



Deskundigenadvies over de effecten van de voorgenomen uitbreiding van de waterwinning Hammerflier op de doorlatendheid van de slecht doorlatende veenbasis en het herstellend hoogveen in het Beerzerveld

15-10-2020

A.J.M. Jansen, J. Sevink, L. Franssen & R. Versluijs

COLOFON

Titel: Deskundigenadvies over de effecten van de voorgenomen uitbreiding van de waterwinning Hammerflie op de doorlatendheid van de slecht doorlatende veenbasis en het herstellend hoogveen in het Beerzerveld

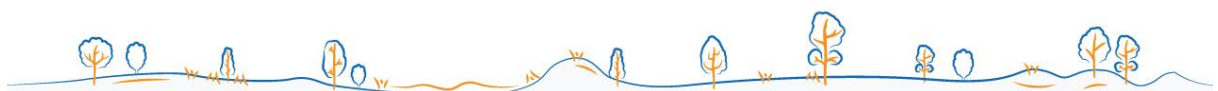
Status: Definitief

Auteurs: A.J.M. Jansen, J. Sevink, L. Franssen & R. Versluijs

Foto's: André J.M. Jansen (tenzij anders vermeld)

Stichting Bargerveen | Nijmegen | oktober 2020

www.stichtingbargerveen.nl | www.linkedin.com/company/stichting-bargerveen



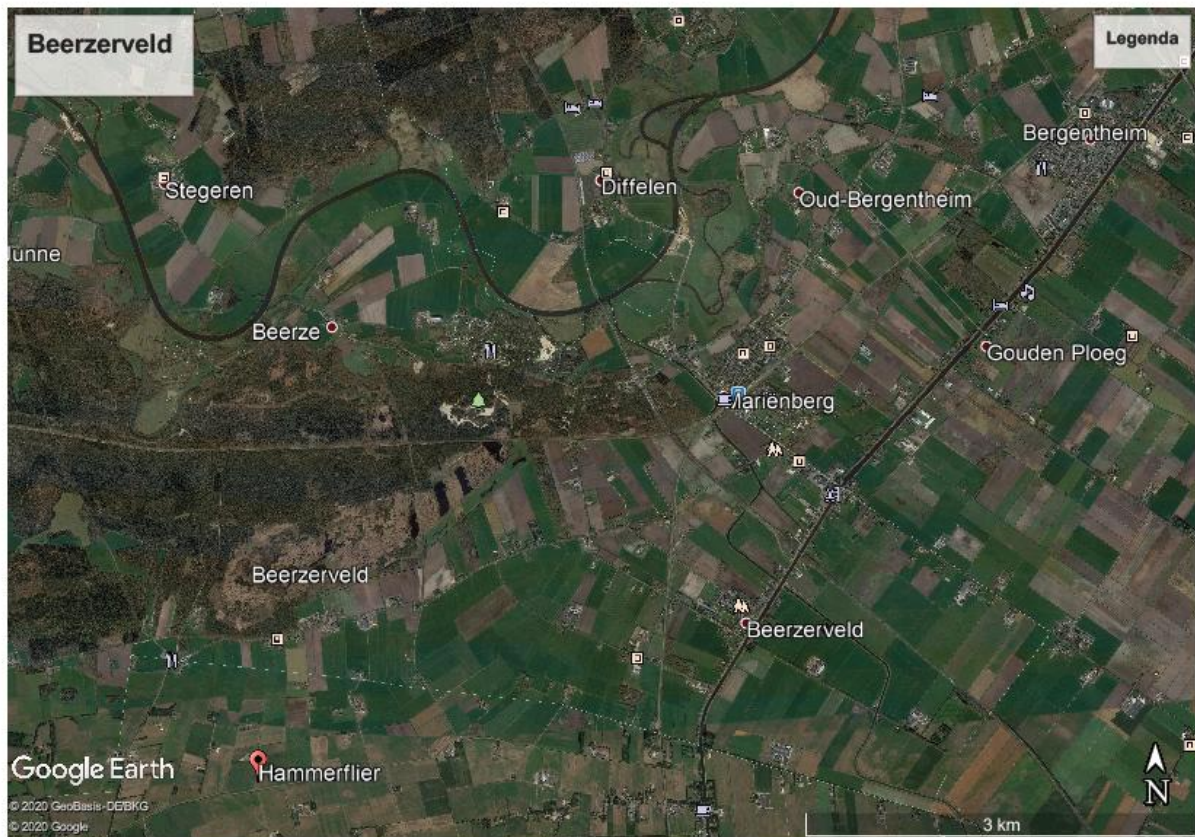
Inhoudsopgave

Inleiding.....	3
1.1 Gebiedsintroductie.....	3
1.2 Aanleiding	4
1.3 Vraagstelling.....	4
1.4 Ontstaanswijze – Stand van kennis	4
2 Werkwijze	8
2.1 Veldwerk	8
2.2 Uitwerking	9
2.3 Hydrologisch model	9
3 Resultaten.....	11
3.1 Transect 1.....	11
3.2 Transect 2	12
3.3 Transect 3.....	14
3.4 Transect 4.....	15
3.5 Boringen buiten de transecten	17
3.6 Uitkomsten hydrologische modelberekeningen	19
4 Samenvatting van onderzoek naar de invloed van verlaging van de grondwaterspiegel op de wegzijging door een bovenliggende slecht doorlatende laag.	24
4.1 Onderzoek Dekker et al. (1986)	25
4.2 Onderzoek Bannink et al. (1989).....	25
4.3 Onderzoek van den Akker et al. (2017)	27
4.4 Dekkers (1988): Beerzerveld	27
4.5 Onderzoek Cirkel et al. (2016)	28
4.6 Samenvattende conclusies	30
5 Interpretatie	31
5.1 Uitgangspunten bij het bepalen van de effecten.....	31
5.2 De bepaalde effecten.....	33
5.3 Effecten van toename winning op Pioniervegetatie van Snavelbiezen	35
6 Conclusie en discussie	36
Geraadpleegde literatuur en websites.....	39
Bijlage 1 Boorbeschrijvingen.....	41

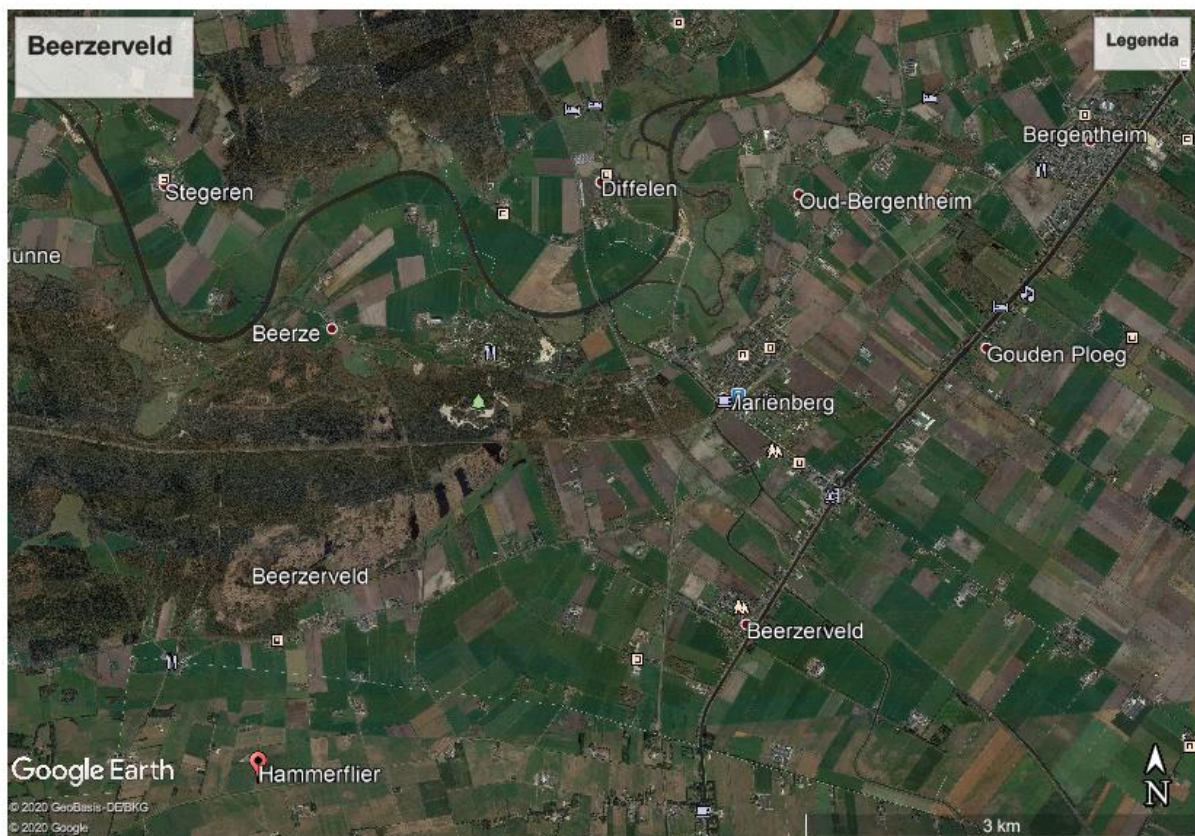
Inleiding

1.1 Gebiedsinleiding

Het Beerserveld is een natuurgebied in eigendom en beheer van Landschap Overijssel. Het ligt ten oosten van Ommen in het (oerstream)dal van de Vecht (



Figuur 1). Ten zuiden van het natuurgebied ligt het uitgestrekte hoogveenontginningslandschap van Bergentheim-Vroomshoop, aan de rand waarvan het Hammerflier is gelegen. In het noorden wordt gaat het Beerserveld over in een uitgestrekt zandverstuivingsgebied, waarmee het een circa 400 hectare groot complex vormt.



Figuur 1: Ligging van het Beerzerveld in het (oer)stroomdal van de Overijsselse Vecht. Ten zuiden en oosten van het Overijssels Kanaal lag het uitgestrekte hoogveencomplex van Bergentheim en Vroomshoop. Ten westen daarvan ligt het Hammerflier. Tussen het beboste zandverstuivingsgebied langs de Vecht en het Hammerflier ligt het natuurgebied Beerzerveld.

Het Beerzerveld maakt deel uit van het Natura-2000gebied Vecht en Beneden-Regge. Het grootste deel van het Beerzerveld is aangewezen voor het habitatype Herstellend hoogveen (H7120). Binnen dat Herstellende hoogveen zijn in het westelijk deel van het reservaat vlakken als Vochtige heide (H4010_A) begrengd. In het westelijke en het centrale deel komen verspreide, kleine vlakken Jeneverbesstruwelen (H5130) voor, terwijl in het noorden en zuidwesten aanzienlijke oppervlakten Stuifzandheiden (H2310) liggen en kleinere oppervlakten Stuifzand (H2330). In het noordwesten ligt een kleine oppervlakte Pioniervegetatie met Snavelbiezen (H7150).

Ten zuiden van het Beerzerveld ligt het Hammerflier, een door ijzerrijk grondwater gevoede laagte, waarin sinds 1992 door Vitens water wordt gewonnen. Momenteel onttrekt Vitens 1,6 miljoen m³ per jaar. Vanwege een stijgende watervraag wil Vitens overgaan tot de winning van 3,5 miljoen m³ van de vergunde wincapaciteit van 5 miljoen m³ per jaar.

Het Beerzerveld is reliëfrijk met abrupte overgangen tussen natte en droge delen. De hoge delen zijn nat en de lage droog vanwege de aanwezigheid van een hoog gelegen slecht doorlatende basis van een overstoven en later verveend complex van hoogveentjes in een schijngrondwaterspiegelsysteem.

1.2 Aanleiding

Het voornemen van Vitens om over te gaan tot de onttrekking van 3,5 miljoen m³ van de vergunde capaciteit van 5 miljoen m³ per jaar zal leiden tot een daling van de freatische grondwaterstanden onder de slecht doorlatende veenbasis (zie 1.4 – Stand van kennis). Er zijn zorgen over het effect van deze daling op de kwaliteit van het Herstellende hoogveen in het Beerzerveld. Om na te gaan of daar daadwerkelijk kans op zal zijn, heeft Vitens André Jansen (Stichting Bargerveen) en Jan Sevink (emeritus-hoogleraar Bodemkunde aan de Universiteit van Amsterdam) gevraagd hierover een deskundigenadvies uit te brengen. Op grond van de uitkomsten van dit advies zal worden bepaald of nader onderzoek noodzakelijk is.

1.3 Vraagstelling

De vraag of de daling van de freatische grondwaterstand als gevolg van de voorgenomen toename van de onttrekking van 1,5 miljoen m³/jaar naar 5 miljoen m³/jaar een negatief effect zal hebben op de kwaliteit van het Herstellend hoogveen in het Beerzerveld, heeft – op basis van de bestaande, recente kennis over het hydro-ecologisch functioneren van het reservaat (Kieskamp et al., 2015; Sevink et al., 2017 & 2019) – geleid tot de volgende onderzoeksvragen:

- wat zijn de effecten van de voorgenomen uitbreiding van de wincapaciteit van waterwinning Hammerflie op de mate van doorlatendheid van de slecht doorlatende veenbasis van het Natura 2000-gebied Beerzerveld;
- Wat zijn de consequenties van die (eventuele) effecten voor de kwaliteit van de aanwezige habitattypen Herstellend hoogveen en Pioniervegetatie van Snavelbiezen.

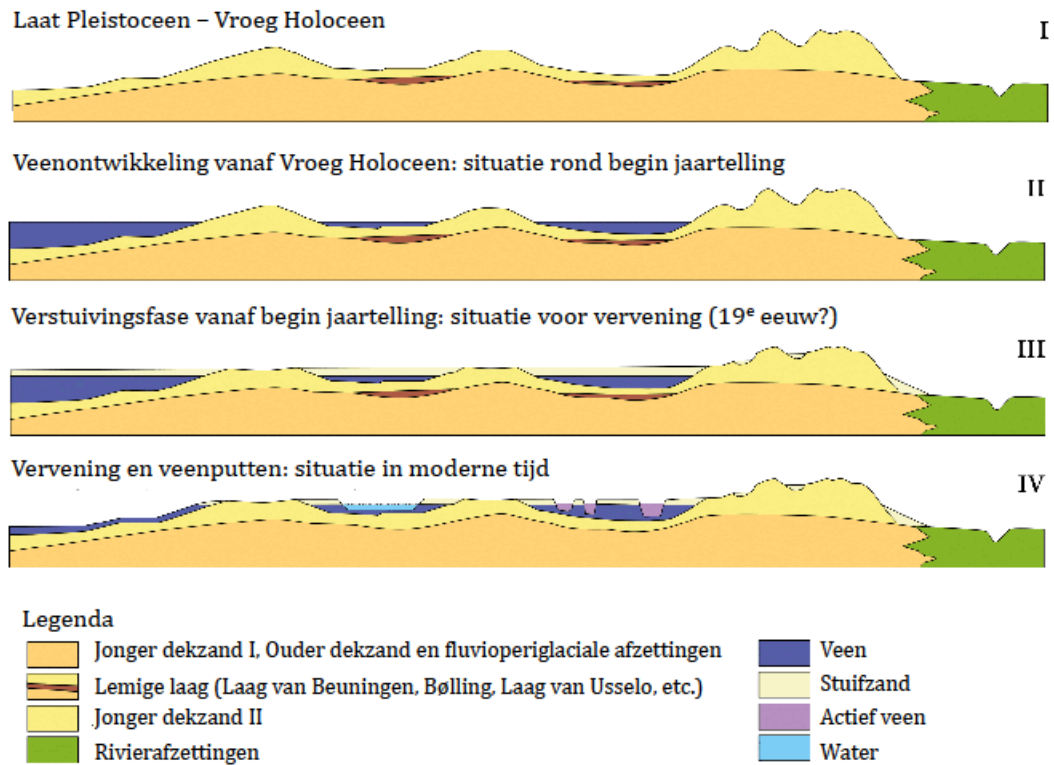
Wij verwachten dat het hoogveen in het Beerzerveld in enkele kommen is gelegen. Hoe de rand van die kommen eruitziet (aard, dikte en hoogteligging van de veenbasis) is onderwerp van deze studie. Op basis daarvan kunnen de gestelde onderzoeksvragen worden beantwoord.

1.4 Ontstaanswijze – Stand van kennis

De ontstaanswijze van het hoogveen in het Beerzerveld komt op hoofdlijnen overeen met die van vele andere hoogveengebieden in Nederland: Geleidelijke vernatting van het landschap door de stijgende zeespiegel en daaraan gekoppelde stijging van het grondwater in het achterland, leidend tot initiële veenvorming in laagten. In die laagten ontstond in eerste instantie grondwatergevoed veen, dat bij voortgaande accumulatie van veen overgaat in regenwater gevoed hoogveen. Zo ontstaan hoogveenkoepels, die zich steeds verder uitbreiden over het aangrenzende, oorspronkelijk droge landschap, een proces dat vermorsing wordt genoemd. In de Nederlandse zandgebieden speelt de geleidelijke vernatting van de oorspronkelijk droge podzolbodems van aangrenzende hogere gebiedsdelen daarbij een belangrijke rol. Die vernatting leidt namelijk tot het ontstaan van een slecht doorlatende hydropodzol B horizont, die vervolgens de basis ('veenbasis') vormt van het zich uitbreidende hoogveen en de vernatting versterkt. Het Beerzerveld ligt aan de rand van het voormalige grote hoogveencomplex van Bergentheim en Vroomshoop, en is een typisch voorbeeld van zo'n vermorsingshoogveen, met stagnatie op een ondoorlatende veenbasis, een dichte B horizont van een hydropodzol.

