte (grijs) en maaiveldhoogte na afgraven (oranje) langs het transect van west naar oost door het Pollense Veen.

De graslanden die al reeds afgegraven zijn of waar zich kruiden- en faunarijck grasland kan ontwikkelen behoeven geen grootschalige inrichtingsmaatregelen. Wel wordt voor de percelen waar zich kruiden- en faunarijck grasland kan ontwikkelen geadviseerd de wortelmat te verwijderen en om maaisel van nabijgelegen goed ontwikkelde graslanden op te brengen. Op de locaties waar de uitgangssituatie voor heischraalgrasland goed is kan worden overwogen om meer zeldzamere soorten van dit type in te brengen. Daarbij komen zowel droge soorten in beeld als ook soorten van vochtigere standplaatsen. Bij het inbrengen van de soorten dienen deze wel tijdelijk te worden uitgerasterd om te voorkomen dat ze worden opgegeten door de schapen en wild.

De delen waar potenties voor nat schraalland voorkomen dienen te worden afgegraven om de voedselrijke toplaag te verwijderen. Tegelijk komt hier ook het basenrijke grondwater dichtter aan maaiveld. Om vestiging van kenmerkende soorten te versnellen kan maaisel worden opgebracht van het reeds ingerichte perceel. Het snel sluiten van de vegetatie zorgt er ook voor dat ongewenste soorten (bijvoorbeeld opslag van berk of exoten) zich minder snel kunnen vestigen. Na inrichten moet het beheer gericht zijn op maaien en afvoeren, geadviseerd wordt om de koeienbegrazing te beëindigen. De droge graslanden in het westen van het gebied worden nu begraaasd met schapen en gemaaid. Dit beheer kan worden voortgezet.

Langs de randen van een aantal van de percelen is een wal aangelegd met de bovengrond van de afgegraven percelen. Hier ontwikkelt zich een struweelrand die een voedselbron



vormt voor veel soorten vogels. Het advies is om deze wallen te laten liggen en hier geen maatregelen te nemen.

Het bos in het zuiden van het Pollense Veen laat een verzuring van de toplaag zien. De bomen laten hier een goede groei zien en ook de struiklaag ontwikkelt zich. Het advies is om hier over een langere periode het naaldhout (Douglas) uit te faseren en loofhout in de ondergroei te stimuleren. Daarnaast kan overwogen worden om loofhout in de vorm van rijk strooiselsoorten aan te planten in combinatie met het toevoegen van “een handje” steenmeel.

Hydrologische effecten van de maatregelen zijn getoetst in het kader van deze LESA. Een vervolgonderzoek (hydrologisch model) zal inzichtelijk moeten maken in hoeverre de natuurdoelen hydrologisch gezien haalbaar zijn met de geadviseerde maatregelen en wat eventuele effecten zijn op andere functies dan natuur.



7 Perspectief lange termijn voor de venen op de oost-Veluwe

7.1 Ambities vanuit Natura 2000

Onze onderzoeksgebieden liggen op de overgang van het Natura 2000-gebied Veluwe naar het IJsseldal. Zij liggen deels binnen het Natura 2000-gebied Veluwe maar voor het grootste deel er buiten. Volgens het Natura 2000 beheerplan Veluwe is de kernopgave voor de Veluwe onder meer: versterking van overgangen van droge naar natte gebieden, en ook: herstel van de ruimtelijke samenhang met de omgeving. Onze onderzoeksgebieden zouden kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van het habitatype Overgangs- en trilvenen (H7140A) en wellicht ook aan de habitatypen Blauwgrasland (H6410) en Kalkmoerassen (H7230). Kansen voor uitbreiding binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied Veluwe zijn nihil.

In het Herstelprogramma Vennen en venen (Provincie Gelderland, 2023) zijn ambities aangegeven voor het nabij gelegen Wisselse Veen: de vennen daar hebben de potentie voor overgangs- en trilveen (H7140A). Stroomafwaarts daarvan kan volgens het herstelprogramma op den duur dotterbloemhooiland en wellicht kalkmoeras ontwikkelen. Er zijn maatregelen benoemd voor onder meer vernatting van het gebied, naar aanleiding van de uitgevoerde LESA. Het Tongerense Veen, Pollense Veen, Nijmolense en Smallertse Beek worden weliswaar niet genoemd in het herstelprogramma, maar hebben een vergelijkbare potentie.

