

RAPPORT

Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant

Zoomland

Klant: Brabant Water N.V.

Referentie: BG6186-WM-RP-220726-1643WM

Status: Definitief/0002

Datum: 25 november 2022



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant

Ondertitel: Zoomland
Referentie: BG6186-WM-RP-220726-1643WM
Status: 0002/Definitief
Datum: 25 november 2022
Projectnaam: Kruisland
Projectnummer: BG6186
Auteur(s): RHDHV

Opgesteld door: RHDHV

Gecontroleerd door: RHDHV

Datum: 26-07-2022

Goedgekeurd door: RHDHV

Datum: 26-07-2022

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden verveelvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doel	1
1.3	Leeswijzer	2
2	Onderzoeksgebied en opzet van het onderzoek	3
2.1	Onderzoeksgebied: Zoomland	3
2.2	Opzet van het onderzoek	4
3	Onderdelen van het systeem	5
3.1	Ontstaansgeschiedenis	5
3.2	Hoogteligging	8
3.3	Geologie en bodemopbouw	10
3.4	Hydrologie	15
3.4.1	Oppervlaktewater	15
3.4.2	Grondwater	19
3.5	Vegetatie en broedvogels	25
3.5.1	Vegetatie	25
3.5.2	Broedvogels	27
4	Ecohydrologische interpretatie en sleutelfactoren	29
4.1	Samenvatting van de bouwstenen	29
4.2	Ecohydrologische interpretatie	30
4.3	Sleutelfactoren en autonome ontwikkeling	32
5	Relatie met het hydrologisch model	34
5.1	Beschikbare metingen	34
5.2	Grondwaterstand en Stijghoogte	34
5.3	Kwel en wegzijging	37
5.4	Aanbevelingen voor het grondwatermodel	38
	Referenties	39

Bijlagen

Aanvullende kaarten en grafieken

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Brabant Water werkt aan de voorbereiding van een nieuwe grondwaterwinning ten noordoosten van de bestaande winning in Wouw. In een eerste voorbereidende stap is met behulp van modelberekeningen bepaald welke van de mogelijk geschikte locaties het minste effecten geeft op bestaande (grondwater afhankelijke) natuurgebieden.

Uit de eerste modelberekeningen blijkt dat de invloed op grondwaterstand en stijghoogten beperkt is. Het grondwatermodel is echter globaal van opzet en bevat niet alle details van de natuurgebieden. Denk dan aan lokale leemvoorkomens, bijvoorbeeld. Voordat besloten wordt om meer gedetailleerde modelberekeningen uit te voeren, wordt eerst een ecohydrologische systeembeschrijving opgesteld om meer inzicht te krijgen in de sleutelprocessen voor de grondwaterafhankelijke natuurgebieden binnen de mogelijke, berekende invloedssfeer waarbij gekeken is naar het eerste watervoerende pakket en niet het voor natte systemen vaak belangrijke freatische pakket. Anders gezegd: er wordt systeemkennis opgedaan. Het gaat dan om zeven gebieden (Figuur 1-1):

1. Oudland.
2. Halsters Laag.
3. Zoomland.
4. Percelen langs Molenbeek (inclusief Sputendonks bosje).
5. Rozenven.
6. Gastels Laag.
7. Cruijslandse Kreken.

Voor elk van deze gebieden wordt een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd. In dit rapport is die voor Zoomland gevat. Zoomland is onderdeel van het Natuurnetwerk Brabant en van het Natura 2000-gebied Brabantse Wal, maar in tegenstelling tot een aantal van de andere onderzochte gebieden is het géén Natte Natuurparel. Het gebied is 304 hectare groot en eigendom van Stichting het Noord-Brabants Landschap (hierna: Brabants Landschap).

1.2 Doel

Doel van het onderzoek is om systeemkennis op te doen. Een ecohydrologische systeemanalyse is hiervoor een prima middel, gezien een dergelijke analyse inzichtelijk maakt wat de sleutelprocessen zijn die de (ontwikkeling van de) natuurwaarden in een gebied bepalen.

In feite geeft deze ecohydrologische systeemanalyse dan ook antwoord op één vraag, namelijk:

“Hoe functioneert Zoomland en hoe werkt dit door in de standplaatscondities?”