Bijzonder van het Beerzerveld is, dat het ontstane hoogveen grotendeels is afgedekt door stuifzand, waarvan de afzetting al vroeg startte en wel voor het begin van de jaartelling (Sevink et al., 2017 & 2020). De oorzaak is naar alle waarschijnlijkheid dat de Vecht, die direct ten noorden van het Beerzerveld loopt, zich insneed en daarmee een verlaging van de grondwaterstand en

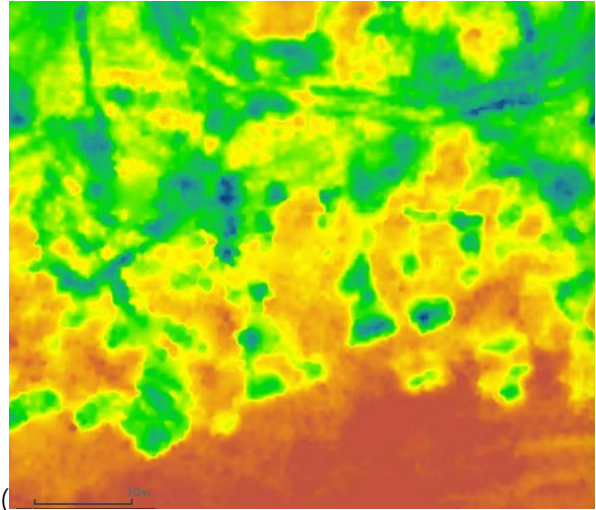
verdroging optrad. Deze verdroging en de intensieve vroege bewoning in het Vechtdal leidden tot een al vroegoptredende en sterk verstuiving. Droge, hogere delen van het Beerserveld, die uitstaken boven rand van het hoogveen, werden uitgeblazen en het zand werd afgezet op de



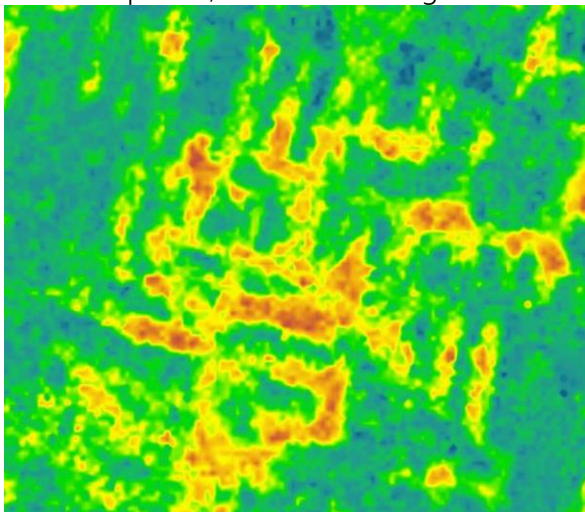
Figuur 2: Ontstaanswijze van het relatief hooggelegen Beerserveld. Door vernatting in het Holocene trad er veenvorming op (II), daarna is het gebied verstoven onder invloed van insnijding van de Vecht en intensief menselijk landgebruik (III) en nog weer later werd het verveend (IV). Bron: Sevink et al. (2019).

vochtige en natte delen met hoogveen. Dit leidde tot een grootschalige reliëfomkering, die goed in het terrein en het AHN-beeld te herkennen is. De geschiedenis van het gebied en datering van de eerste verstuivingen is beschreven in Sevink et al., (2017 & 2019) en wordt weergegeven in Figuur 2.

De vervening van het gebied vond plaats op kleine schaal, in de vorm van veenputten waarbij men eerst het zanddek verwijderde en vervolgens het veen in de put afgroef tot dicht op de onderliggende podzol. Het weggegraven zand werd naast de put opgeworpen of in aangrenzende eerder gegraven putten. Zo ontstonden vergraven gebieden met een vrij chaotisch



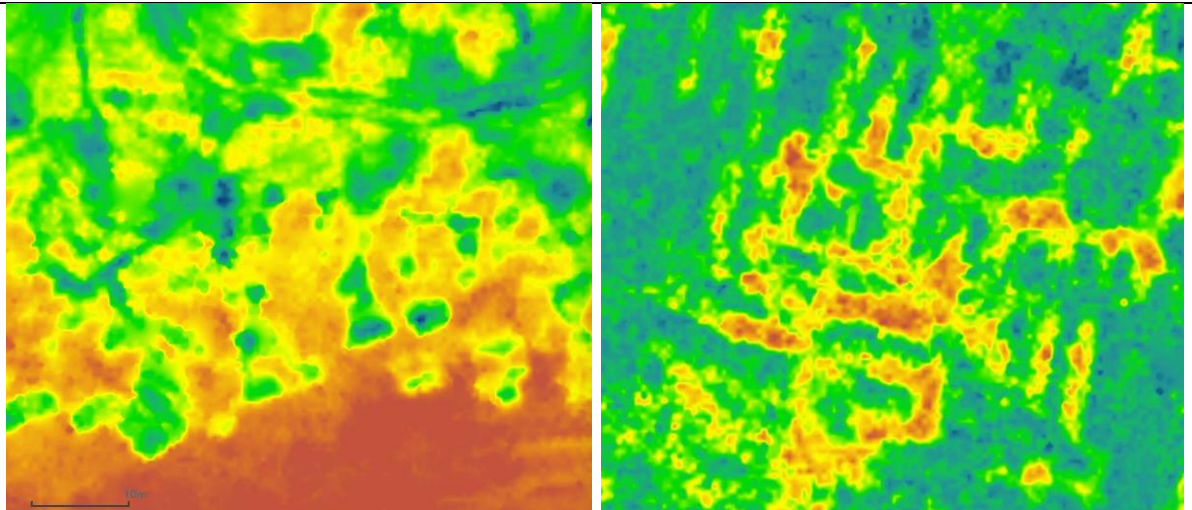
reliëf van putten, richels en onvergraven stukken (



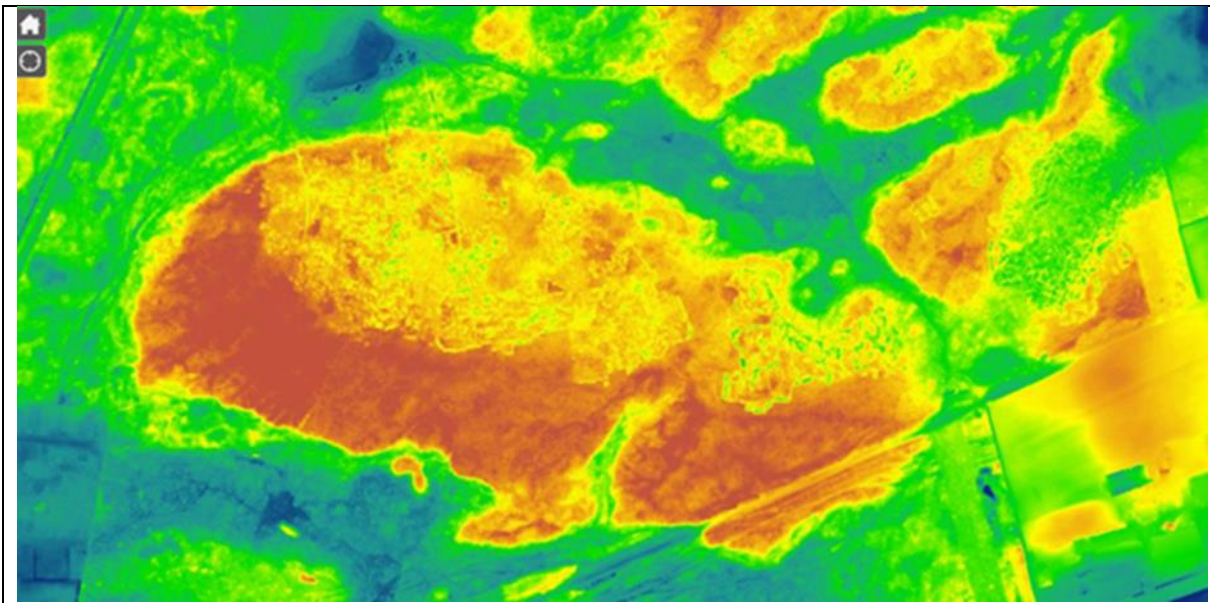
Figuur 3). Die gebieden steken uit boven het uitgestoven gebied, waar de oorspronkelijk aanwezige droge podzol vaak helemaal is weggestoven. Wel komen hier jonge stuifzandduinen voor, die ontstaan zijn door vanuit het zuidwesten aangevoerd zand (Figuur 4).

Bij het ontstaan van vermorsingsvenen als die van het Beerzerveld, speelde een slecht doorlatende hydropodzol B een belangrijke rol. Een dergelijke podzol B wordt gekenmerkt door sterke inspoeling van disperse humus, veelal bruin van kleur, die de poriën tussen de zandkorrels opvult. De hierdoor veroorzaakte sterke reductie van de doorlatendheid versterkte de 'vermorsing', die in het verleden optrad, maar is ook van belang voor de actuele situatie omdat deze 'veenbasis' in sterke mate de huidige hydrologische situatie bepaalt.

Naast een door podzolering ontstane 'ondoorlatende veenbasis' kan een stagnerende ondergrond ook bestaan uit een leemlaag, zoals die vaak voorkomen in de Nederlandse dekzanden in de vorm van de Laag van Usselo en de Laag van Beuningen. In het Beerzerveld komen dergelijke leemlagen op enkele plekken voor, maar zijn van duidelijk ondergeschikt belang in vergelijking met de hydropodzol B. Is de oorspronkelijke stagnatie in het Beerzerveld het gevolg van de aanwezigheid van een stagnerende podzol B en plaatselijk een lemige laag, door bodemvorming in het veen tijdens latere perioden waarin het veen door natuurlijke oorzaken droger was, trad afbraak op met vorming van disperse humus. Deze werd met het inzijgende water meegevoerd en in de vorm van gliede op en/of in de bovenzijde van de minerale bodem afgezet. Hierdoor neemt de doorlatendheid van de lagen waarin gliede accumuleert eveneens af.



Figuur 3: Links: relatief diep liggende veenputten in het westen van het Beerzerveld (maximale hoogteverschillen > 5 meter); rechts: vlakker door veenputten gedomineerd gebied in het oosten (maximale hoogteverschillen circa 1 meter). Bron: Sevink et al. (2019).



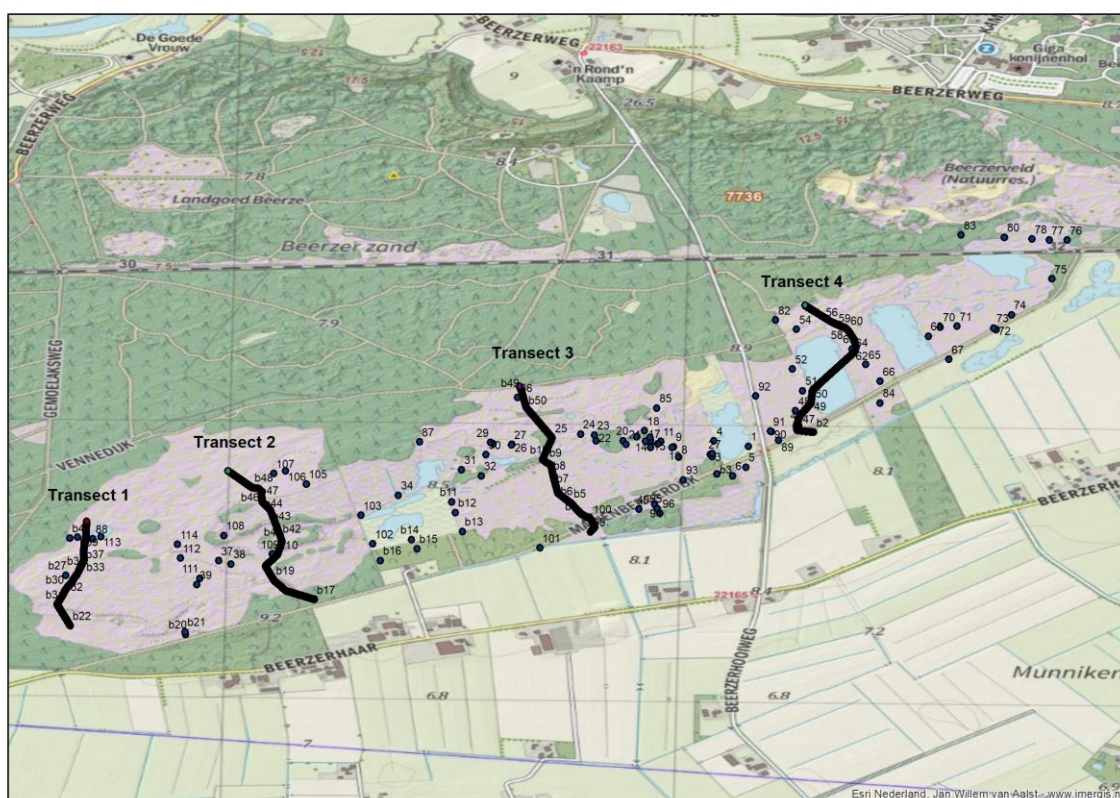
Figuur 4: Het westelijke deel van het Beerzerveld. In blauw de uitstuivingslaagten. In rood en geel de hoog opgestoven delen, waarbinnen complexen van veenputten liggen (groene vlekjes). Bron: AHN.

De huidige slecht doorlatende veenbasis in het Beerzerveld was van oorsprong dus een slecht doorlatende hydropodzol B horizont en, plaatselijk, een lemige laag, maar op veel plaatsen is tevens een gliedelaag aanwezig in de overgangszone tussen veen en minerale bodem. Deze gliedelaag draagt vanzelfsprekend bij aan een verdere beperking van de doorlatendheid van de 'veenbasis'.

2 Werkwijze

2.1 Veldwerk

Door de Unie van Bosgroepen (Kieskamp et al., 2015) is een uitgebreid bodemkundig onderzoek gedaan in het Beerzerveld, waarbij op 114 plaatsen werd geboord en de aard en de diepteligging van de slecht doorlatende basis van het hoogveen werd vastgesteld (Figuur 5). Deze boringen zijn beschikbaar en vormen de basis voor dit onderzoek.



Figuur 5: Ligging van de grondboringen uit 2015 (Kieskamp et al., 2015), 2020 (dit onderzoek) en de transecten.

De eerder uitgevoerde boringen hadden primair tot doel om de aard en samenstelling van het veen vast te stellen en waren minder gericht op de identificatie van de aard en diepte van de veenbasis. Allereerst is daarom op basis van de beschrijvingen van deze boringen een nadere beschrijving geproduceerd van de veenbasis in deze boringen, voor zover de gegevens daarvoor toereikend waren. Op basis hiervan is in GIS een eerste kaart vervaardigd met de aard en de hoogteligging van de slecht doorlatende veenbasis in NAP ten opzichte van de freatische grondwaterstand d.w.z. de grondwaterstand in het zandpakket onder het hoogveen. Het aldus gevormde beeld toonde dat met de bestaande boringen geen compleet overzicht kon worden gegeven van de aard en de ligging van de slecht doorlatende veenbasis. Daarom zijn aanvullende boringen uitgevoerd, die tot doel had om, mede op basis van de bestaande, bruikbare boorgegevens, een aantal doorsneden te produceren, waarin een systematisch overzicht wordt

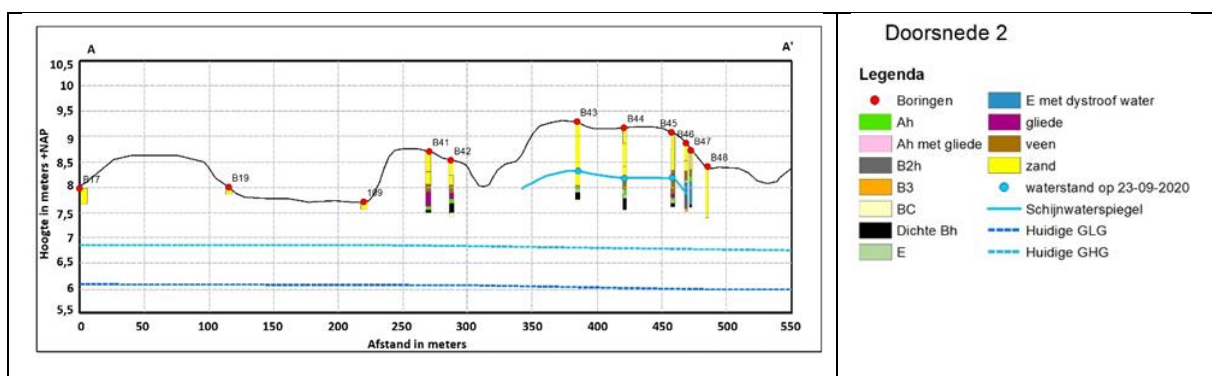
gegevens van de opbouw van het gebied en aard en ligging van de 'veenbasis'. De ligging van de gekozen transecten staat in Figuur 5.

De maaiveldhoogte (t.o.v. NAP) van de boringen is ingemeten met DGPS-apparatuur met behulp waarvan de doorsneden in paragraaf 2.2 gepresenteerde doorsneden konden worden vervaardigd.

2.2 Uitwerking

Van de boringen hebben we vier transecten vervaardigd. Deze transecten bestrijken het gehele Beerzerveld, van het oosten naar het westen (Figuur 5). In de transecten is steeds een volledig overstoven veentje opgenomen.

Van elk transect is een dwarsdoorsnede vervaardigd door in ArcGIS een doorsnede van het hoogteprofiel over het transect te maken (AHN3). Op dit transect zijn vervolgens de boringen op de juiste locatie geplaatst, zodat er exact bekend is tot welke diepte is geboord t.o.v. maaiveld en NAP. Vervolgens is elke boring ingetekend in de doorsnede (Figuur 6). Met deze informatie is een handmatige interpolatie uitgevoerd van de onderscheiden bodemhorizonten om hun verbreiding te tonen in de transecten. Door het sterk vergraven karakter van de gebieden met veenputten ontstaat bij interpolatie een verbrokkeld beeld van de onderscheiden lagen boven de slecht doorlatende veenbasis.



Figuur 6: Doorsnede met de boringen ingetekend ten opzichte van maaiveld en NAP.

2.3 Hydrologisch model

In opdracht van Vitens zijn door Tauw modelberekeningen uitgevoerd om inzicht te krijgen in de waterhuishoudkundige situatie rond de winning. Daarbij zijn verschillen varianten doorgerekend met verschillende winningsdebieten (0; 1,6; 3,5 en 5 miljoen m³/jaar) en met een variatie in wateraanvoer. Het vergunningsdebiet van 5 miljoen m³/jaar is eveneens in de modelberekeningen meegenomen omdat het mogelijk in de toekomst ook nog gerealiseerd gaat worden (Hoogendoorn, 2020). De GHG en GLG-waarden die in dit rapport worden gepresenteerd zijn afkomstig uit deze modelberekeningen.