In het Herstelprogramma Beken (Provincie Gelderland, 2023) is voor de beken in het Tongerense Veen aangegeven dat de betekenis voor het habitatype Beken en rivieren met waterplanten (H3260A) en voor de doelsoorten beekprik en rivierdonderpad beperkt is en dat de kans op herstel klein is. Hierop ligt in het Tongerense Veen dus niet de focus. De Smallertse Beek levert wel een bijdrage aan het doelbereik voor de beekprik en voor rivierdonderpad. Knelpunten zijn de aanwezigheid van barrières en risico's voor de waterkwaliteit.

Vanuit het Natura 2000 beleid lijkt een focus op het vernatten van het gebied, om ambities vergelijkbaar met het Wisselse Veen te realiseren, dus het meest voor de hand te liggen.

7.2 Klimaatverandering

Klimaatverandering dwingt ons om het hoofd te bieden aan temperatuurstijging, lange perioden van droogte en neerslagextremen. De CO₂-uitstoot van verdrogende veengebieden is in Nederland maar liefst twee keer zo hoog als de totale vastlegging.²⁶ Het herstel van veenmosveen zorgt voor een beperking van de CO₂-uitstoot.²⁷ Dat benadrukt de grote rol die veengebieden spelen in het mitigeren van klimaatverandering. Bij veenlandschappen denkt men al snel aan de grote veengebieden van west-Nederland, de kop van Overijssel en Friesland. Maar ook de hogere zandgronden kennen een geschiedenis van veengebieden, die door ontginning en ontwatering verdwenen of aangetast zijn. De **oost-Veluwse venen spelen vanwege de grote herstelkansen een belangrijke rol in de ontwikkeling van een klimaatrobuuster landschap**. Ecosysteemdiensten zijn niet alleen het

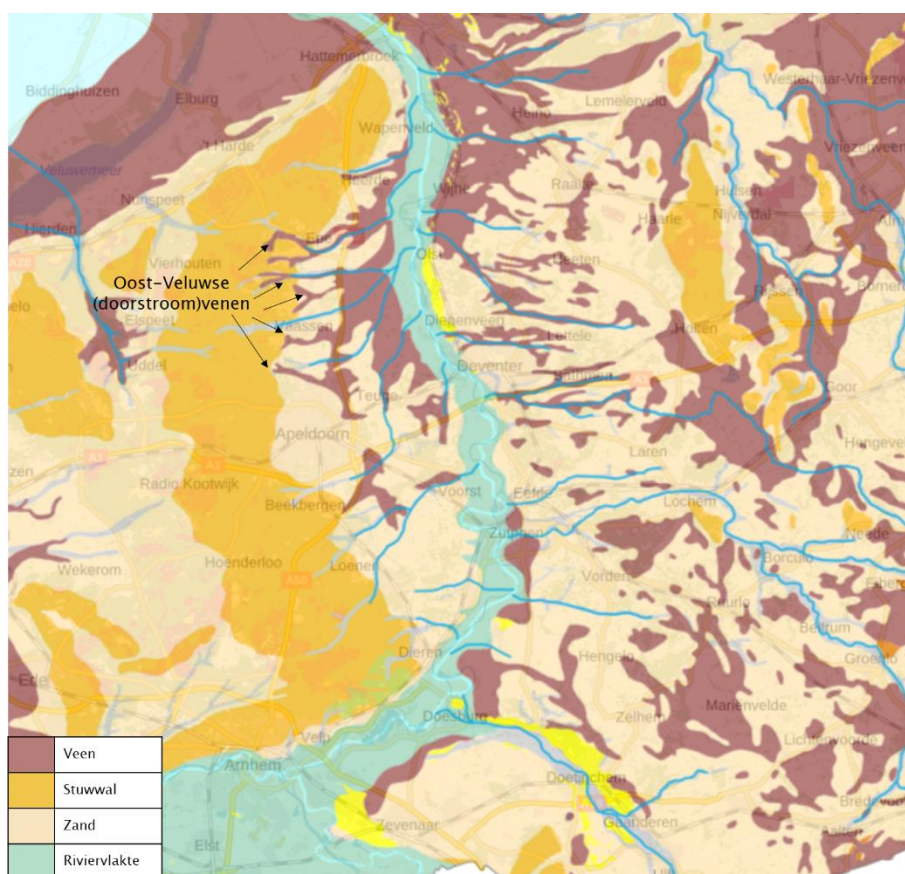
²⁶ Lof et al., 2017.