Het doel van voorliggende rapportage is het geven van inzicht in het ecohydrologisch functioneren van het natuurgebied, de invloed hiervan op de vegetatie in relatie tot de aanwezige en nagestreefde doelen van het Natuurnetwerk Brabant. Dit inzicht zal gebruikt worden bij de later te maken effectbeschrijving van de nieuwe winning Kruisland in West-Brabant. Dit kan met een (gedetailleerd en verbeterd) grondwatermodel, mogelijk in combinatie met een ecologisch model, of op basis van expertkennis uitgevoerd worden. Dit rapport helpt bij het verder maken van keuzes hierin.

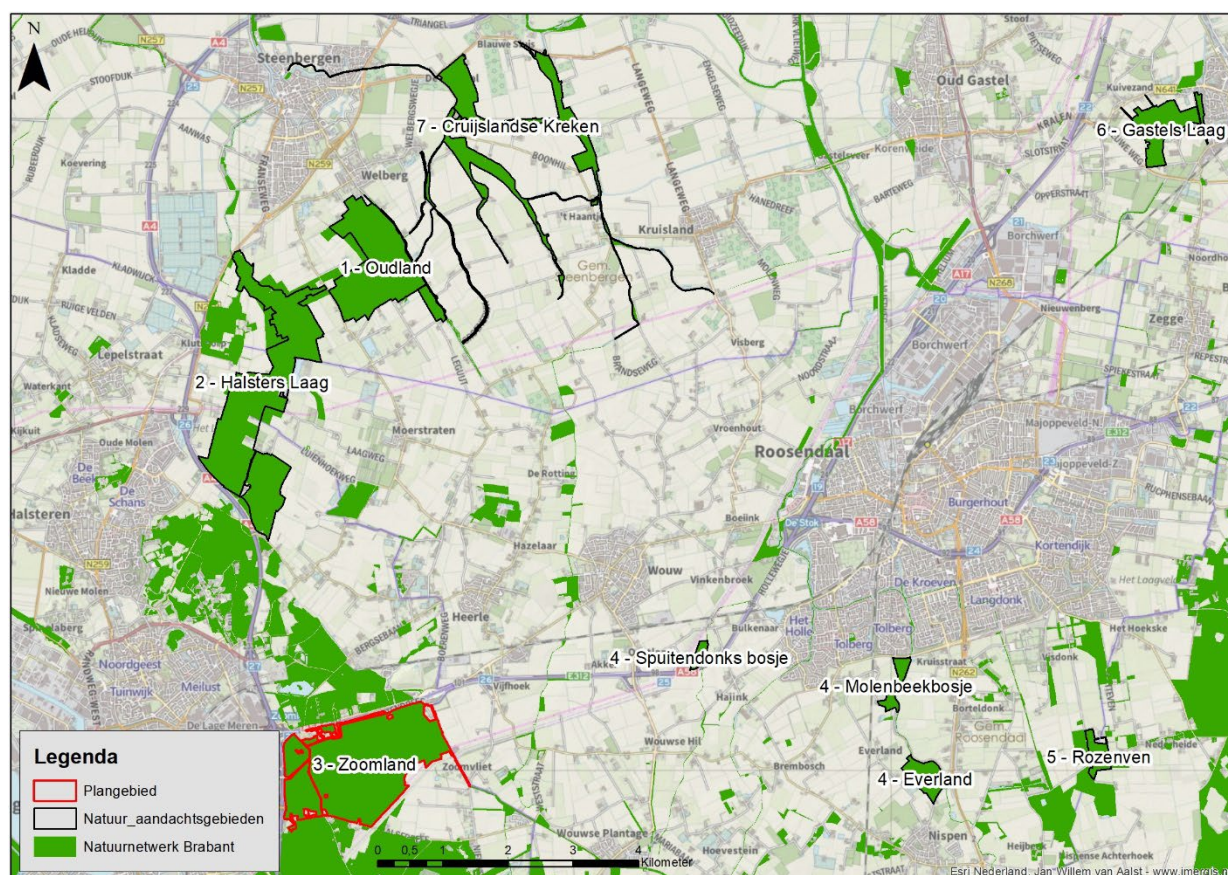
Deze rapportage gaat niet in op:

- De manier waarop de doelen in het veld gerealiseerd kunnen worden. Het rapport bevat dus geen advies over de optimale inrichting (aanpassingen in de waterhuishouding, afgraven van bovengrond).
- De andere invloeden dan hydrologie die invloed hebben op de natuurdoelen. Bijvoorbeeld: vermessing van grondwater, stikstofdepositie of versnippering van natuurgebieden.