De berekeningen zijn uitgevoerd met hetzelfde model als gebruikt voor verkenning van maatregelen voor de inpassing van de verduurzaming van de winning Hammerflieer (Blonk et al.,

2012) . Dit was een dynamisch grondwatermodel met een tijdspanne die loopt vanaf 2003 t/m 2010 en is gebaseerd op een uitsnede van het regionale grondwatermodel MIPWA voor Noord-Nederland (2012). In het kader van voornoemd project "Duurzame inzet Hammerflier" zijn er destijds modelverbeteringen doorgevoerd (Blonk et al., 2012). Zo werden een aantal van de voor MIPWA gebruikte basisgegevens geactualiseerd of verfijnd:

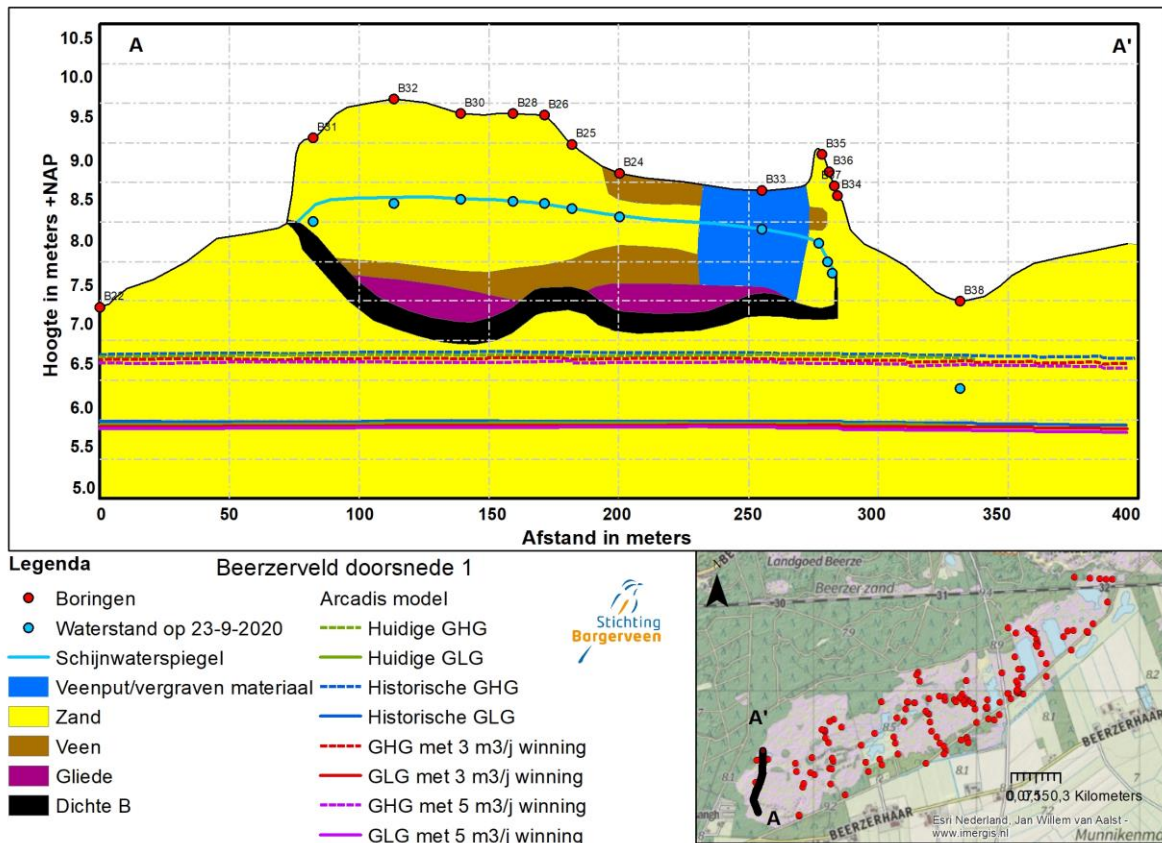
- Aanpassen oppervlaktewatersysteem op basis van wateraanvoerplannen;
- Aanpassen ontwateringsdiepte TOP10 watergangen op basis van veldbezoek
- Actualisatie en inpassing winning Hammerflier
- Aanpassingen bodemweerstand op basis van nadere verbreidingsinformatie

Verder is het grondwatermodel Hammerflier verbeterd door de uitvoering van extra kalibratieruns bij de geactualiseerde parameters.

Hoogendoorn (2020) benadrukt in zijn notitie dat "de berekende GLG- en GHG-verlagingen strikt genomen niet de freatische verlagingen betreffen, maar de verlagingen onder de bodemzone d.w.z. de bovenste paar meters van de ondergrond. Komen in de bodemzone slecht doorlatende lagen voor, zoals in het Beerzerveld, dan hebben de berekende GLG- en GHG-verlaging betrekking op het grondwater onder de slecht doorlatende lagen. Hoewel waarschijnlijk niet geheel correct, spreken wij in dit rapport toch van de freatische grondwaterstand wanneer wij het hebben over de grondwaterstand onder de slecht doorlatende laag. Wij spreken van een schijngrondwaterstand, schijngrondwaterspiegel of schijngrondwatersysteem wanneer wij het hebben over het grond- en oppervlaktewater boven de slecht doorlatende laag.

Met de berekeningsresultaten van het hydrologisch model zijn in GIS kaarten vervaardigd waarin de afstand van de onderzijde van de slecht doorlatende veenbasis ten opzichte van de freatische grondwaterstand d.w.z. de grondwaterstand in het zandpakket onder het hoogveen is vastgelegd. Deze kaarten zijn vervaardigd door allereerst de hoogteligging van de onderzijde van de slecht doorlatende laag ten opzichte van maaiveld, zoals bepaald in het veld, af te trekken van de in het veld ingemeten maaiveldhoogte in NAP. Aldus werd de NAP-hoogte van de onderzijde van de slecht doorlatende veenbasis verkregen. Van deze hoogte werden de freatische grondwaterstanden die door het model werden berekend afgetrokken, waardoor kaarten konden worden vervaardigd met de afstand tussen de onderzijde van de slecht doorlatende laag en de hoogste en laagste grondwaterstand. Dit is gebeurd voor de situatie zonder winning, de huidige onttrekking van 1,6 miljoen m³/jaar en de voorgenomen winning van 3,5 miljoen m³/jaar en voor de vergunde capaciteit van 5 miljoen m³/jaar.

Figuur 7: Transect 1 met boringen en onderscheiden horizonten met schijnspegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket bij verschillende winningshoeveelheden.



Figuur 8: Transect 1, geïnterpoleerde weergave van de onderscheiden bodemlagen met schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket, bij verschillende winningshoeveelheden.

In het uitgestoven gebied ontbreekt bodemvorming vrijwel geheel, d.w.z. alleen resten van de oorspronkelijk aanwezige podzol worden gevonden in de vorm van enige humusinspoelingsbanden in het gele tot witte zand.

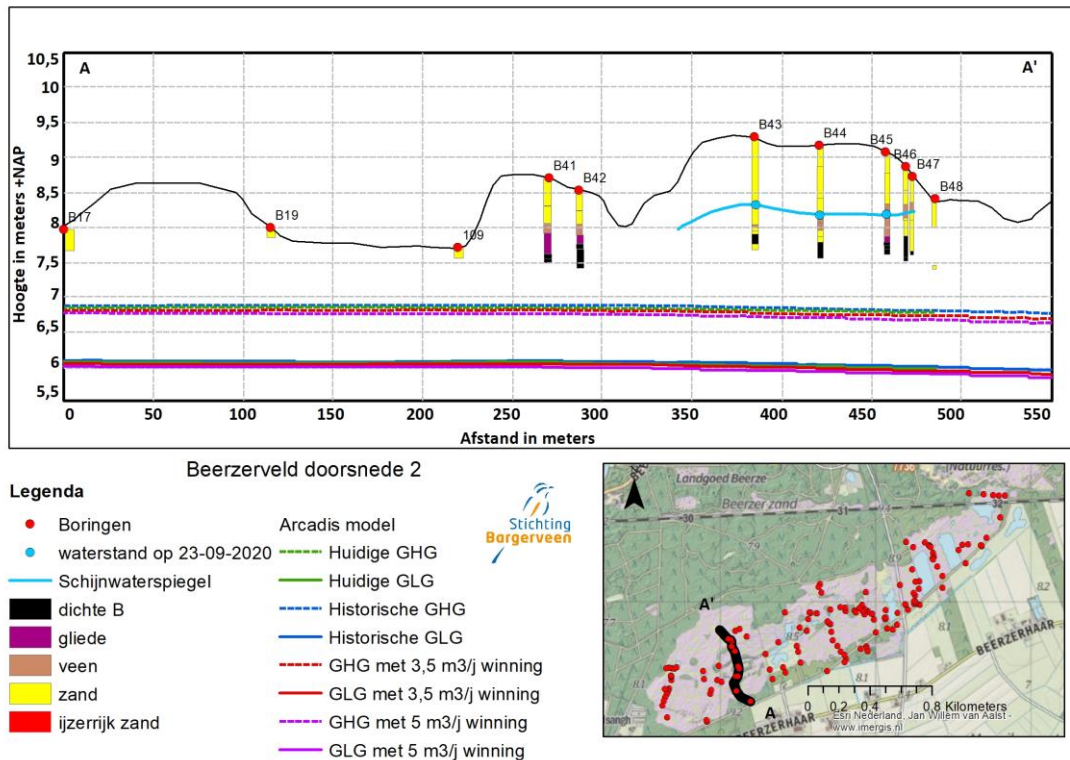
In het opgestoven gebied ligt een stuifzandpakket van maximaal ca. 2m over het veen (Figuur 8). Dit veen ligt in een komvormige laagte, waarvan de basis wordt gevormd door een slecht doorlatende hydropodzol B horizont. In de meeste, maar niet alle profielen komt op deze podzol B een gliedelaag voor, waarvan de dikte sterk varieert. De waarnemingen aan de waterstanden (eind sept. 2020) in de boorgaten laten duidelijk een opbollend profiel zien. Daarnaast is goed zichtbaar dat aan de zuidzijde de rand van de kom hoger ligt dan aan de noordzijde, en dat aan deze noordzijde ook de sterkste afwatering van het hangwater uit de kom optreedt. Het uittredende water heeft hier geleid tot een zeer dikke en extreme uitspoelinghorizont (E – boringen B35-36-37) en, verder helling afwaarts, sterke accumulatie van ijzer in de vorm van roodoorn-achtige verschijnselen (boring B34), als gevolg van het doorstromen van oorspronkelijk anaeroob, ijzerrijk grondwater door een aerobe bodem.

3.2 Transect 2

Dit

transect

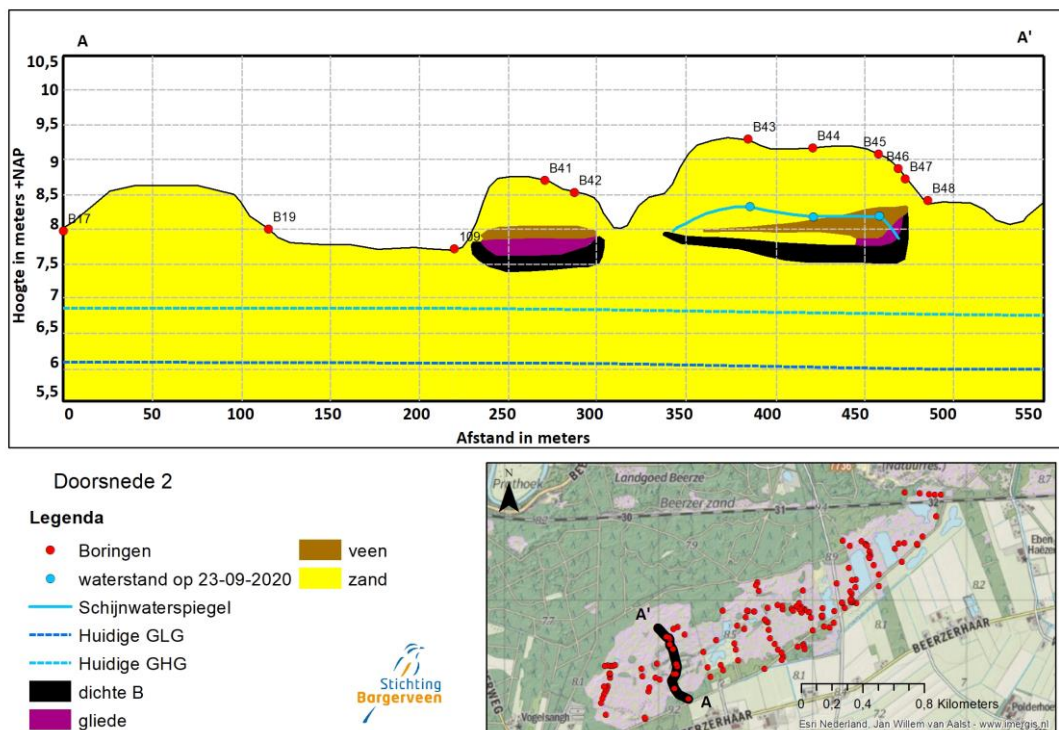
(



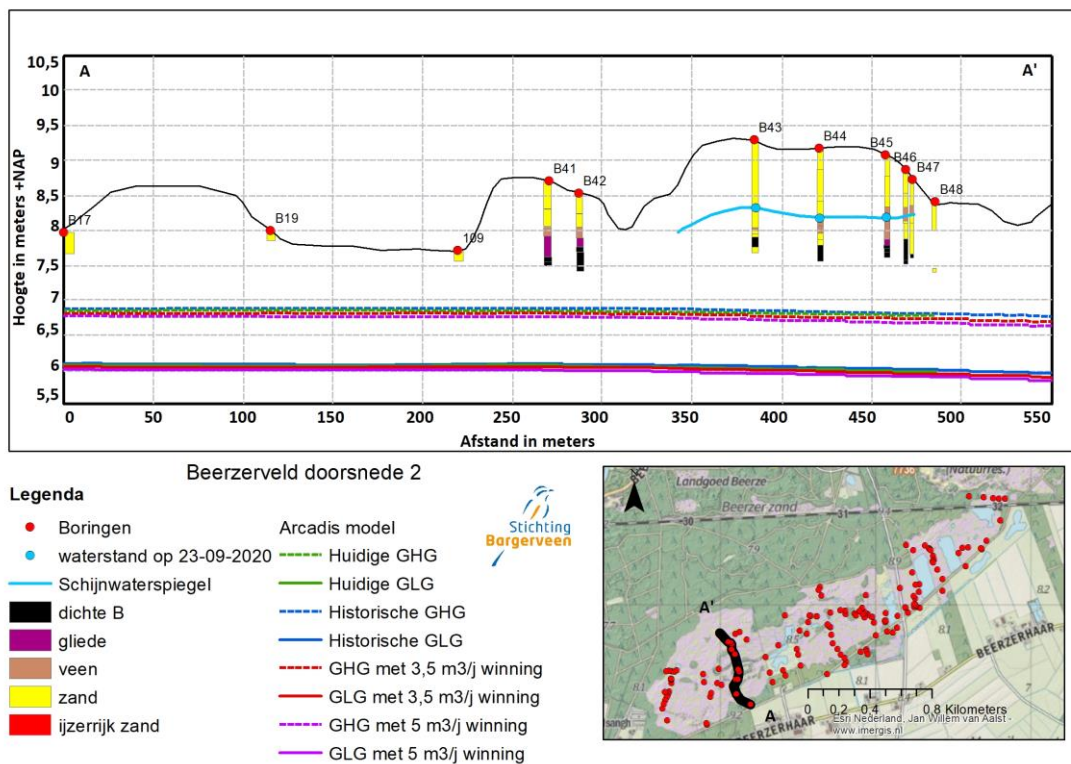
Figuur

9

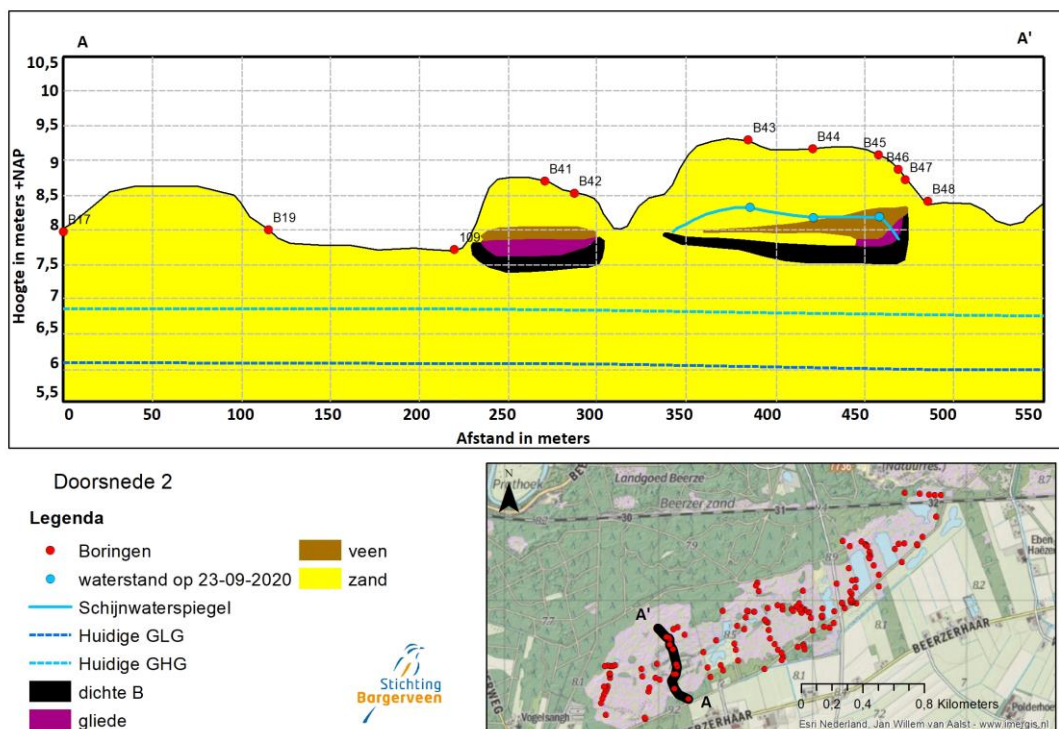
en



Figuur 10) begint in het zuiden in een gedeeltelijk afgegraven terrein (tot en met boring 109), loopt dan door een opgestoven gebied met enig veen in de ondergrond

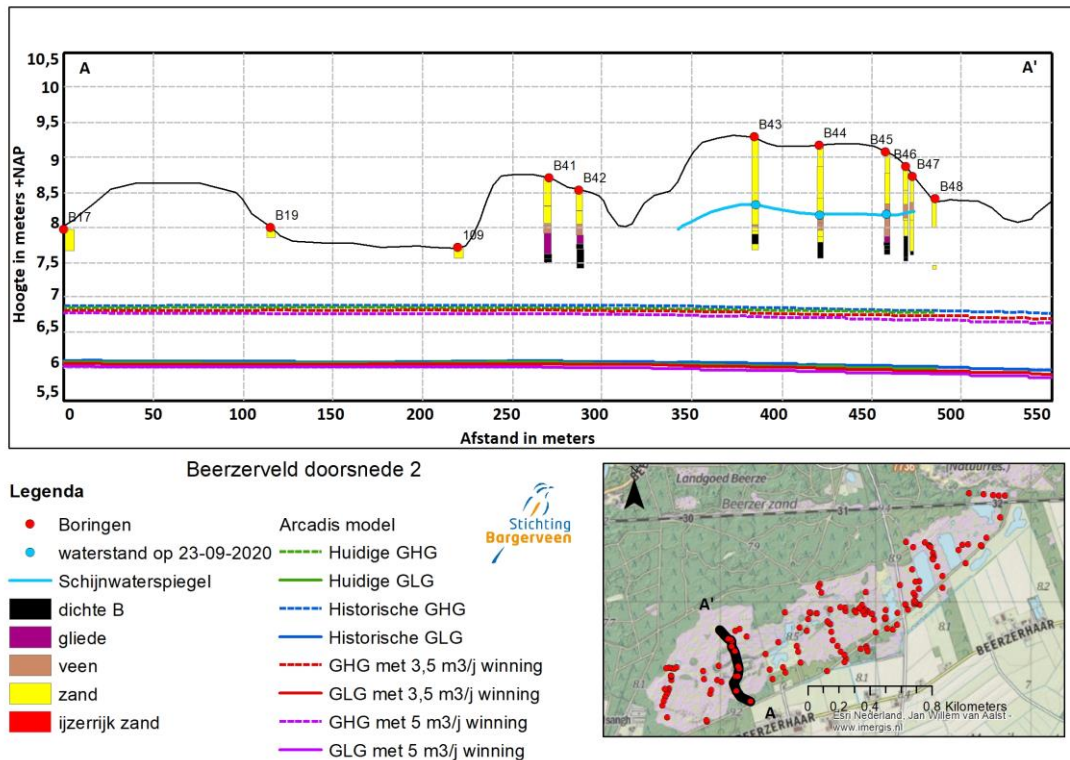


Figuur 9: Transect 2 met boringen en onderscheiden horizonten met schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket bij verschillende winningshoeveelheden.