²⁷ Pacheco-Cancino et al., 2023.

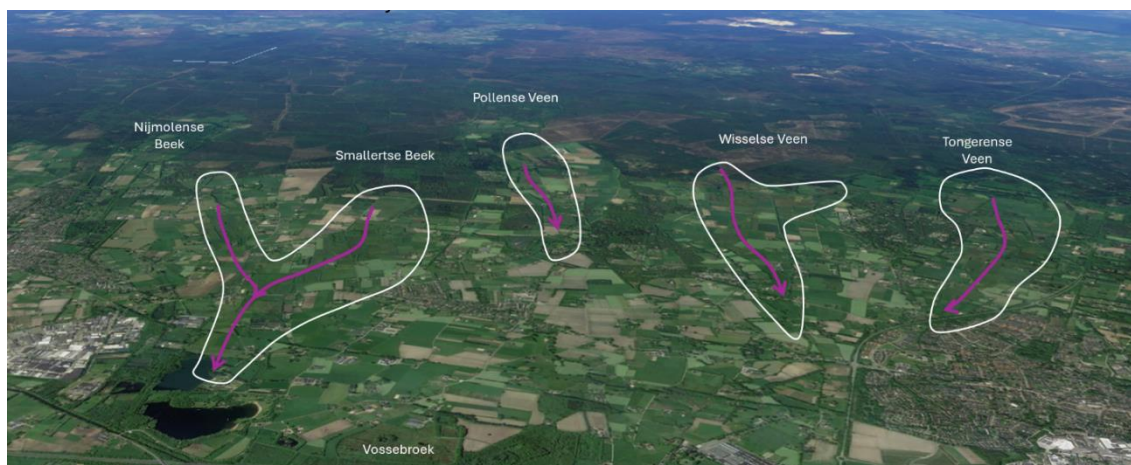
opslaan van CO₂ (en het stoppen van de uitstoot), er zijn ruime mogelijkheden voor vasthouden van water en het verhogen van de biodiversiteit en leefbaarheid.

7.3 De oost-Veluwse venen

Tussen de oost-Veluwe en de IJssel speelde veenvorming een belangrijke rol. Het water kan hier van nature moeilijk weg. De grondwaterdruk is door het steile verhang van de stuwwal namelijk groot en de slechtdoorlatende geologische afzettingen in het tongbekken van de IJssel zorgen voor tegendruk. Daardoor was hier sprake van stabiel natte condities waardoor hier grote laagveenmoerassen of broekgebieden, zoals het Vossenbroek, Vemderbroek en Gulbroek, ontstonden. Door gestuwde kleischotten op de stuwwal waren ook hoog op de helling venen aanwezig (Figuur 48). Voorbeelden zijn het Wisselse Veen, Tongerense Veen, het Pollense Veen en in het Nijmolense en Smallertse beekdal (Figuur 49). Door de helling ontstond het veen onder invloed van continu stromend grondwater, maar met verschillende eigenschappen (zuur tot basenhoudend) en bijbehorende gradiënten in vegetatie. Wanneer de diverse venen zich verder ontwikkelen ontstaat er een zogenaamd ‘doorstroomveen’.



Figuur 48. Schematische weergave van de veengebieden tussen de Veluwe en IJsselvallei, rond 1500 (paleografische kaart van Vos).



Figuur 49. Doorstroomvenen op de oostflank van de Veluwe bij Epe en Emst. Op de voorgrond de overgang naar de broekgebieden (laagveenmoerassen): het Vossenbroek is nog net zichtbaar (kaart ondergrond: Google Earth).

7.4 Ecosysteemdiensten van de oost-Veluwse venen

De oost-Veluwse venen spelen een belangrijke rol in het creëren van een robuust landschap. Het herstellen van de venen op de oost-Veluwe draagt bij aan het behalen van de Natura 2000-beleidsdoelen, het mitigeren van klimaatveranderingen en actieve venen leveren vele ecosysteemdiensten.

7.4.1 Koolstofdioxide (CO₂)

Broeikasgassen, vooral CO₂, zorgen ervoor dat warmte wordt vastgehouden op de aarde waardoor de temperatuur stijgt. Om de omvang en snelheid van opwarming van de aarde te verminderen, is het van belang om de CO₂-uitstoot te verminderen en de opslag te vergroten.