Kortom, inrichting of ontwikkeling van het natuurgebied zijn geen onderdeel van de vraag, al is niet uitgesloten dat het incidenteel aan de orde zal komen. Het blijft mensenwerk, geschreven door gepassioneerde ecohydrologen.

1.3 Leeswijzer

Eerst wordt de opzet van het onderzoek beschreven (hoofdstuk 2) en de resultaten daarvan weergegeven (hoofdstuk 3). In het vierde hoofdstuk worden de gegevens samengebracht tot een ecohydrologische interpretatie en worden de sleutelfactoren daaruit afgeleid. In hoofdstuk 5 wordt de relatie gelegd tussen de systeemanalyse op basis van gebiedskennis en metingen met de inzichten uit het geohydrologisch model.



Figuur 1-1: Ligging natuurgebieden (aangeduid met hun toponiem) die zijn opgenomen in deze systeemanalyse (Rode polygoenen). Zwarte polygoenen (aangeduid met hun toponiem) geven de gebieden waarvoor een systeemanalyse wordt opgesteld. Groene polygoenen: Natuurnetwerk Brabant (Provincie Noord-Brabant 2020).

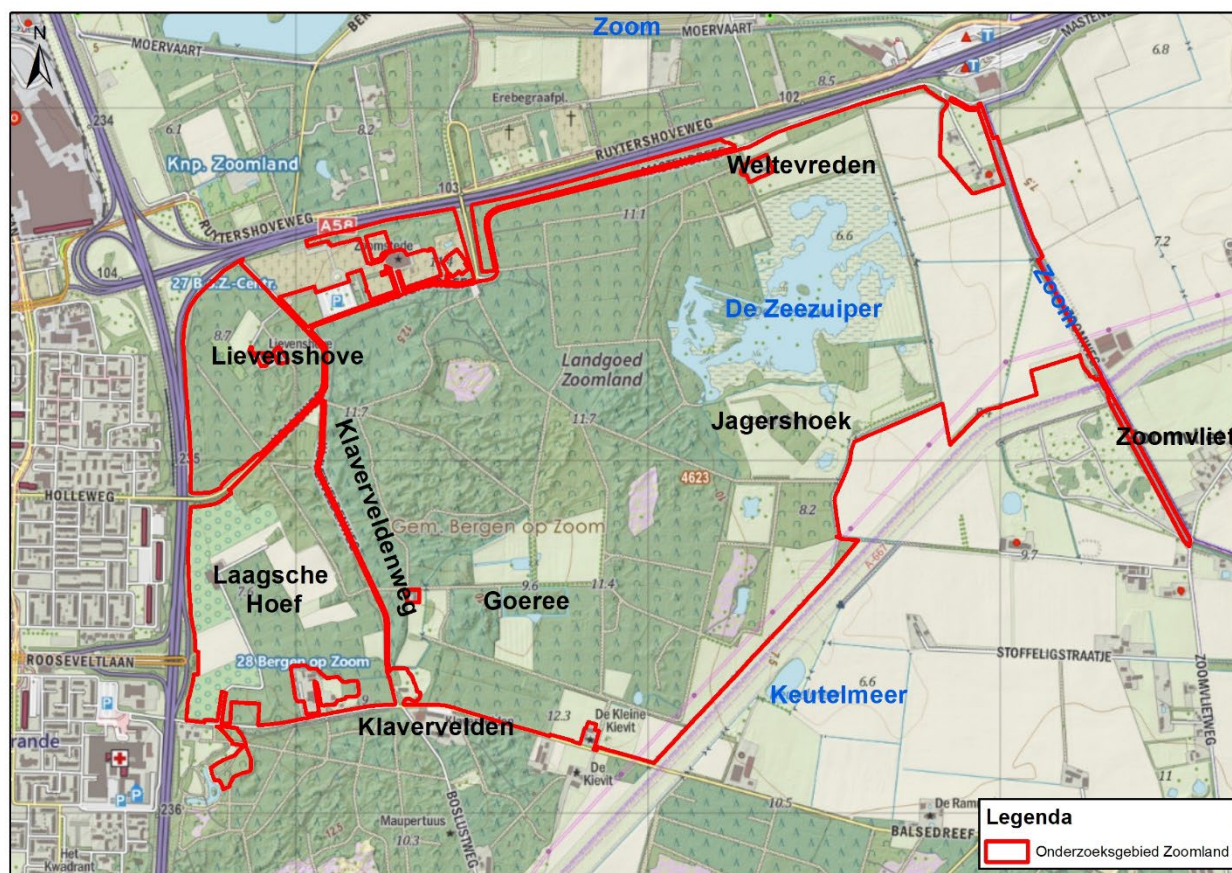
2 Onderzoeksgebied en opzet van het onderzoek