Figuur 10: Transect 2, geïnterpoleerde weergave van de onderscheiden bodemlagen met schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden in het freatische watervoerende pakket bij verschillende winningshoeveelheden.

(boringen 41 en 42) en vervolgens door een groter opgestoven complex dat in het noorden scherp wordt begrensd door een grote uitgestoven laagte (boring 48;



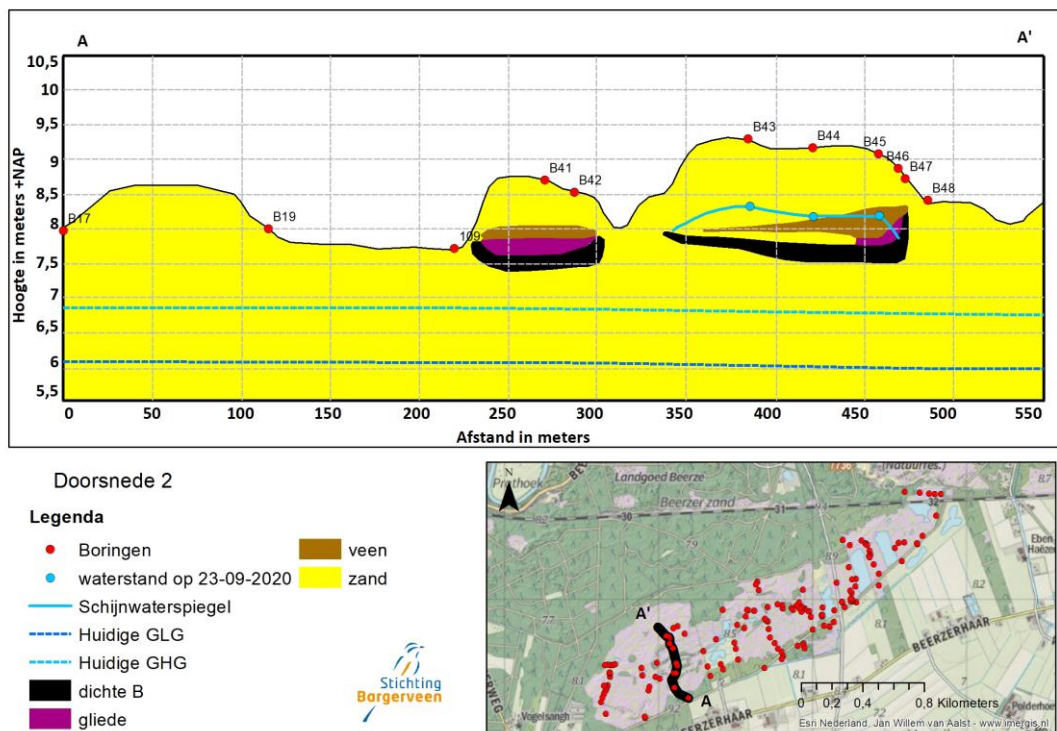
Figuur 9).

De oorspronkelijke, goed gedraineerde bodems van de uitgestoven laagten zijn door verstuiwing vrijwel verdwenen en alleen resten van de podzol B horizont worden gevonden.

In het eerste opgestoven gebied ligt een in dikte beperkt stuifzandpakket op een dunne laag veen met een veenbasis bestaande uit gliede op een slecht doorlatende podzol B. In het tweede, grotere opgestoven complex heeft de veenbasis eveneens een komvorm (net als in transect 1). Ook hebben zich net als transect 1 een sterke uitspoelingshorizont (E) en een ijzerrijke Cg ontwikkeld in de zone waar het dystrofe schijnspiegelwater (B46, 47) over de rand van de depressie stroomt. De opbolling van het profiel lijkt minder uitgesproken, maar is wel degelijk

zichtbaar

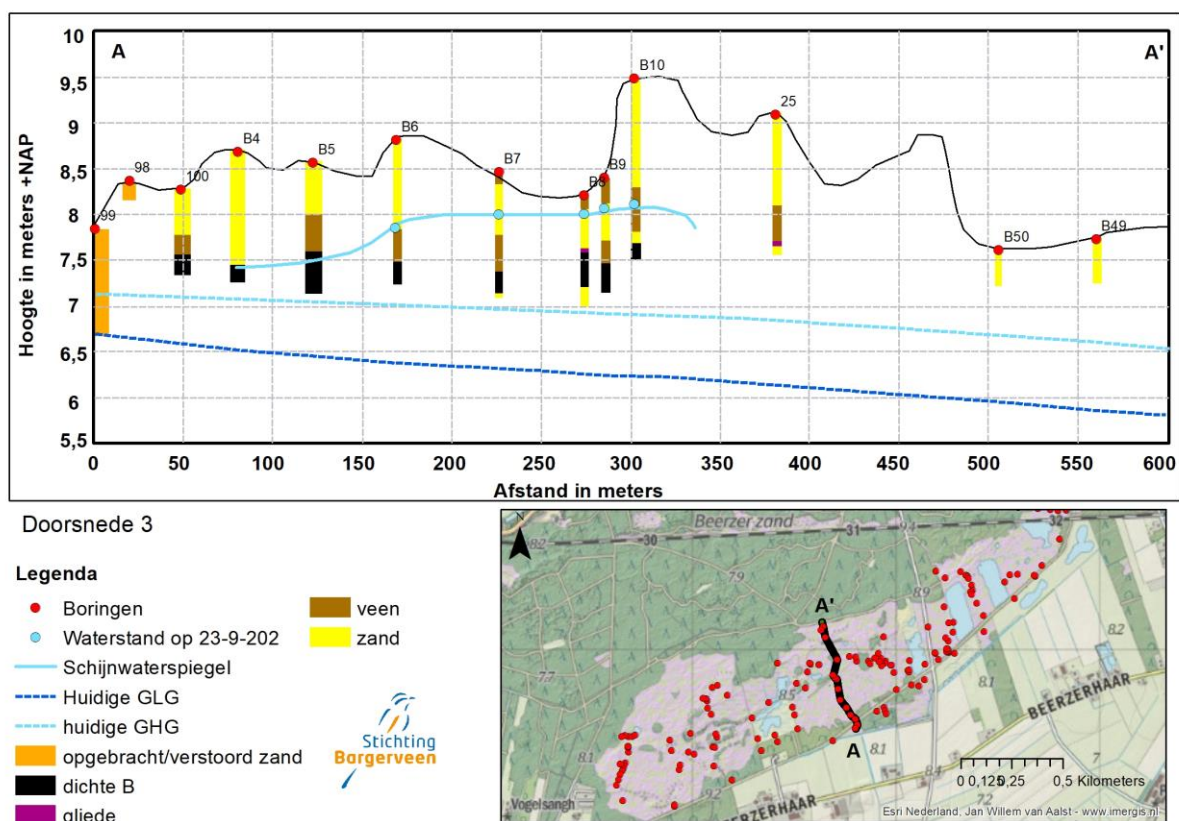
(



Figuur 10).

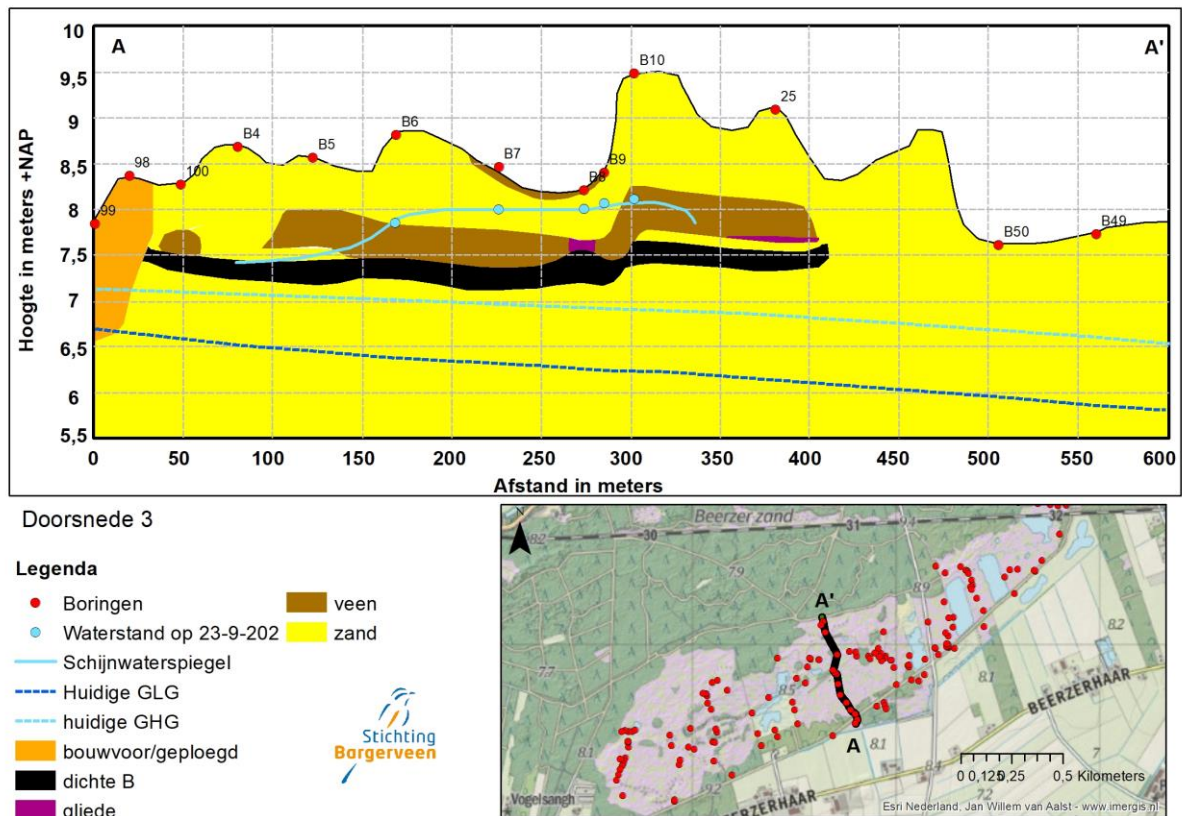
3.3 Transect 3.

Dit is een lang transect dat loopt vanaf een bosgebied met verstoorde bodem, via een groot opgestoven complex met een doorlopende, stagnerende podzol B, naar een uitgestoven laagte in het noorden (Figuur 12).



Figuur 11: Transect 3 met boringen en onderscheiden horizonten met schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket bij verschillende winningshoeveelheden.

Het opgestoven complex wordt gekenmerkt door een zeer gevarieerd reliëf, o.a. ontstaan door de veenwinning, waardoor de aanwezigheid en de dikte van het veenpakket sterk variëren. Plaatselijk is een dik (ca. 1.5m) stuifzandpakket aanwezig met een intact veenprofiel (bijv. boring B10), op andere plaatsen is het profiel geheel vergraven – tot op de stagnerende B – en is nog alleen een niet voor turf geschikte gliedelaag bewaard (boring B8; Figuur 11). Hernieuwde veengroei – na de vervening – heeft geleid tot accumulatie van enig veen, zichtbaar in de boringen B7, 8 en 9, maar de dikte hiervan is beperkt. Vergelijkbaar ‘jong veen’ wordt beschreven in Sevink et al. (2017). Opvallend is dat alleen zeer plaatselijk een gliedelaag voorkomt, terwijl wel overal een stagnerende podzol B aanwezig is (Figuur 12). Anders dan in de transecten 1 en 2 is de schotelvorm van deze veenbasis minder uitgesproken, maar de opbolling van de schijngrondwaterspiegel is wel duidelijk zichtbaar.

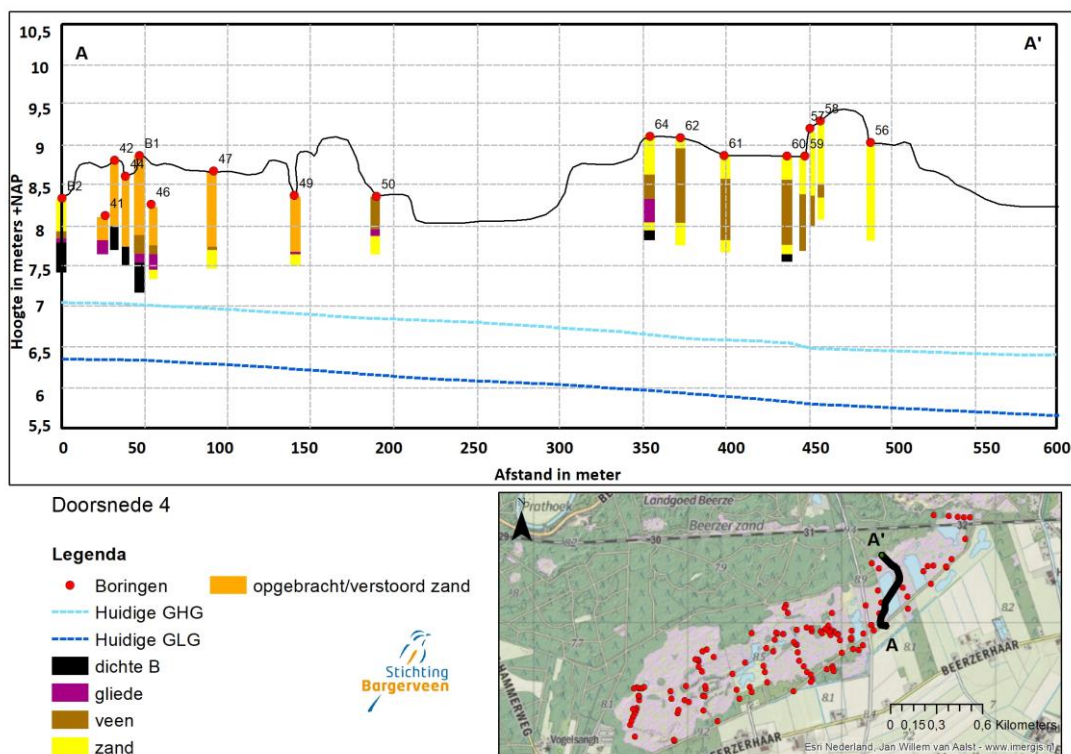


Figuur 12: Transect 3, geïnterpoleerde weergave van de onderscheiden bodemlagen, schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket, bij verschillende winningshoeveelheden.

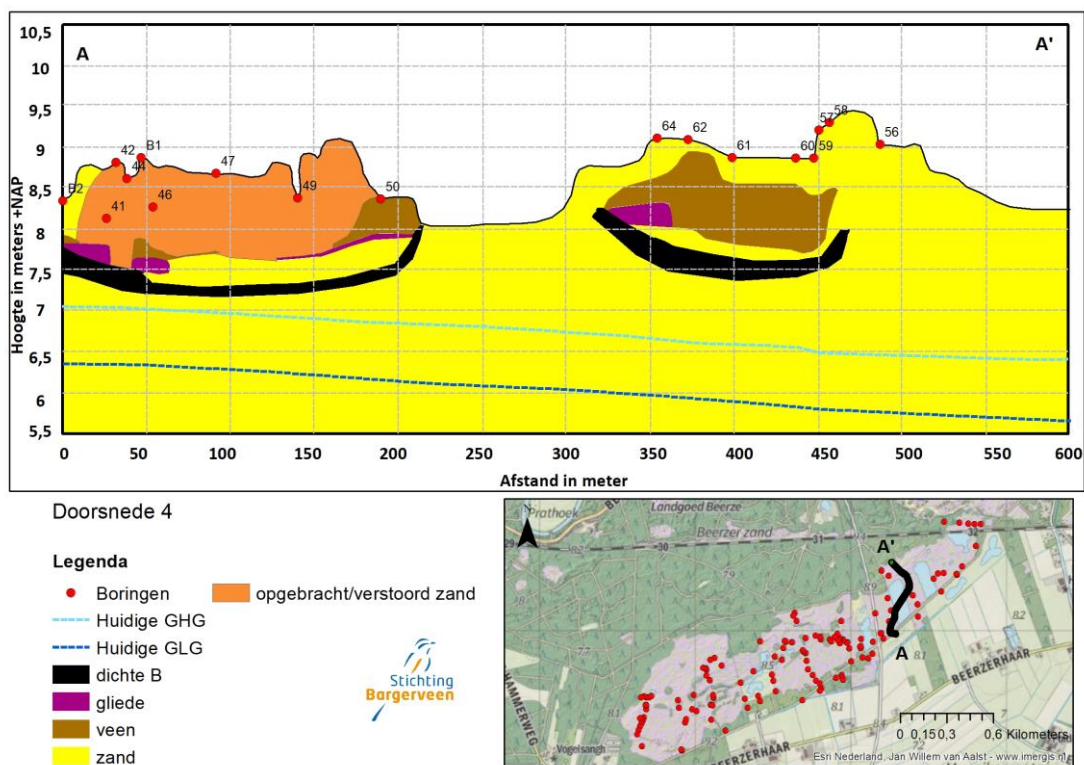
In de noordelijke uitgestoven laagte ontbreekt duidelijke bodemvorming (B50, 49), als gevolg van de verblazing van het oorspronkelijk aanwezige podzolprofiel, waarvan alleen de onderzijde plaatselijk bewaard is gebleven.