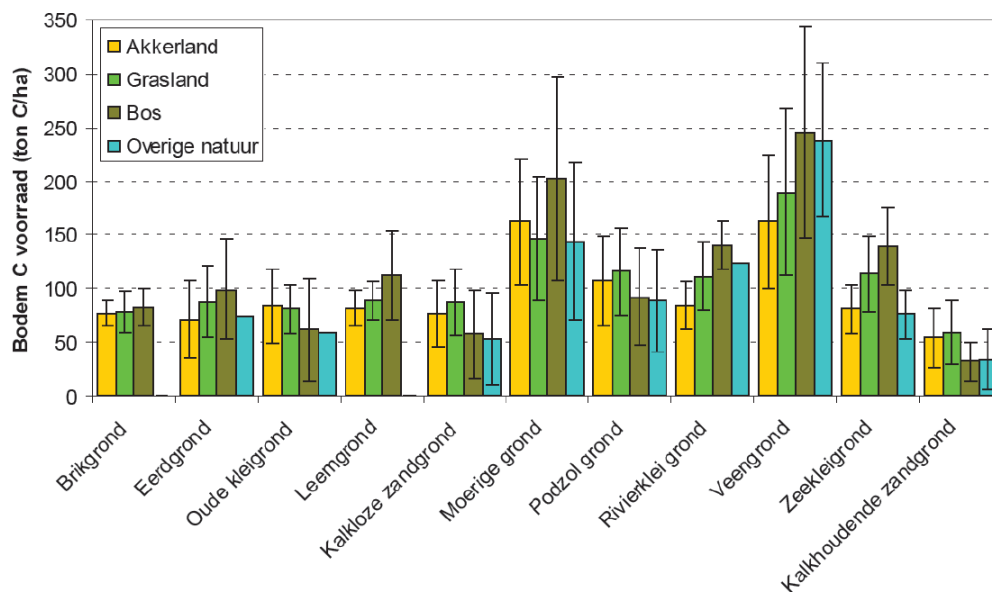
Veengebieden zijn bij uitstek geschikt voor het vastleggen van CO₂. Aan de hand van de data uit de Landelijke Steekproef Kartering (LSK)²⁸ zijn koolstofvoorraden berekend voor verschillende soorten landgebruik. **In moerige en veenbodems is de koolstofvoorraad ruim twee keer (!) zo hoog als op vergelijkbare droge bodems** (Figuur 50 en Figuur 51). Daarbij komt dat in venen de CO₂-vastlegging 7 tot 10 keer sneller gaat dan op zandgronden. Ze zijn daarmee de grootste CO₂-vastleggers van de wereld.²⁹

Veengebieden worden daarentegen juist een bron van CO₂-uitstoot wanneer ze ontwaterd worden en het veen gaat oxideren.³⁰ Zoals eerder gezegd, is de CO₂-uitstoot van veengebieden in Nederland maar liefst twee keer zo hoog als de totale vastlegging.

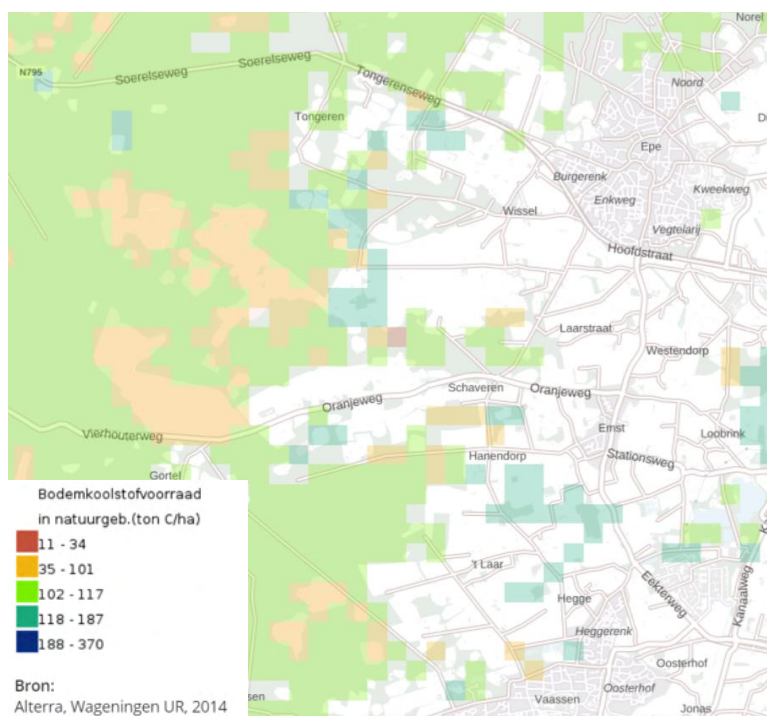
²⁸ De LSK is een gestratificeerde nationale steekproef, die is uitgevoerd in de periode 1990–2000 waarbij op ongeveer 1400 locaties bodemonsters op vijf verschillende diepten zijn geanalyseerd.

²⁹ Joosten et al., 2016.

³⁰ Pacheco-Cancina et al., 2023.



Figuur 50. Koolstofopslag in verschillende bodems in ton C/ha. Moerige en veengronden bevatten twee keer zoveel koolstof als droge bodems (kalkloze zand- en leemgronden) (Uit Lesschen et al 2012).



Figuur 51. Bodemkoolstofvoorraad op de oost-Veluwe bij Epe (bron: Alterra, 2014; gebaseerd op Lesschen et al., 2012).

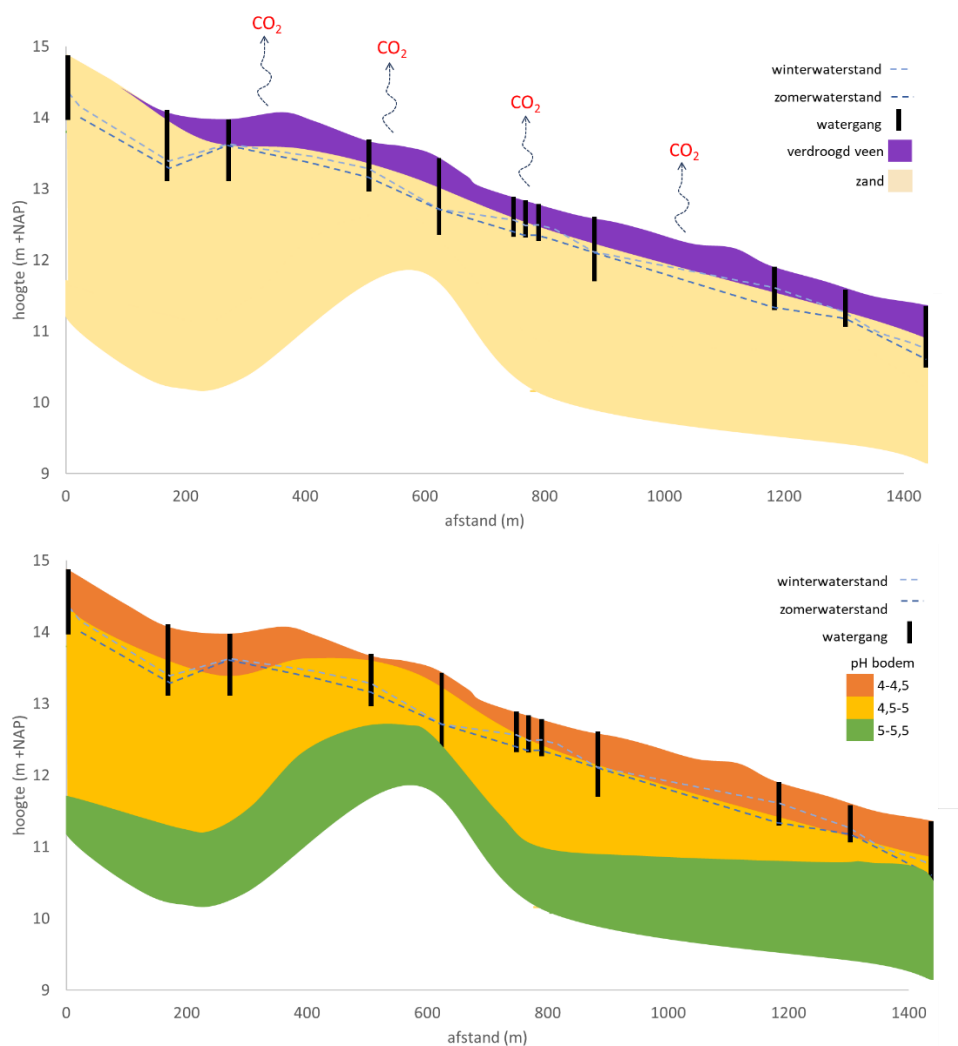
7.4.2 Water vasthouden

De oost-Veluwse venen zijn van groot belang voor de CO₂-opslag van de hogere zandgronden. Dat zit hem met name in de grote herstelkansen van deze, momenteel degraderende, venen. De waterstanden zijn in deze venen namelijk nog steeds relatief hoog en stabiel. De venen liggen bovendien in de laagste delen van het landschap (beekdalen), waar de bewoningsdichtheid vrij laag is. Daardoor zijn de uitstralingseffecten van watermaatregelen naar verwachting beperkt.