3.4 Transect 4.

Het transect is grotendeels gebaseerd op eerder uitgevoerde boringen, waarbij echter de hoogte van schijngrondwaterspiegel niet is bepaald (Kieskamp et al., 2015). In het zuidelijke deel (Figuur 14) is sprake van een sterk vergraven gebied waarbij het veen grotendeels is verdwenen en alleen



Figuur 13: Transect 4 met boringen en onderscheiden horizonten met schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket bij verschillende winningshoeveelheden.

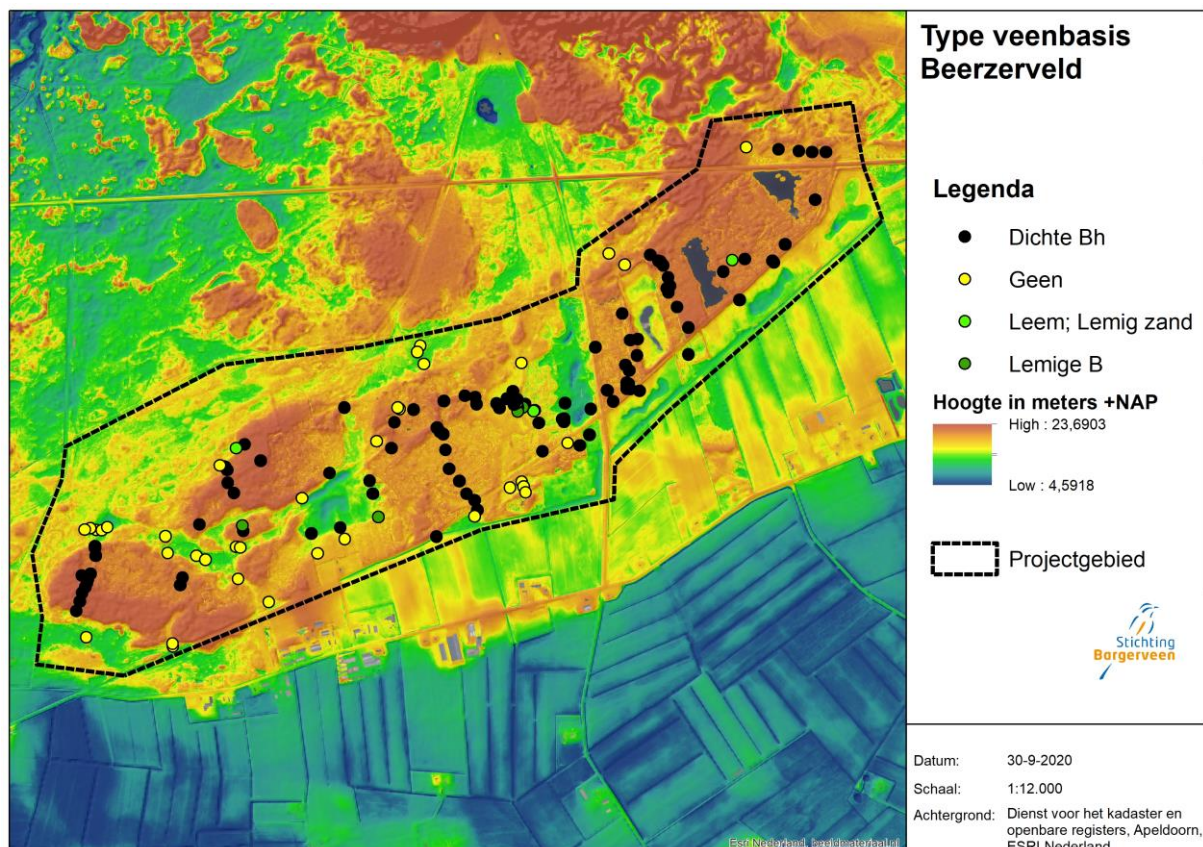


Figuur 14: Transect 4, geïnterpoleerde weergave van de onderscheiden bodemlagen, schijnspiegelgrondwaterstanden en waterstanden (GHG en GLG) in het freatisch watervoerend pakket bij verschillende winningshoeveelheden.

de eventueel aanwezige gliedelaag en de stagnerende podzol bewaard is gebleven en een noordelijk deel waar dit veen nog grotendeels aanwezig is en gliede nauwelijks voorkomt. In beide gebieden is de depressie duidelijk komvormig. In het zuiden komt de slecht doorlatende basis omhoog en reikt tot dicht aan het maaiveld, dat vervolgens naar zuiden afhelt richting Hammerflier. In het noordelijke deel van het transect is tegen het 'hoogveencomplex' stuifzand afgezet (boring 56) over de eerder uitgestoven laagte heen, waardoor hier het oorspronkelijk aanwezige bodemprofiel ontbreekt (Figuur 13). De dikte van het stuifzandpakket over het veen lijkt hier overigens geringer dan in de andere transecten (ca. 0.5 m).

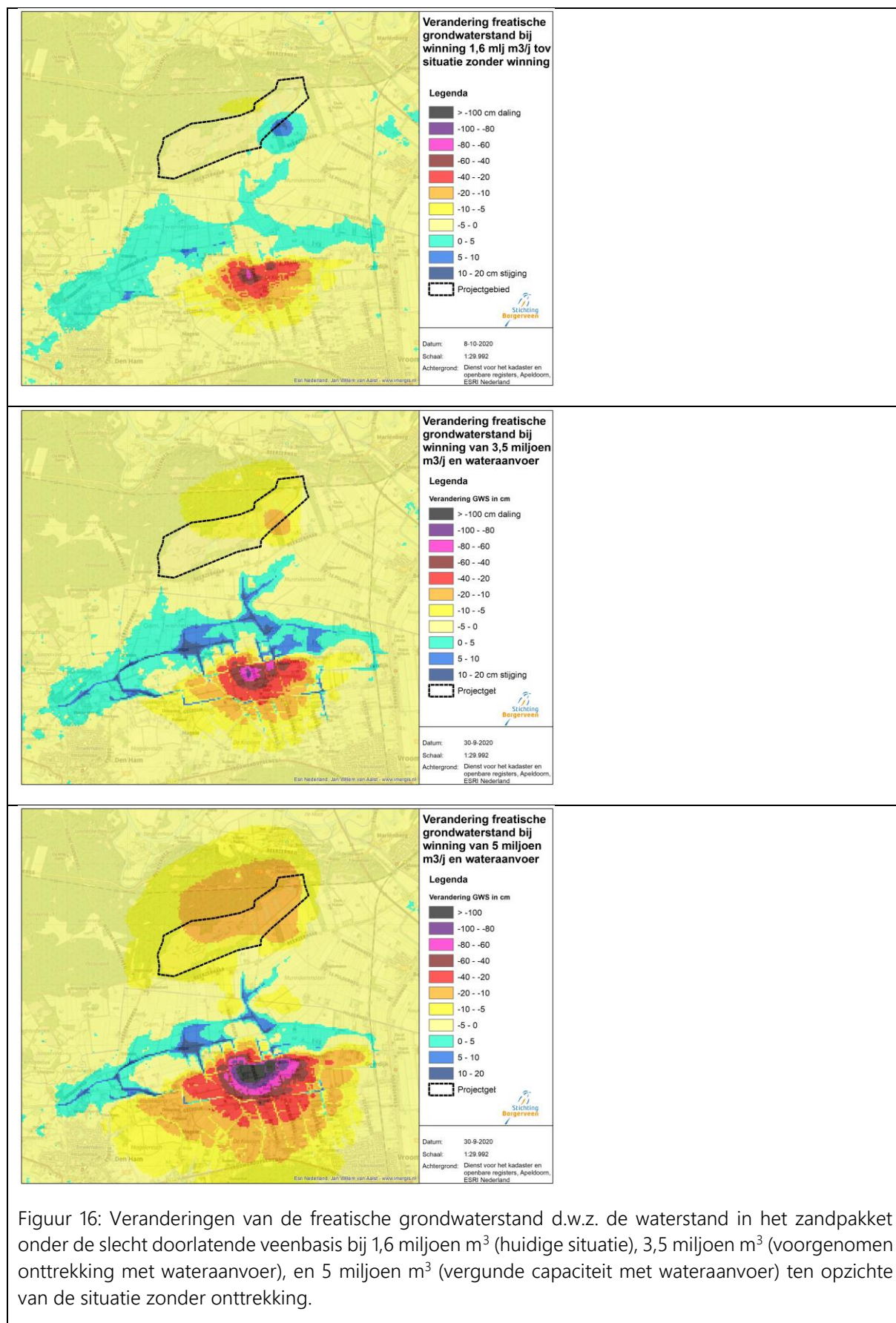
3.5 Boringen buiten de transecten

Kenmerkend voor het gebied is de overwegend ZW-NO structuur van de uitgestoven laagten en opgestoven voormalige depressies met veenputten (zie Figuur 15). De transecten, die min of meer dwars op deze richting zijn gelegen, geven deze structuur goed weer. Naast deze transecten is eerder (Kieskamp et al., 2015) ook een groot aantal meer verspreid liggende boringen uitgevoerd, die door ons her en der zijn aangevuld. Ook uit deze boringen (zie bijlage 1) komt de kenmerkende, langgerekte schotelvormige structuur naar voren, met een veenbasis die aan de randen omhoogkomt. Dit is bijzonder duidelijk in het oosten, waar over de Mariëbergerdijk plaatselijk zelfs uittredend water stroomt (Kieskamp et al., 2015; Sevink et al., 2019).



Figuur 15: Aard van de veenbasis in de boorpunten van 2015 (Kieskamp et al.(2019) en 2020 (dit onderzoek).

De veenbasis wordt vrijwel overal gevormd door een slecht doorlatende podzol B, met daarop een meer of minder goed ontwikkelde laag gliede. Lokaal is sprake van een lemige laag die de



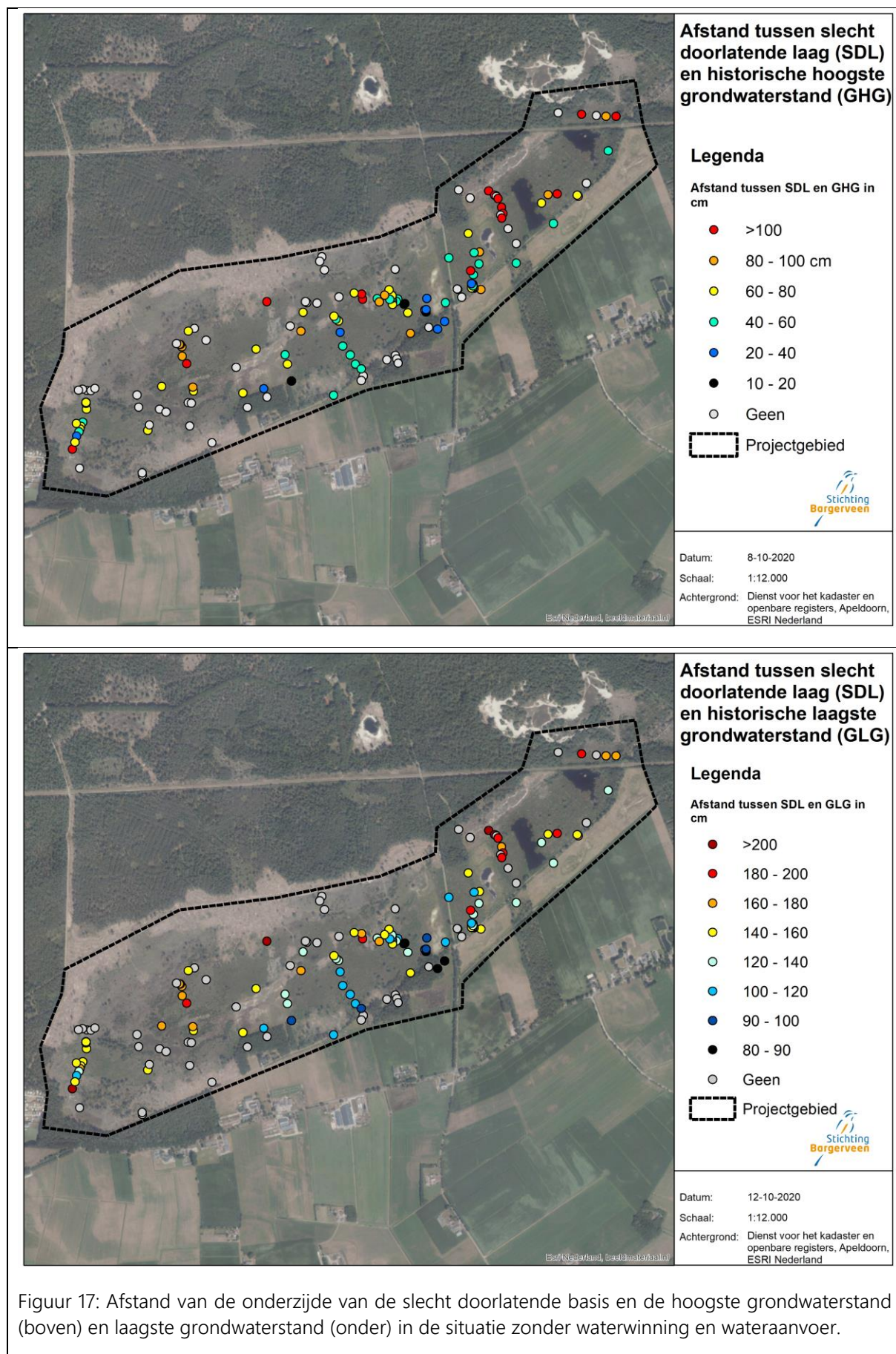
veenbasis vormt (zie Figuur 15). In het noordoostelijke deel van het gebied is de afdekkende laag stuifzand over het algemeen dunner dan in het zuidwesten.

De Pioniervegetatie van Snavelbiezen komt voor aan de noordzijde van transect 1 in het westen van het Beerzerveld. Deze vegetatie bevindt zich in een uitblazingslaagte met oud dekzand aan de oppervlakte (boringen 39 en 40). Een slecht doorlatende laag ontbreekt hier. Er is in het lemige oude dekzand een gleyhorizont ontwikkeld, die zich in het diep geplagde c.q. afgegraven deel in de bovenste 30 cm van de bodem bevindt en in het niet afgegraven deel op 45-60 cm onder maaiveld.

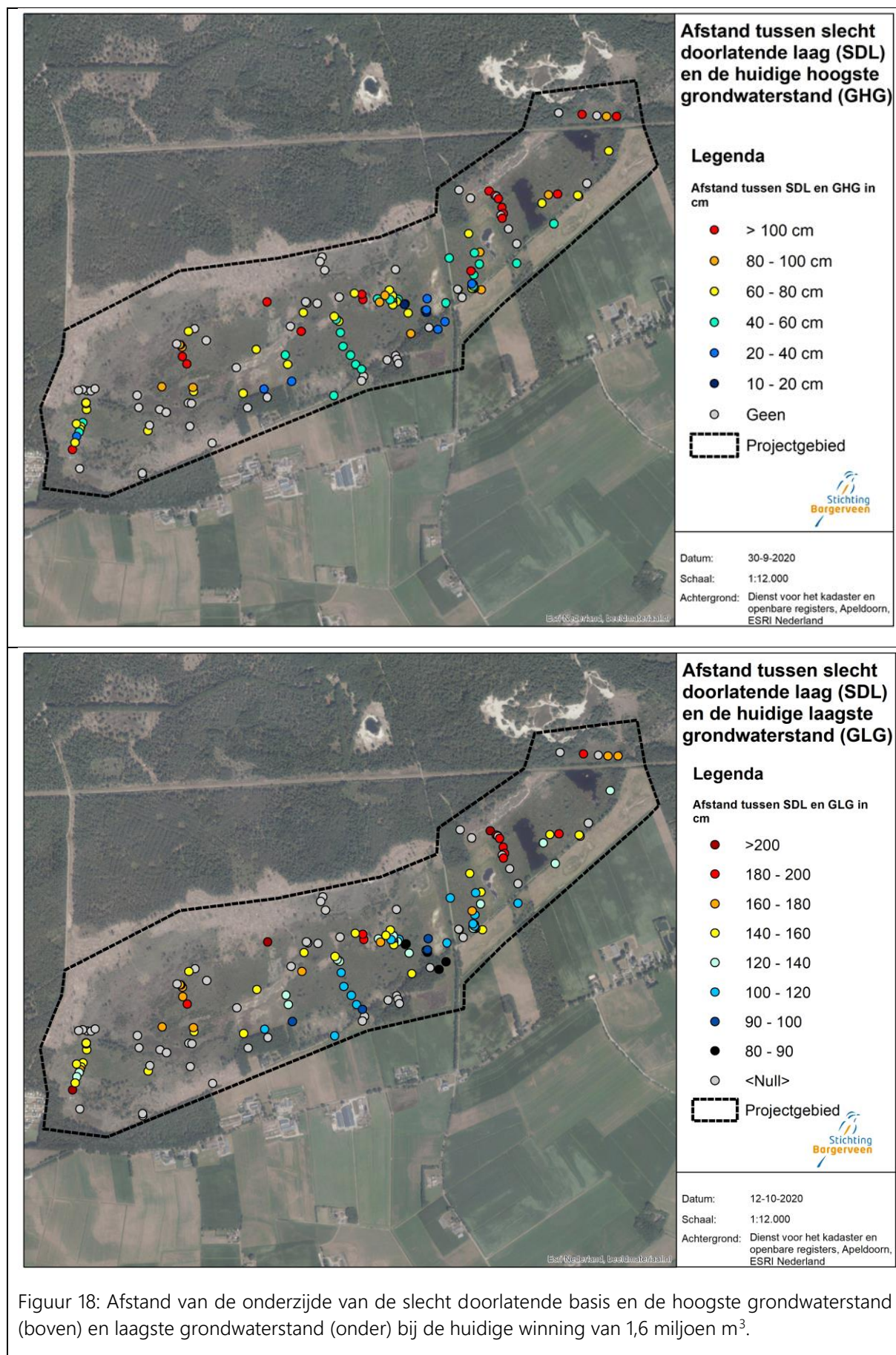
3.6 Uitkomsten hydrologische modelberekeningen

De veranderingen in de freatische grondwaterstand d.w.z. de waterstand in het zandpakket onder de slecht doorlatende veenbasis voor onttrekkingsdebieten van 1,6 (huidige winning), 3,5 (voorgenomen uitbreiding) en 5 miljoen m³ (vergunde capaciteit) staan in Figuur 16, waarbij er vanuit is gegaan dat in de bij 3,5 en 5 miljoen m³ net als nu wateraanvoer plaatsvindt.