Het huidige watersysteem is erop gericht om water zo snel mogelijk af te voeren. Het watersysteem moet beter bestand worden tegen extreme weersomstandigheden. Veengebieden zijn erg geschikt om water langer vast te houden. Vaak wordt gesproken over 'sponswerking', te danken aan veenmossen die tot 20 keer hun eigen gewicht aan water vasthouden. Een belangrijk deel van de sponswerking van de oost-Veluwse venen is verloren gegaan door ontginning en verdroging. Het resterende veen staat dezelfde toekomst te wachten als niet wordt ingegrepen in de hydrologie. De beken hebben een grote omvang, en er is een uitgebreid stelsel van detailontwateringen. Het veen ligt droog en oxideert, waardoor steeds meer van de sponswerking verloren gaat, de bodem verzuurt en bovendien CO₂ vrijkomt.

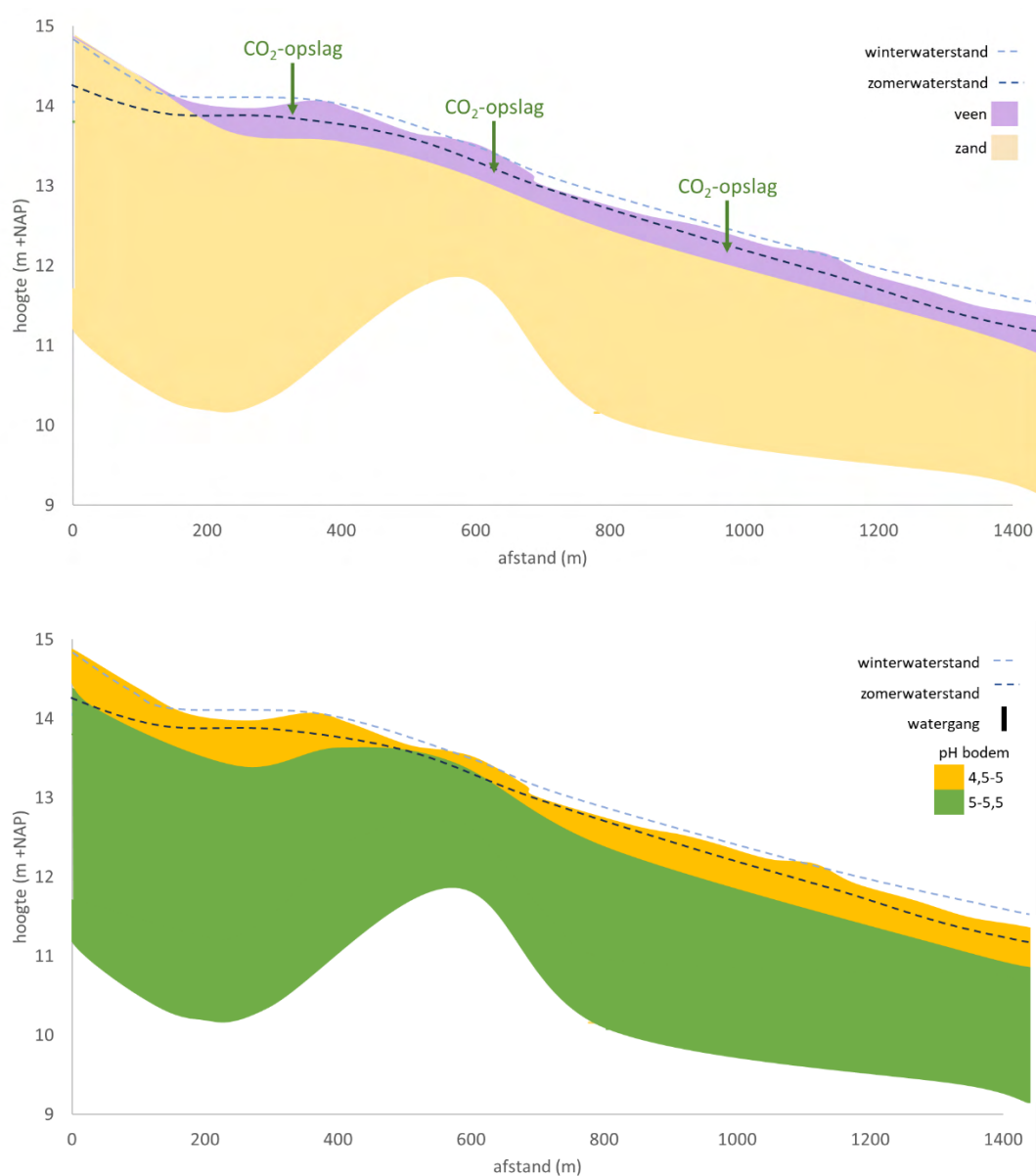


Figuur 52. Veenmosontwikkeling op in 2004 ingerichte natuur. Duidelijk zichtbaar is de sponswerking door ca 20 cm dikke veenmosontwikkeling.



Figuur 53. Door greppels en beken staat het water lager dan het restveen. Daardoor oxideert het veen en komt CO₂ vrij (boven). Bovendien verzuurt de bodem doordat mineraalrijk grondwater niet voldoende aan het oppervlak komt (onder) (gebaseerd op data uit LESA Nijmolense Beek).

In goed ontwikkelde veengebieden staat 's winters het grondwater aan maaiveld. Vanaf april zakt het water maximaal 30 cm weg. Ook de minerale gronden in de beekdalen zijn geschikt voor waterberging. 's Winters staan deze gebieden onder water tot pakweg april. Door de invloed van dit mineraalrijke grondwater stopt de verzuring en neemt de pH weer toe. In het voorjaar zakt het water in de grond.



Figuur 54. Bij een goede waterhuishouding staat het veen tot april onder water, waarna het maximaal enkele decimeters wegzakt. Daardoor kan het veen weer groeien en wordt CO₂ opgeslagen. Daarnaast stopt de bodemverzuring (onder) doordat mineraalrijk grondwater weer langer aan maaiveld staat.

7.4.3 Biodiversiteit