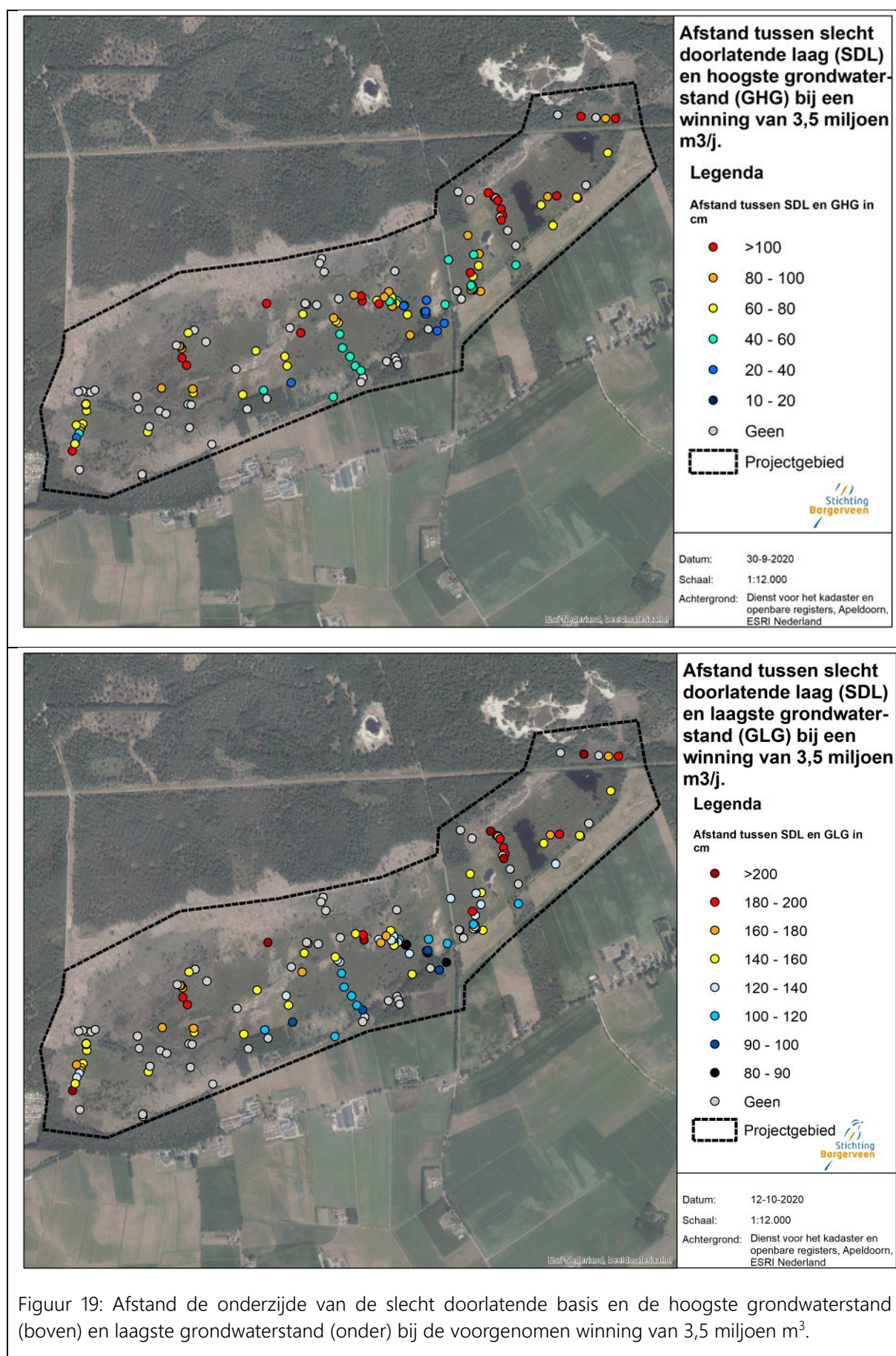
De afstand tussen de onderzijde van de slecht doorlatende basis en de freatische GHG en GLG is weergegeven in onderstaande figuren.



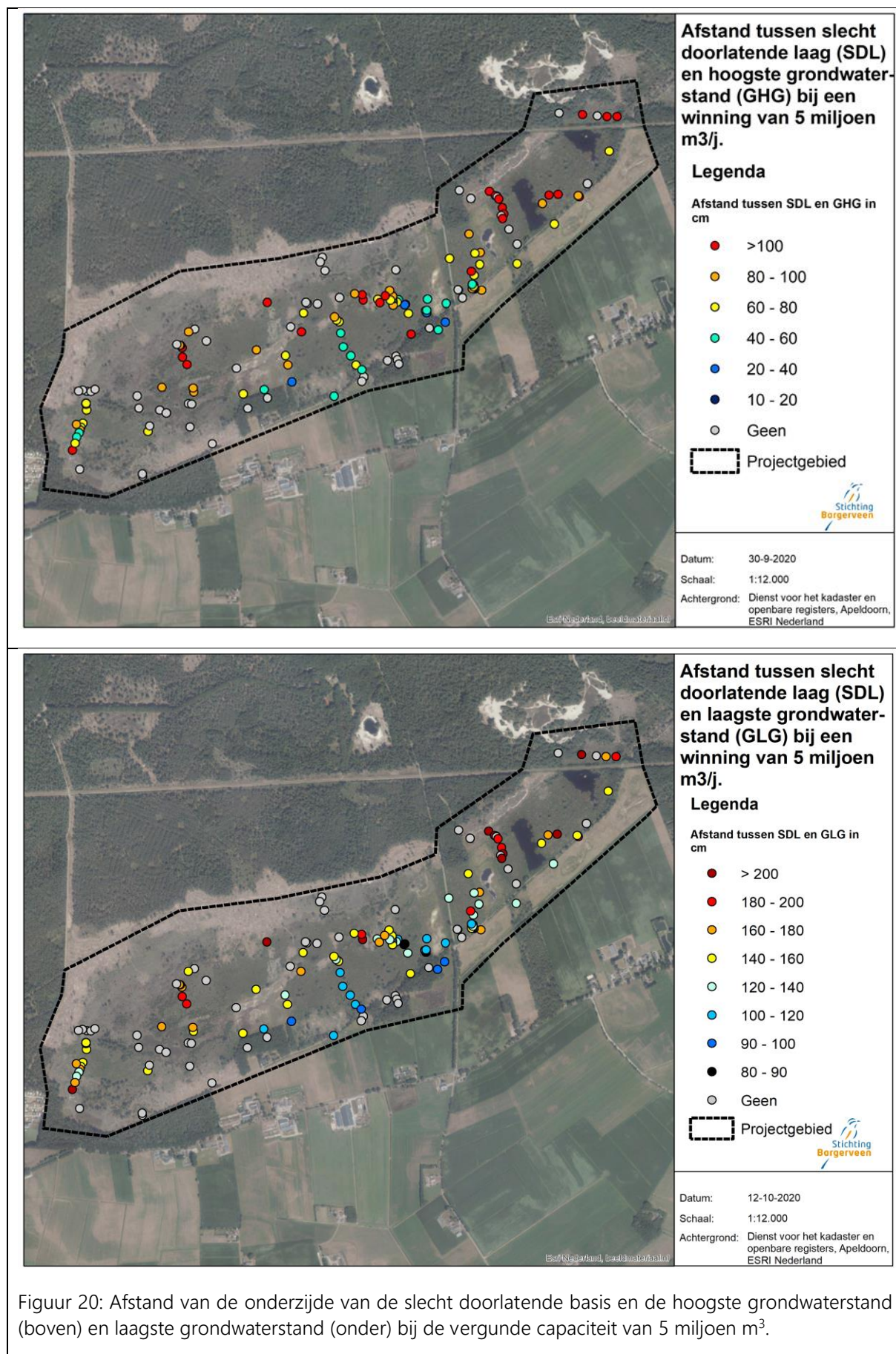
Figuur 17: Afstand van de onderzijde van de slecht doorlatende basis en de hoogste grondwaterstand (boven) en laagste grondwaterstand (onder) in de situatie zonder waterwinning en wateraanvoer.



Figuur 18: Afstand van de onderzijde van de slecht doorlatende basis en de hoogste grondwaterstand (boven) en laagste grondwaterstand (onder) bij de huidige winning van 1,6 miljoen m³.



Figuur 19: Afstand de onderzijde van de slecht doorlatende basis en de hoogste grondwaterstand (boven) en laagste grondwaterstand (onder) bij de voorgenoemen winning van 3,5 miljoen m³.



Figuur 20: Afstand van de onderzijde van de slecht doorlatende basis en de hoogste grondwaterstand (boven) en laagste grondwaterstand (onder) bij de vergunde capaciteit van 5 miljoen m³.

4 Samenvatting van onderzoek naar de invloed van verlaging van de grondwaterspiegel op de wegzijging door een bovenliggende slecht doorlatende laag.

De flux van water door een stagnerende laag met erboven een waterverzadigde zone (zoals veelal in het Beerzerveld) of open water (bij vennen) en eronder een onverzadigde zone met een grondwaterspiegel op enige diepte onder de stagnerende laag, hangt af van een aantal factoren:

- De drukhoogte aan de bovenzijde, die kan worden uitgedrukt in cm waterdruk (dikte van de laag water – van de verzadigde zone);
- De onderdruk aan de basis van de ondoorlatende laag, die afhankelijk is van de fysische eigenschappen van het bodemmateriaal eronder en de diepte van de freatische grondwaterspiegel onder die basis;
- De verzadigde doorlatendheid (K_s) van de stagnerende laag in combinatie met haar dikte, resulterend in een totale 'weerstand' van deze laag (in cm/dag).

Bij verlaging van de freatische grondwaterspiegel neemt de onderdruk toe, waardoor de flux toeneemt, d.w.z. de wegzijging naar de ondergrond. Inschatting van dit effect is mogelijk voor een specifieke stagnerende laag en ondergrond, uitgaande van een stationaire toestand, d.w.z. vastliggende drukhoogte aan de bovenzijde, veronderstelde verzadigde doorlatendheid van de ondoorlatende laag en specifieke ondergrond.

Ook elders in Nederland komen vergelijkbare situaties voor – vennen en venen op stagnerende podzolen al dan niet met gliede. De resultaten van het daar uitgevoerde onderzoek naar de effecten van verlaging van de freatische grondwaterspiegel op de wegzijging door de stagnerende laag zijn in principe toepasbaar op de situatie in het Beerzerveld. Daarbij geldt dat de verzadigde doorlatendheid (K_s) van stagnerende podzol B horizonten, al dan niet met gliede, goed bekend is, zowel vanuit dit genoemde onderzoek als uit veld- en labonderzoek van deze horizonten uit vergelijkbare venen en bodems, en hetzelfde kan gesteld worden voor de fysische eigenschappen van dekzand. Dit betekent dat goed getoetst kan worden of in die elders onderzochte situaties inderdaad sprake was van voor de Beerzerveld relevante K_s -waarden van stagnerende lagen en fysische kenmerken van het dekzand.

4.1 Onderzoek Dekker et al. (1986)

Van direct belang is het onderzoek van Dekker et al. (1968) naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen. Zij onderzochten de relatie tussen de wegzijging en drukhoogte onder de bodem van de vennen voor een tweetal verzadigde doorlatendheden – 0,005 en 0,01 cm/dag. Het betreft slecht doorlatende venbodems die gekarakteriseerd worden als sterk kazige B-horizonten met een bovenliggende ‘vette gliedelaag’. De zandondergrond bestaat uit dekzand. Beiden zijn goed vergelijkbaar met de eigenschappen van de bodems in het Beerzerveld.

Op basis van veld- en labonderzoek naar de fysische eigenschappen van de diverse materialen produceerden Dekker et al. (1968) tabellen waarin de relatie wordt weergegeven tussen de wegzijging en drukhoogte voor een tweetal Ks-waarden. Deze tabellen geven een direct inzicht in de relatie tussen de grondwaterstand t.o.v. de onderkant van de stagnerende laag (de venbodem) en de flux in cm/dag (Tabel 1). Daarnaast geven zij aan wat het effect is van de dikte van de stagnerende laag en andere relevante variabelen.

De belangrijkste conclusies uit hun onderzoek betreffen de toename van de flux (cm/dag) bij dalende grondwaterstand, die afgeleid kunnen worden uit de tabel (Tabel 1). Zo blijkt bij een toename van de diepte met 25 cm – van 90 tot 115 cm – bij een vendiepte van 105 cm (dikte waterkolom) de flux met respectievelijk 0,002 cm/dag (van 0,025 tot 0,027) toe te nemen bij een Ks van 0,005 cm/dag, en met 0,002 cm/dag (van 0,050 tot 0,052) bij een Ks van 0,01 cm/dag. In percentages uitgedrukt is dit ca. 8% en 4% respectievelijk, neerkomend op c. 3% per 10 cm daling en c. 1.5% per 10 cm daling, respectievelijk.

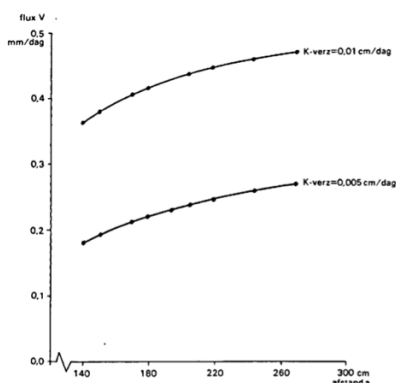
Zoals verwacht, neemt het effect toe met stijgende drukhoogte aan de bovenzijde – hogere stand van de schijngrondwaterspiegel boven de stagnerende laag – en neemt het af met toenemende diepte van de grondwaterstand onder de stagnerende laag. Met andere woorden, het grootste effect treedt op bij een hoge schijngrondwaterspiegel boven de stagnerende laag en relatief hoge doorlatendheid van de stagnerende laag, waarbij een ondiepe freatische grondwaterstand verlaagd wordt. Een gering effect treedt op bij een zeer slecht doorlatende laag en initieel al diepe ligging van de freatische grondwaterspiegel (> 1 m), waarbij effecten in de orde van c. 1% toename van de flux per 10 cm daling zijn (Figuur 21).

4.2 Onderzoek Bannink et al. (1989)

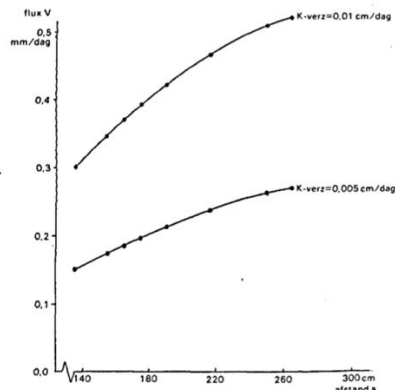
In het onderzoek van Bannink et al. (1989) werd eveneens onderzocht wat het verband is tussen de genoemde factoren en wordt een aantal grafieken gepresenteerd, die deze relaties illustreren (Figuur 22). De uitkomsten en conclusies komen sterk overeen met die uit het eerdere onderzoek van Dekker et al. (1968). Interessant is vooral de uitspraak, dat bij grondwaterstanden dieper dan 100 cm beneden de venbodem de wegzijging niet meer toeneemt bij verder dalende grondwaterstand, omdat de drukhoogte onder de venbodem dan constant blijft, alsook dat de toename van de wegzijging sterk afhangt van de totale weerstand van de venbodem (dikte en Ks). Het een en ander wordt geïllustreerd met onderstaande grafieken. Ook hierbij geldt dat de waarden voor de stagnerende laag (Ks en dikte) alsook van de ondergrond (dekzand) sterk overeenkomen met die voor de bodems in het Beerzerveld.

Tabel 1: Relatie tussen de waterstand van een ven (vendiepte), grondwaterstand ten opzichte van de slecht doorlatende venbodem en de dikte van die venbodem bij een verzadigde doorlatendheid (K_s) van 0,005 en 0.1 cm/dag volgens Dekker et al., 1986) | zie ook Figuur 21.

Pro- fiel	Ven- diep- te (cm)	Grondwaterstand t.o.v. onderkant venbodem (cm)	Laagdikte venbodem (cm)	K-verz = 0,005 cm/dag		K-verz = 0,01 cm/dag	
				flux (cm/dag)	drukhoogte (cm)	flux (cm/dag)	drukhoogte (cm)
Ia	80	+10	35	-0,015	+10	-0,030	+10
Ib	55	-65	35	-0,022	-63	-0,044	-60
Ic	20	-110	35	-0,022	-100	-0,041	-90
Id	20	-120	35	-0,022	-103	-0,042	-94
Ie	20	-135	35	-0,023	-111	-0,044	-97
If	20	-160	35	-0,025	-120	-0,045	-102
Ig	20	-185	35	-0,026	-127	-0,046	-105
Ih	20	-210	35	-0,027	-135	-0,047	-110
IIa	165	+105	45	-0,007	+105	-0,013	+105
IIb	140	+30	45	-0,017	+30	-0,034	+30
IIc	105	-15	45	-0,018	-15	-0,037	-15
IId	105	-25	45	-0,019	-25	-0,039	-25
IIe	105	-40	45	-0,021	-39	-0,042	-39
IIf	105	-65	45	-0,024	-62	-0,047	-60
IIg	105	-90	45	-0,025	-82	-0,050	-75
IIh	105	-115	45	-0,027	-97	-0,052	-85
III	20	-110	5	-0,100	-73	-0,180	-62
IVa	20	-110	15	-0,040	-86	-0,076	-78
IVb	20	-120	15	-0,041	-89	-0,078	-81
IVc	20	-135	15	-0,044	-97	-0,081	-82
IVd	20	-160	15	-0,047	-103	-0,082	-83
IVe	20	-185	15	-0,048	-105	-0,083	-85
IVf	20	-210	15	-0,049	-107	-0,084	-87
V	20	-110	25	-0,024	-96	-0,050	-84
VI	20	-110	45	-0,018	-99	-0,034	-92
VII	20	-110	55	-0,016	-100	-0,030	-94

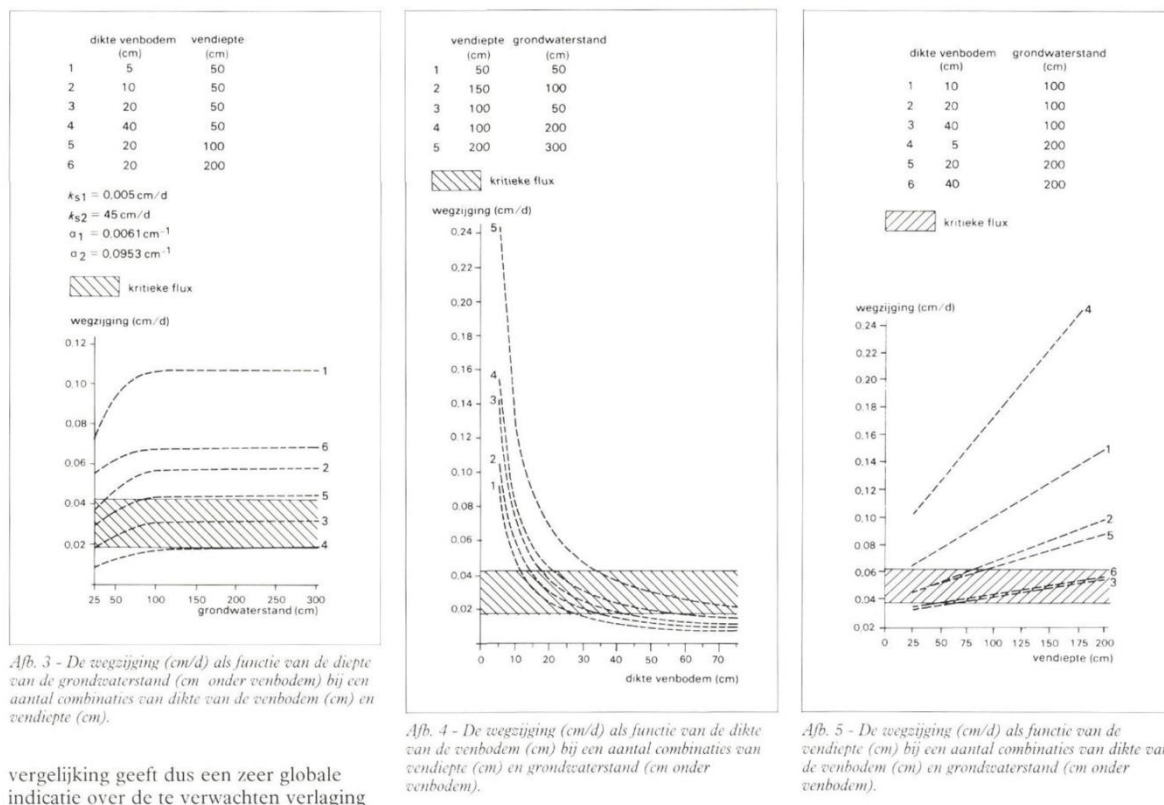


Afb. 16 De flux(V) als functie van de afstand tussen de waterspiegel in het ven en de grondwaterstand onder het ven (a), bij een laagdikte van 35 cm en een vendiepte van 20 cm, voor ven 1, profiel I.