De oost-Veluwse venen vormen een mineraalrijke, natte oase in het verder droge landschap van de Veluwe stuwwal. Ze zijn eveneens een schakel tussen de stuwwal en de rijke IJsselvallei, waardoor een waardevol gradiënt ontstaat. Abiotische diversiteit (bodem, water) bepaalt in grote mate de biotische diversiteit, van planten en dieren. Herstel van de abiotische variatie is dus de belangrijkste motor achter het vergroten van de biodiversiteit.

In de huidige situatie is de biodiversiteit in de oost-Veluwse venen matig. Het Tongerense en Pollense Veen en de venen in de Nijmolense en Smallerse Beek zijn verdroogd, verzuurd en te rijk aan voedingsstoffen door bemesting in het verleden. Bij herstel zijn op de lange termijnen vegetaties van doorstroom- en kwelvenen te verwachten. Denk aan

blauwgraslanden, slenken met kleine zeggen, en kwelgevoede dotterbloemhooilanden en elzenbroekbossen.

Door het grote wateraanbod is de verwachting dat het veen relatief snel kan groeien. Een kijkje bij het Wisselse Veen geeft een beeld van de hoge potenties. Met relatief weinig inspanning zijn hier in een zeer korte tijd (vanaf 1995) grote resultaten behaald. Het veen is weer in ontwikkeling en het gebied is een biodiversiteitshotspot voor bijzondere vegetaties en fauna. Het gebied vormt een ware oase voor mineralen en vocht voor het systeem van de Veluwe als geheel. Het herstellen van de overgang van de droge arme Veluwe naar deze rijke flanken leidt daarmee tot systeemherstel en een gezond biodivers landschap.



Figuur 55. Het Wisselse Veen, een rijke oase te midden van een droog en arm zandlandschap van de Veluwe.



Figuur 57. Voorbeeld van een bloemrijk veldrushooiland (Schildbroek, bij Groesbeek)



Figuur 56. Elzenbroekbos (Tongerense Veen)

7.4.4 Recreatieve waarde

De oost-Veluwse venen zijn in beperkte mate beleefbaar, omdat ze vanwege hun nattigheid voor normaal schoeisel slecht toegankelijk zijn. Desondanks zijn ze prima vanaf bestaande openbare wegen te aanschouwen, omdat dit vrij open landschappen zijn (Figuur 59). Voor de fijnproever zijn op Landgoed Tongeren vlonderpaden aangelegd. Dit gebied grenst aan het Wisselse Veen en biedt een mooi voorbeeld van de ontsluiting van een mooi ontwikkelend veengebied voor recreatie. Wandelaars kunnen hier zonder natte voeten te krijgen, genieten van dit bijzondere open landschap vanaf het vlonderpad (Figuur 58).