Afb. 17 De flux(V) als functie van de afstand tussen de waterspiegel in het ven en de grondwaterstand onder het ven (a), bij een laagdikte van 45 cm en een vendiepte van 105 cm, voor ven 1, profiel II.

Figuur 21: Wegzijging en drukhoogte (afstand a) juist onder de bodem van ven 1, bij een verzadigde doorlatendheid van de venbodem van 0,005 en van 0,01 cm/dag (Dekker et al., 1986).



Figuur 22: De relatie tussen wegzijging van water uit een veentje over een slecht doorlatende laag naar de onderliggende zandondergrond als functie van verschillende factoren (Bannink et al., (1989).

4.3 Onderzoek van den Akker et al. (2017)

In het kader van het onderzoek naar de potentiële aantasting van de veenbasis is uitgebreid onderzoek verricht naar de verzadigde doorlatendheid van stagnerende podzol B horizonten, al dan niet met gliedevorming. De gevonden waarden zijn indicatief voor de vergelijkbare bodems in het Beerzerveld en worden gegeven in Tabel 2. Zij komen redelijk overeen met de in de eerdere venbodemstudies gehanteerde waarden, maar liggen wat hoger dan die door Dekker et al. (1968) worden gehanteerd. Opgemerkt moet worden dat de totale doorlatendheid (flux) daarnaast sterk bepaald wordt door de dikte van de betreffende stagnerende laag en dat in andere studies ook lagere K_s waarden zijn gepubliceerd voor kazige B horizonten en gliedelagen.

4.4 Dekkers (1988): Beerzerveld.

Dekkers geeft in zijn rapport over de bodemkundig-hydrologische gesteldheid van het terrein "Beerzerveld" een aantal K_s bepalingen van stagnerende lagen (Tabel 3). Deze waarden, in mm/dag, komen goed overeen met de door Dekker et al. (1968) en Bannink et al. (1989) vermelde waarden voor de stagnerende lagen en maken duidelijk dat de door van den Akker et al. (2017) gevonden waarden voor het Wierdense Veld wat aan de hoge kant zijn.

Tabel 2: Gemeten verzadigde doorlatendheden voor verschillende organische slecht doorlatende lagen (Van den Akker, 2017).

Tabel 12 Gemeten verzadigde doorlatendheden van vijf bodemhorizonten (herhalingen zijn aparte monsters) omgerekend naar waarden die gelden bij 10 °C

Herhalingen; tussen () monsterlocaties	Verzadigde doorlatendheid per bodemhorizont (cm/d)				
	Schalterveen	Gliede	Overgang- gliede-kazige-B	Kazige-B	B-horizont met ijzerinspoeling
1 (2 2 2 2 1)	0,00482	0,0121	0,0042	0,0152	0,0629
2 (2 2 2 1 1)	0,00727	0,0141	0,0192	0,0270	0,0661
3 (- 1 1 1 -)	-	0,0263	0,0280	0,0362	-
4 (- 1 1 - -)	-	0,0334	0,0457	-	-
Gemiddelde	0,00605	0,0215	0,0243	0,0262	0,0645
Variatiecoëfficiënt ¹	0,29	0,47	0,71	0,40	0,04

¹ standaardafwijking gedeeld door gemiddelde

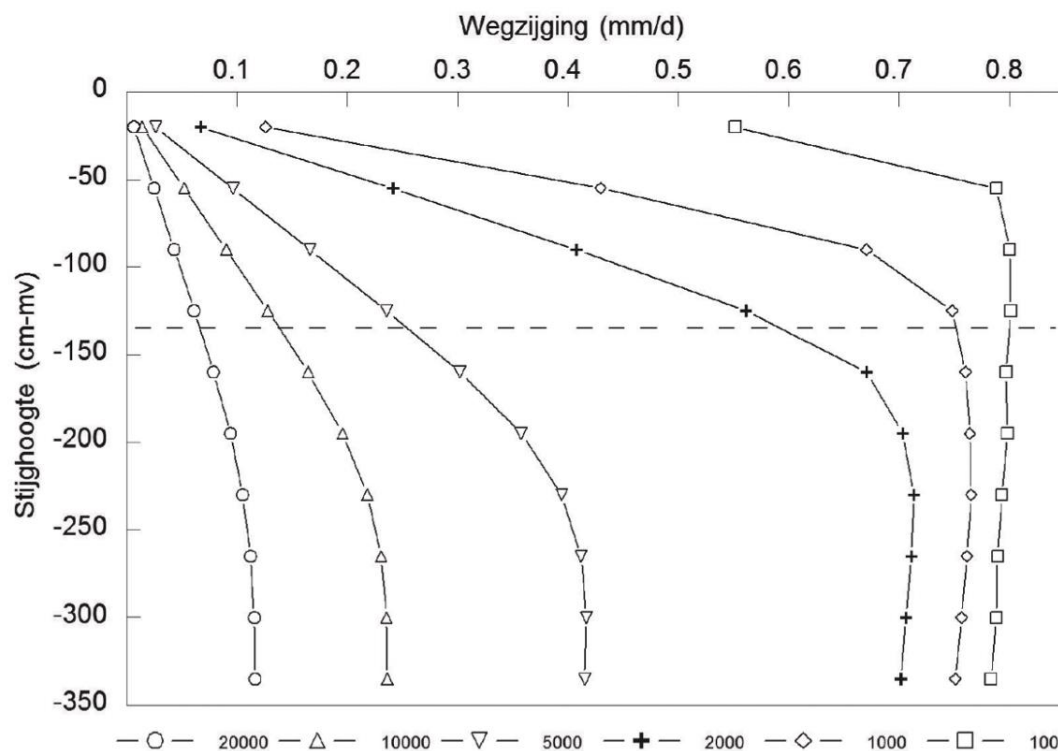
Tabel 3: De verzadigde waterdoorlatendheid bij verschillende samenstellingen en diktes van slecht doorlatende organische veenbases, zoals vastgesteld in kolomexperimenten.

Tabel 11 Verticale verzadigde doorlatendheid (K-verz.) in mm per dag van gliedelagen en kazige B-horizonten

Monster nr.	K-verz. (mm/dag)	Samenstelling van het bodemonster in de cilinders van 20 cm hoogte			
1	3,28	20	cm gliede		
2	0,31	18	cm gliede op	2	cm kazige B
3	0,92	13	cm gliede op	7	cm kazige B
4	0,02	11	cm gliede op	7	cm kazige B
5	< 0,01	9	cm gliede op	11	cm kazige B
6	0,10	6	cm gliede op	13	cm kazige B
7	< 0,01	4,5	cm gliede op	15,5	cm kazige B
8	0,01	2	cm gliede op	18	cm kazige B
9	0,06	1,5	cm gliede op	18,5	cm kazige B
10	0,12	1,5	cm gliede op	18,5	cm kazige B

4.5 Onderzoek Cirkel et al. (2016)

Aanvullend onderzoek naar het effect van grondwaterstandsverlaging is meer recent uitgevoerd door Cirkel et al. (2016) en was gericht op de relatie tussen stijghoogte en schijnspiegel bij heideveentjes (Figuur 23: Relatie tussen stijghoogte en de gemiddelde wegzijging vanuit de veenbasis voor 5 verschillende verzadigde weerstanden (Cirkel et al., 2016). Figuur 23). De conclusies, gebaseerd op modellering met gebruik van het SWAP-model, komen geheel overeen met die van eerder onderzoek, en bevestigen de geringe invloed van verlaging van de grondwaterspiegel op de flux door de stagnerende laag bij toenemende diepte van die spiegel.



Afbeelding 5: Relatie tussen stijghoogte en de gemiddelde wegzijging vanuit veenbasis uitgedrukt voor een vijftal verschillende (verzadigde) weerstanden van de slecht doorlatende laag. Met de gestreepte lijn is de onderkant van het veenpakket aangegeven.

Figuur 23: Relatie tussen stijghoogte en de gemiddelde wegzijging vanuit de veenbasis voor 5 verschillende verzadigde weerstanden (Cirkel et al., 2016).

Tabel 4: Overzicht van de verzadigde doorlatendheden van de slecht doorlatende veenbasis volgens Sevink (2019).

Type materiaal	Bron	Ks in cm/dag	Locatie
gliede	Dekker et al. 1986	0,09 - 0,8	Sellingen
gliede	Dekkers 1988	0,328	Beerzerveld
gliede	Van den Akker et al. 2017	0,022	Wierdense veld
kazige B	Dekker et al. 1986	0,005-0,010	Sellingen
kazige B	Dekkers 1988	<0,001-0,012	Beerzerveld
kazige B	van den Akker et al. 2017	0,026	Wierdense veld
dichte podzol B	Cammeraat et al. 2008	1,2-2,3	Laarder Wasmeren

waterhard	Dekker et al. 1986	1,6-2,5	Sellingen
waterhard	Koopman 1988	0,0-0,7	Amsterdamse veld

4.6 Samenvattende conclusies

In hoofdstuk 5 van het boek Hoogvenen (Jansen & Grootjans, 2019) wordt een overzicht gegeven van de doorlatendheid van verschillende typen lagen met disperse humus (Tabel 4). Uit dit overzicht blijkt dat de door Dekker et al. (1968) en Bannink et al. (1989) gehanteerde waarden als realistisch voor de situatie in het Beerzerveld kunnen worden beschouwd. Dit betekent dat hun resultaten betreffende het verwachte effect van grondwaterstandsverlaging op de wegzijging kunnen worden gehanteerd voor inschatting van het effect van een dergelijke verlaging op de wegzijging het Beerzerveld.

5 Interpretatie

5.1 Uitgangspunten bij het bepalen van de effecten

De overstoven hoogveentjes in het Beerzerveld blijken komvormig te zijn d.w.z. de slecht doorlatende basis ligt aan de randen hoger dan in het centrum (zie hoofdstuk 3)..

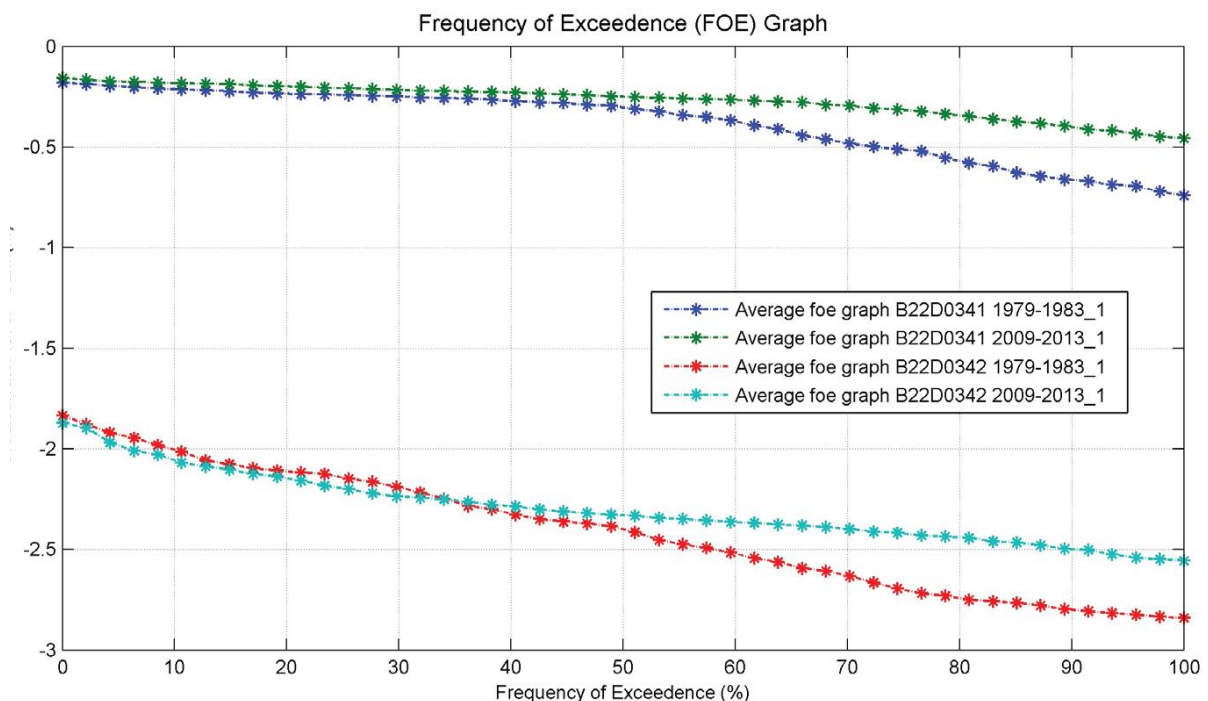
De duurlijnen in bijlage 3 van Kieskamp et al. (2015) laten zien dat de hoogste waterstand in de veentjes d.w.z. de schijngrondwaterstand gedurende een groot deel van het jaar (ca. 40 à 50%) stabiel aan maaiveld ligt (Figuur 25) . Dit betekent dat gedurende die periode de waterstanden in het centrum van het veentje het hoogst zijn en dat het schijngrondwater via laterale afvoer over de slecht doorlatende rand het veentje verlaat (Figuur 24). Aldus blijven stabiele schijnspiegelwaterstanden aan het veenmaaiveld gehandhaafd. Dat het grondwaterregime van het schijnspiegelsysteem daadwerkelijk zo functioneert, wordt ondersteund door de waterstanden die zijn gemeten tijdens het uitvoeren van de grondboringen in het najaar van 2020. Zelfs dan d.w.z. na een langdurige periode met een (extreem) groot neerslagtekort blijkt de schijnspiegel nog op te bollen.



Figuur 24: Gedurende natte perioden treedt lateraal oppervlakkige afvoer op van schijnspiegelwater uit de hoog in het landschap gelegen overstoven kommen met hoogveen, zoals de geultjes met kale bodem op deze foto laten zien.

Op het moment dat de schijnspiegelstanden gaan dalen, vermindert de laterale afvoer en zorgen verdamping en eventuele wegzijging naar de zandondergrond voor een verdere daling van de schijnspiegelstanden. In de meeste peilbuizen in bijlage 3 van Kieskamp et al. (2015) bedraagt de amplitude van de schijnspiegelstanden ongeveer 30 cm, wat overeenkomt met de openwaterverdamping die gedurende het groeiseizoen optreedt. Hieruit leiden wij af dat in de huidige toestand de wegzijging van schijnspiegelwater naar de zandondergrond uiterst klein is in vergelijking tot de verdamping door de vegetatie en van open water.

Om een inschatting te kunnen maken van de rol van wegzijging bij uitbreiding van de freatische grondwateronttrekking op de schijnspiegelgrondwaterstand is van belang na te gaan bij welk freatisch grondwaterniveau een zodanig neerslagtekort gaat optreden dat de laterale afvoer over de rand van de slecht doorlatende laag vermindert en vooral verdamping en wegzijging naar de freatische zandondergrond het grondwaterregime van het schijnspiegelsysteem gaan bepalen. Dit is af te leiden uit de duurlijnen die in bijlage 3 van Kieskamp et al. (2015). Hoewel duurlijnen niet het tijdstip laten zien waarop dit omslagpunt optreedt, blijkt uit de tijdstijghoogtelijnen in bijlage 2 van Kieskamp et al. (2015) dat dit ongeveer halverwege het jaar het geval is d.w.z. na circa 50% van de meetperiode in duurlijntermen. Dit betekent dat de schijnspiegelstand pas begint te dalen ruim nadat de freatische grondwaterstanden al dalende zijn ofwel dat het schijnspiegelsysteem vertraagd reageert op het afnemende neerslagoverschot.



Figuur 25:: Duurlijnen van de peilbuizen B22D0341 en 342 uit het westen van het Beerzerveld met in groen en donkerblauw het grondwaterregime in het schijnspiegelsysteem boven de slecht doorlatende veenbasis en in lichtblauw en rood dat van het grondwater in het freatische pakket. Bron: Kieskamp et al. (2015). Het niveau van de bovenste duurlijnen begint na circa 40-50% van de meetperiode te dalen; dat van het freatische grondwater al veel eerder. Voor verdere toelichting zie tekst.

De consequentie hiervan is dat niet de afstand tussen de GHG en de onderzijde van de slecht doorlatend laag bepalend is voor de mate van wegzijging, maar de freatische waterstand op het moment dat het schijnspiegelsysteem geen netto overschot (geen oppervlakkige laterale afvoer meer kent over de rand van de slecht doorlatende kom) meer heeft ofwel het moment dat de schijnspiegelstand begint te dalen. Dit is het moment dat de waterstand zich ongeveer halverwege de GHG en de GLG bevindt d.w.z. de gemiddelde grondwaterstand. Voor de inschatting van het effect van een gedaalde freatische grondwaterstand op de schijnspiegelstand nemen wij daarom deze gemiddelde grondwaterstand als uitgangspunt voor onze berekeningen.