Figuur 59. Voorbeeld van beleving van een broekgebied (Soerense Broek) vanaf de weg (Broekdijk)



Figuur 58. Vlonderpad op Landgoed Tongeren. Foto: Gemeente Epe.



Literatuurlijst

Bakker, M. A., & Van Der Meer, J. J., 2003. Structure of a Pleistocene push moraine revealed by GPR: the eastern Veluwe Ridge, The Netherlands. Geological Society, London, Special Publications, 211(1), 143–151.

De Bakker, H. & J. Schelling, 1981. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland : de hogere niveaus en codering van bodemtypen overeenkomstig de legenda van de bodemkaart van Nederland 1:50.000. Wageningen University & Research.

Ten Cate, J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer & J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel D: interpretatie van bodemkundige gegevens voor diverse vormen van bodemgebruik. Technisch document / DLO–Staring Centrum; No. 19–D). SC–DLO.

Van Engelenburg, J., 2012. Uitbreiding infiltratieproject Epe: Aanvraag onderbouwend rapport Waterwetvergunning. Vitens.

Van Engelenburg, J., T. Spek & A. Van Doorn, 2012. Is een stuwwal modelleerbaar? H2O, 9–2012.

Hagens, 1998. Negen eeuwen Watermolens op de Veluwe. Op kracht van stromend water. NV Uitgeverij Smit van 1876. Hengelo.

Jansen, A., K. Hanhart, G. Maljaars & J. Vrielink, 2013. Aanvullend bodemonderzoek plagdiepte landgoed Tongeren. Hanhart Consult, Lochem.

Jansen, A.J.M., H. Smeenge, A.A.M. Kieskamp, M. Van Der Linden, T. Termaat, M. Van Os & G.H. Bulten, 2019. Wisselse Veen: systeemanalyse en inrichtingsplan. Bosgroepen, Ede.

Joosten, H., A. Sirin, J. Couwenberg, J. Laine & P. Smith, 2016. Chapter 4: The role of peatlands in climate regulation. Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice. 66.

Lesschen, J.P., H.I.M. Heesmans, J.P. Mol–Dijkstra, A.M. van Doorn, E. Verkaik, I.J.J. van den Wyngaert & P.J. Kuikman, 2012. Mogelijkheden voor koolstofvastlegging in de Nederlandse landbouw en natuur (No. 2396). Alterra.

Menke H, H. Renes, G. Smid, P. Stork, J. Meijer., 2007. Veluwse beken en sprengen. Cultuurhistorisch overzicht van het sprengengebied van de Veluwe. Uitgeverij Matrijs i.s.m. Stichting tot Behoud van de Veluwe Sprengen en Beken.

Neefjes, J.W.P.M., 2018. Landschapsbiografie van de Veluwe: historisch–landschappelijke karakteristieken en hun ontstaan. Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Otten, D, 2002. Veldnamen en oude boerderijnamen in de gemeente Epe. IJsselacademie.



Pacheco-Cancino, P.A., R. F. Carrillo-López, A. Sepulveda-Jauregui & M.A. Somos-Valenzuela, 2023. Sphagnum mosses, the impact of disturbances and anthropogenic management actions on their ecological role in CO2 fluxes generated in peatland ecosystems. *Global Change Biology*, 30(1), e16972.

Provincie Gelderland, 2023. Herstelprogramma Beken. Natura 2000 Veluwe.

Provincie Gelderland, 2023. Herstelprogramma Vennen en venen. Natura 2000 Veluwe.

Tijdeman, E., L. Avis & A. Krikken, 2023. Actualisatie tijdreeksanalyse waterwinning Epe. RoyalHaskoningDHV, rapport BI6879-RHD-RP-0001.

Vos, P., 2015. Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series. Proefschrift, Utrecht University.



Bijlagen

Bijlage 1 Bodem- en hydrochemisch onderzoek natuurpotenties Pollense Veen



Bijlage 1 **Bodem- en hydrochemisch onderzoek natuurpotenties
Pollense Veen**