Wanneer de GLG in het freatisch pakket als uitgangspunt voor de berekeningen zou worden genomen, zou een vermoedelijke onderschatting van de effecten op de schijnspiegel gemaakt worden. Immers bij toenemende afstand van de freatische grondwaterstand tot de slecht doorlatende veenbasis vermindert de toename van de infiltratieflux. Het toepassen van het door ons beredeneerde uitgangspunt betekent daarom dat het maximale effect van een dalende freatische grondwaterstand wordt bepaald.

5.2 De bepaalde effecten

Uit de gerefereerde onderzoeken (zie hoofdstuk 4) blijkt dat de volgende parameters de potentiële effecten van een grondwaterwinning in een freatisch pakket op een schijnspiegelsysteem bepalen:

1. Afstand (in centimeters) tussen de onderzijde van de slecht doorlatende veenbasis en de gemiddelde freatische grondwaterstand. Deze bepaalt de drukhoogte gegeven het voorkomen van een zandpakket onder deze veenbasis;
2. De hoogte van de schijnspiegelgrondwaterstand. Voor onze berekeningen hebben wij steeds het niveau genomen ter hoogte van het boorpunt. Wanneer deze waarden ontbraken in de relaties van Bannink et al. (1989), hebben wij steeds de eerstvolgende hogere grondwaterstand genomen waarvoor Bannink et al. berekeningen heeft uitgevoerd.
3. De dikte van de slecht doorlatende veenbasis. Deze is aan de randen dunner dan in het centrum van de kom. Voor onze berekeningen hebben wij steeds het niveau genomen ter hoogte van het desbetreffende boorpunt.
4. Voor de verzadigde waterdoorlatendheid, hebben wij ons gebaseerd op de waarden in de grafieken van Bannink et al. (1989) (Figuur 22Tabel 3). Voor het Beerzerveld hebben wij de waarde van 0,005 cm/dag genomen, aangezien deze het meest overstemt met de waarden van Dekkers (1988) voor het Beerzerveld.
5. De daling van de freatische grondwaterstand is gebaseerd op de berekeningen met het hydrologisch model (Hoogendoorn & Blonk, 2020) en zoals weergegeven in Figuur 16.

Tabel 5: Kenmerkende combinaties van bodemkundige en hydrologische parameters voor de wegzijging door de slecht doorlatende veenbasis in het Beerzerveld. sdl = slecht doorlatende veenbasis. Voor grootte van het effect zie Vervolgens hebben we karakteristieke situaties opgespoord voor deze set van

parameters en deze weergegeven in een matrix (een denkschema; zie Tabel 5) op basis waarvan we boringen hebben geselecteerd die deze situaties representeren (Tabel 6).

Tabel 6.

compartiment					
Hoogte schijn-grondwaterstand	laag	matig hoog	laag	hoog	hoog
Dikte sdl	dun	dun	dun	dun	dik
Diepte freatische waterstand tov onderzijde sdl	groot	matig grote	gering	geringe	geringe
Effect (in cm/d)	0	0.001	0,001-0,0015	0,002	< 0.005
Rangorde effect	geen	zeer gering	zeer gering	gering	gering

Vervolgens hebben we karakteristieke situaties opgespoord voor deze set van parameters en deze weergegeven in een matrix (een denkschema; zie Tabel 5) op basis waarvan we boringen hebben geselecteerd die deze situaties representeren (Tabel 6).

Tabel 6: Effecten van verschillende onttrekkingshoeveelheden op de wegzijging van schijngrondwater bij verschillende boorpunten die representatief zijn voor kenmerkende combinaties van bodemkundige en hydrologische parameters voor de wegzijging door de slecht doorlatende veenbasis in het Beerzerveld (zie Tabel 5). Legenda: schijnstand = schijngrondwaterstand t.o.v. onderzijde slecht doorlatende basis (cm); frea stand = afstand tussen freatische grondwaterstand onderzijde slecht doorlatende basis (cm); dikte sdl = dikte slecht doorlatende veenbasis (cm); Kh = verzadigde doorlatendheid (cm/d); debiet = debiet van de grondwaterwinning Hammerflier (miljoen m³/jaar); wegzijging = wegzijging over de slecht doorlatende basis (cm/d); toename wegzijging = toename wegzijging over de slecht doorlatende basis (cm/d)

tran-sect	boor-punt	schijn-stand	frea stand	dikte sdl	Kh	debiet	weg-zijging	toename wegzijging
1	B31	50	163	20	0,005	1,5	0.03	
		50	168	20	0,005	3,5	0.03	0
		50	173	20	0,005	5	0.03	0
	B30	175 (200)	63 (50)	75	0,005	1,5	ca 0,02	
		175	68	75	0,005	3,5	ca 0,02	< 0.005
		175	73	75	0,005	5	ca 0,02	< 0.005
	B35	75 (100)	93	20	0,005	1,5	0,04	
		75	98	20	0,005	3,5	0,041	0,001
		75	103	20	0,005	5	0,042	0,001
3	B4	5 (50)	50	20		1,5	0,025	
			55	20		3,5	ca 0,026	0,001
			60	20		5	ca 0,028	0,003
	B7	80 (100)	45 (50)	20		1,5	0,035	
			55			3,5	0,037	0,002
			60			5	0,039	0,002

5.3 Effecten van toename winning op Pioniervegetatie van Snavelbiezen

De voorspelde waterstands dalingen ter plekke van de Pioniervegetatie van Snavelbiezen bedragen maximaal 5 en 10 cm bij een toename van de huidige winning tot achtereenvolgens 3,5 en 5 miljoen m³/jaar. Deze voorspelde daling zal direct inwerken op de vegetatie, aangezien haar standplaats in directe verbinding staat met het grondwater in het freatische pakket vanwege het ontbreken van een stagnerende laag. De Pioniervegetatie van Snavelbiezen is een grondwaterafhankelijke vegetatie en derhalve gevoelig voor dalingen van de grondwaterstand. De kwaliteit ervan zal verminderen d.w.z. de vegetatie zal zich onder invloed van een grondwaterstands daling sneller ontwikkelen tot een vochtige heide. De naam van het habitatype geeft aan dat het type een tijdelijk stadium is een successiereeks van een vegetatie. Hier gaat het om een reeks die optreedt na plaggen c.q. afgraven (circa een halve meter) van de bovenliggende laag oud dekzand. Inmiddels is de Pioniervegetatie vrijwel verdwenen en heeft zich ontwikkeld tot een (soortenarme) vochtige heide (eigen waarnemingen september 2020). De consequentie is dat het habitatype feitelijk niet meer / nauwelijks meer voorkomt en feitelijk niet meer beïnvloed zal worden door een uitbreiding van de waterwinning. Uitbreiding van die winning beperkt echter wel de potentie voor het tijdelijk doen optreden van deze pioniervegetatie (na plaggen c.q. afgraven) elders in het noorden van het Beerserveld.

6 Conclusie en discussie

Op basis van het bestaande onderzoek over de relatie tussen wegzijging en drukhoogte bij verzadigde doorlatendheden zijn de gemiddelde grondwaterstanden goed te gebruiken voor de inschatting van de effecten.

Bij maximale winning met een berekende daling van de freatische grondwaterstand van 10 cm aan de zuidzijde van het terrein bij bodemkundig en hydrologisch sterk ongunstige omstandigheden (dat is een schijngrondwaterstand van 50 cm, een verschil in freatische grondwater ten opzichte slecht doorlatende veenbasis van 50 cm en een dunne slecht doorlatende veenbasis (20 cm) bedraagt de toename van de wegzijging over de slecht doorlatende veenbasis op jaarbasis maximaal 1,2 cm. De daling van de gemiddelde schijngrondwaterstand is overeenkomstig. Wanneer de daling van de berekende freatische grondwaterstand tweemaal zo groot is, zoals bepaald is voor het oostelijke deel van het Beerzerveld, dan zal de toename van de wegzijging verdubbelen tot 2,5 cm per jaar.

We concluderen dat deze ingeschatte toenames van de wegzijging een zeer geringe invloed zullen hebben op de ontwikkeling van de vegetatie (herstellend hoogveen) in het Beerzerveld. De ingeschatte toenames zijn heel gering in vergelijking tot de effecten van bijvoorbeeld het verwijderen van bos, zoals blijkt uit het waterbalansonderzoek van relevante vegetatietypen (Massop et al., 2005). De verdamping van natte heide is 500-520 mm/jaar, van vernet hoogveenrestant 654 en van hoogveen 506-654. De verdamping van grovedennenbossen ligt in de orde van 630 tot 730 en van loofbossen 506 mm/jaar. De omvorming van loof- en naaldbos zoals recentelijk heeft plaatsgevonden op het Beerzerveld is veel bepalender voor het niveau van de schijngrondwaterspiegel dan de toename van de wegzijging door een grotere grondwaterwinning. Tevens worden in het Beerzerveld nog andere antiverdrogingsmaatregelen genomen (zie Kieskamp et al., 2015). Daarmee wordt wegzijging door eventuele gaten in de slecht doorlatende veenbasis voorkomen of beperkt en de mate en snelheid van zijdelingse afvoer beperkt. Zo zal de invloed van perioden met neerslagtekort op de schijngrondwaterspiegel afnemen en de duur dat hoge schijngrondwaterstanden optreden langer worden.

Wat bepaalt nu dat de effecten van een toename van de grondwaterwinning zo gering zijn? Uit alle onderzoek (zie hoofdstuk 4) komt naar voren dat de dikte en de dichtheid van de slecht doorlatende veenbasis bepalend is. Uit Kieskamp et al. (2015) en dit onderzoek blijkt dat de slecht doorlatende veenbasis in het Beerzerveld behoorlijk dik tot dik is. In het Beerzerveld zorgt deze betrekkelijk grote tot grote dikte voor een geringe doorlatendheid en niet het optreden van diepe grondwaterstanden (van meer dan 1 meter) onder de slecht doorlatende veenbasis. Dit betekent dan ook dat de geringe, berekende dalingen van de freatische grondwaterstanden in vergelijking tot de dikte van de slecht doorlatende veenbasis van weinig invloed zullen zijn op de hoogte van de grondwaterstanden in het schijnspiegelsysteem. Onze resultaten bevestigen het beeld van Dekkers (1988), zowel wat betreft de aard als de dikte van de slecht doorlatende laag en de lage doorlatendheden die hij daaruit afleidde via kolomproeven.

In de huidige toestand, maar ook voor het begin van de winning Hammerfliet, lagen de freatische waterstanden het gehele jaar onder de slecht doorlatende basis van de veenkommen (Kieskamp et al., 2015). Dat betekent dat de bodems van de kommen zijn ontstaan onder nattere omstandigheden dan de huidige (Kieskamp et al., 2015; Sevink et al., 2017). Vervolgens is verdroging opgetreden door daling van de grondwaterstanden samenhangend met insnijding van de Vecht en intensief landgebruik op de rivierduinen van de Vecht. Die daling trad al op in de IJzertijd (Sevink et al., 2017), terwijl het veen bleef doorgroeien. De veengroei kwam pas tot stilstand toen het overstoven raakte, zo rond het begin van de jaartelling (in het centrum van het gebied) tot in de Late Middeleeuwen (in het westen). Dat de veengroei toen haperde, blijkt uit de inschakeling van zand in de bovenste deel van het veenpakket. Ergo: de veengroei trad voor een belangrijk deel op op het moment dat de freatische grondwaterstanden zich onder de al eerder gevormde podzol B bevonden. Dit betekent dat er al gedurende een heel lange periode sprake is van een schijnwaterspiegel op een slechte doorlatende veenbasis in dekzand, waarvan het niveau van de schijnwaterspiegel wordt bepaald door klimaat / fluctuaties in neerslagoverschot, vegetatie, zijdelingse afvoer en verticale wegzijging én maar in zeer beperkte mate door de hoogte van de freatische grondwaterstand.

Een van de factoren die de hoogte van de schijnspiegelwaterstand in hoge mate bepaalt, is de doorlatendheid van de slecht doorlatende veenbasis. Zou deze doorlatendheid kunnen toenemen onder invloed van de voorspelde dalingen van de freatische grondwaterstanden? Zou er mineralisatie kunnen optreden die leidt tot verbrokkeling, waardoor de doorlatendheid toeneemt en daarmee de verticale wegzijging naar de zandondergrond? Uit het onderzoek van Van den Akker et al. (2017) naar afbraakprocessen van de organische veenbasis in relatie tot de waterhuishouding blijkt dat aantasting van een organische veenbasis alleen kan optreden indien zuurstofhoudende lucht kan toetreden onder die slecht doorlatende veenbasis. Er is in het Beerzerveld echter heel weinig dat daarop wijst. Immers, zelfs aan de randen van de kommen bevindt zich vrijwel overal in het pakket stuifzand een verzadigde zone van schijngrondwater (veenwater) boven de slecht doorlatende veenbasis, zelfs na het extreem droge voorjaar- en zomerseizoen van 2020 (en de voorgaande zeer droge jaren 2018 en 2019). De kans dat zuurstofhoudend water zijdelings tot onder een slecht doorlatende veenbasis binnendringt is daarmee verwaarloosbaar (Van den Akker et al., 2017). Alleen in raai 3 in het centrum van het reservaat zijn aan de randen grondwaterstanden net boven de slecht doorlatende basis aangetroffen (Figuur 12).

Voor afbraak van een slecht doorlatende veenbasis door versterkte verdroging van bovenaf, gepaard gaande met scheurvorming, zou langdurige en sterke verdroging moeten optreden. De slecht doorlatende veenbases in het Beerzerveld komen echter voor onder een over het algemeen forse laag stuifzand en het is daarom buitengewoon onwaarschijnlijk – mede vanwege onze veenwaterstandsmetingen in september 2020 – dat een dergelijke verdroging zou optreden. Gelet op de door ons berekende geringe toename van de verticale wegzijging op basis van de voorspelde dalingen van de freatische grondwaterstanden zal er dan ook geen sprake zijn van een serieuze toename van de verdroging van het schijnspiegelsysteem onder invloed van de voorgenomen uitbreiding van de grondwaterwinning naar 3,5 en zelfs 5 miljoen m³/jaar.

In 5.3 stelden wij dat de uitbreiding van die winning de potenties beperkt voor het tijdelijk doen optreden van de Pioniervegetatie van Snavelbiezen elders in het noorden van het Beerzerveld. Deze vegetatie ontstaat in het Beerzerveld alleen na plaggen c.q. afgraven en verdwijnt als successiestadium na verloop van tijd weer. Verlaging van de freatische grondwaterstanden zal leiden tot een snellere successie van dit type naar vochtige heide en de soortenrijkdom van deze in het Beerzerveld toch al tamelijk arm ontwikkelde vorm van de pioniervegetatie – met vooral Bruine snavelbies en Kleine zonnedaauw en hier en daar Ronde zonnedaauw en Waterveenmos – verder doen verarmen (Kieskamp et al., 2015). Deze soortenarme vorm duidt op suboptimale omstandigheden voor deze begroeiing: in beter ontwikkelde, nattere vormen komen ook veel Witte snavelbies en Moeraswolfsklauw voor. Het is een beleidsmatige vraag, die wij vanzelfsprekend niet kunnen beantwoorden, of het wenselijk is ook in de toekomst in het Beerzerveld te blijven streven naar een zwervend voorkomen van deze pioniervegetatie, vanwege de betrekkelijk arme vorm waarin deze vegetatie ontwikkeld is. Bij het beantwoorden van de vraag zou ook mee moeten worden gewogen dat op andere locaties in het Beerzerveld, waar deze gemeenschap na plaggen c.q. afgraven ontstond, deze zich nog sneller dan op de locatie in het noordwesten naar een heide (Stuifzandheide met struikhei; habitatype H2310) ontwikkelde (Kieskamp et al., 2015).

Geraadpleegde literatuur en websites

Blonk, A., M. Steenvoorden, J. Luijendijk, E. Dorland & C. Aggenbach, 2012. Duurzame inzet Hammerflier. Aanvullend onderzoek Beerzerveld voor het Natura 2000-beheerplan. Tauw-rapport R001-4818366ATB-mfv-V03-NL. Tauw, Deventer.

Cammeraat, L.H., Sevink, J., Vlaming, M., 2008. Doorlaatbaarheidbepalingen podzol B Laarder Wasmeren, IBED Rapport in opdracht van Waternet. 4 blz.

Cirkel, G., E. Dorland & J.-P. Witte, 2016. Schijnspiegeldynamiek van heideveentjes: over de complexe relatie tussen stijghoogte en schijnspiegel. Stromingen 22 (2016)2: 9 – 22.

Dekker, L.W., M.H. Bannink & A.H. Booij, 1986. Bodemkundig en bodemfysisch onderzoek naar de invloed van grondwaterstandsverlaging op wegzijging van water uit vennen nabij Sellingen. Rapport nr. 1859, Stiboka, Wageningen.

Dekkers, J.M.J. (1988). De bodemkundig hydrologische gesteldheid van het terrein Beerzerveld. Stiboka, Wageningen.

Hoogendoorn, J. & A. Blonk, 2020. Notitie_Modelanalyse_Hammerflier. Interne Notitie. Vitens, Zwolle.

Jansen, A.J.M., A.P. Grootjans & J. Sevink, 2019. 13. Hoogvenen en heideveentjes in het Nederlandse landschap. Hun vroegere uiterlijk, ontstaan en ligging in het landschap. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 124-131. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.

Kieskamp, A.A.M., A.J.M. Jansen, J. Sevink & A.T.W. Eysink, 2015. Hydro-ecologische systeemanalyse Beerzerveld – de noodzaak van interne en externe maatregelen. Rapport. Unie van Bosgroepen.

Sevink, J., 2019. 5. Bodemvorming en hoogveen. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (red.): Hoogvenen: landschapsecologie - behoud - beheer herstel, pp. 48-53. Noordboek Natuur, Gorredijk. pp. 392.

Koopman, G.J., 1988. "Waterhard": A hard brown layer in sand below peat, The Netherlands. Geoderma, 42(2): 147-157.

Sevink, J., A.A.M. Kieskamp, N.W. Willemse, A.T.W. Eysink & A.J.M. Jansen, 2017. Beerzerveld: implicaties van landschapsgeschiedenis voor herstel en beheer. De Levende Natuur, 118 (3): 85-

Sevink, J., A.J.M. Jansen, A.A.M. Kieskamp, A.T.W. Eysink & N.W. Willemse, 2019. 22 Het Beerzerveld. In: A.J.M. Jansen & A.P. Grootjans (ed.) Hoogvenen: landschapsecologie, behoud, beheer, herstel, pp. 230-239. Noordboek, Gorredijk. 392 pp.

Van den Akker, J.J.H., R.F.A. Hendriks & B. van Delft, 2017. De organische veenbasis: afbraakprocessen in relatie tot hydrologie. Rapport 2017/OBN218-NZ, Vereniging van Bos-en Natuurterreineigenaren..

www.ahn.nl

www.dinoloket.nl

Bijlage 1 Boorbeschrijvingen