2.1 Onderzoeksgebied: Zoomland

Het onderzoeksgebied -voor deze rapportage Zoomland- bevindt zich ten oosten van Bergen op Zoom op de Brabantse Wal (Figuur 1-1 en Figuur 2-1). Zoomland ligt geheel binnen provincie Noord-Brabant, meer specifiek binnen de gemeente Bergen op Zoom. Het gebied wordt zowel aan de westzijde als aan de noordzijde begrensd door de A58. Ten westen van de A58 ligt de bebouwde kom van Bergen op Zoom en ten noorden liggen enkele bossen. Ten noorden van Zoomland ligt ook een stortplaats, tussen de A58 en het spoor (buiten het kaartbeeld van Figuur 2-1). Ten zuiden van Zoomland bevinden zich de drogere heiden en bossen van het natuurgebied Lievensberg en nog zuidelijker de Borgvlietsche Duinen. Aan de oostzijde wordt Zoomland begrensd door het landelijk gebied rondom het buurtschap Zoomvliet.

Zoomland wordt gekenmerkt door een gevarieerd landschap met overgangen van zeer droge bossen tot moerassige laagtes als de Zeezuiper. Loofbossen en naaldbossen wisselen elkaar af en komen ook gemengd voor. Op open plekken komt heide voor en liggen begraasde weides. De laagste delen bevatten (in sommige gevallen permanent) water en bijbehorende vegetaties (Figuur 2-2).

Zoomland is onderdeel van het Natura 2000-gebied Brabantse Wal en is aangewezen als Vogelrichtlijngebied. Zoomland vervult daarin een functie voor het in stand houden van de populaties van de broedvogels Dodaars (A004), Wespendief (A072) en Zwarte specht (A236).



Figuur 2-1: Geografische ligging en enkele toponiemen van het onderzoeksgebied Zoomland.



Figuur 2-2: Foto-impressie van Zoomland met links het moerasven de Zeezuiper (vanuit de westoever) en rechts een droog heidegrasland omringd door bos.

2.2 Opzet van het onderzoek

Het onderzoek richt zich primair op het inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van Zoomland. Om sleutelprocessen inzichtelijk te maken is een systeemanalyse uitgevoerd. Deze rapportage is op verzoek, omwille van de beschikbare tijd, tot stand gekomen uitsluitend gebruikmakend van bestaande informatie. Dat wil zeggen dat geen gebruik gemaakt is van bijvoorbeeld een specifiek voor dit onderzoek ingericht meetnet of aanvullende boringen. Dat is gezien het doel van deze rapportage in eerste aanleg ook niet nodig, maar kan wel een advies zijn. Uiteraard zijn wel eenvoudige veldmetingen verricht, die doorgaans veel zeggingskracht hebben. Daarnaast is gebruik gemaakt van de gebiedskennis van de auteurs en collega's.

Een grondige review van bestaande literatuur- en onderzoeksgegevens vormt de basis voor voorliggende rapportage. Voor de systeemanalyse is de volgende informatie verzameld:

- Geomorfologie, geologische opbouw, hoogteligging en bodem (Haans 1948; TNO 2003, 2021; AHN 2021).
- Bestaande historische en actuele hydrologische informatie (van Beers 1994; van Dam et al. 2005; Geologische Dienst Nederland 2021; TNO 2021; Waterschap Brabantse Delta 2021; Hydronet 2021).
- Historisch geografische informatie en uit de literatuur beschikbare, relevante onderzoeksresultaten en (historische) kaarten (Bureau Lantschap 2009; Caspers 2012; Cassaert 2013; Leenders 2013; BHIC 2021; Kadaster 2021; Nationaal Archief 2021).
- Informatie over vegetaties, flora en fauna (Provincie Noord-Brabant 2018, 2020; de Wilde 2020; Alterra 2021; NDFF 2021; SOVON 2021).
- Recente ontwikkelingen in en rondom Zoomland (Kadaster 2021; TNO 2021).

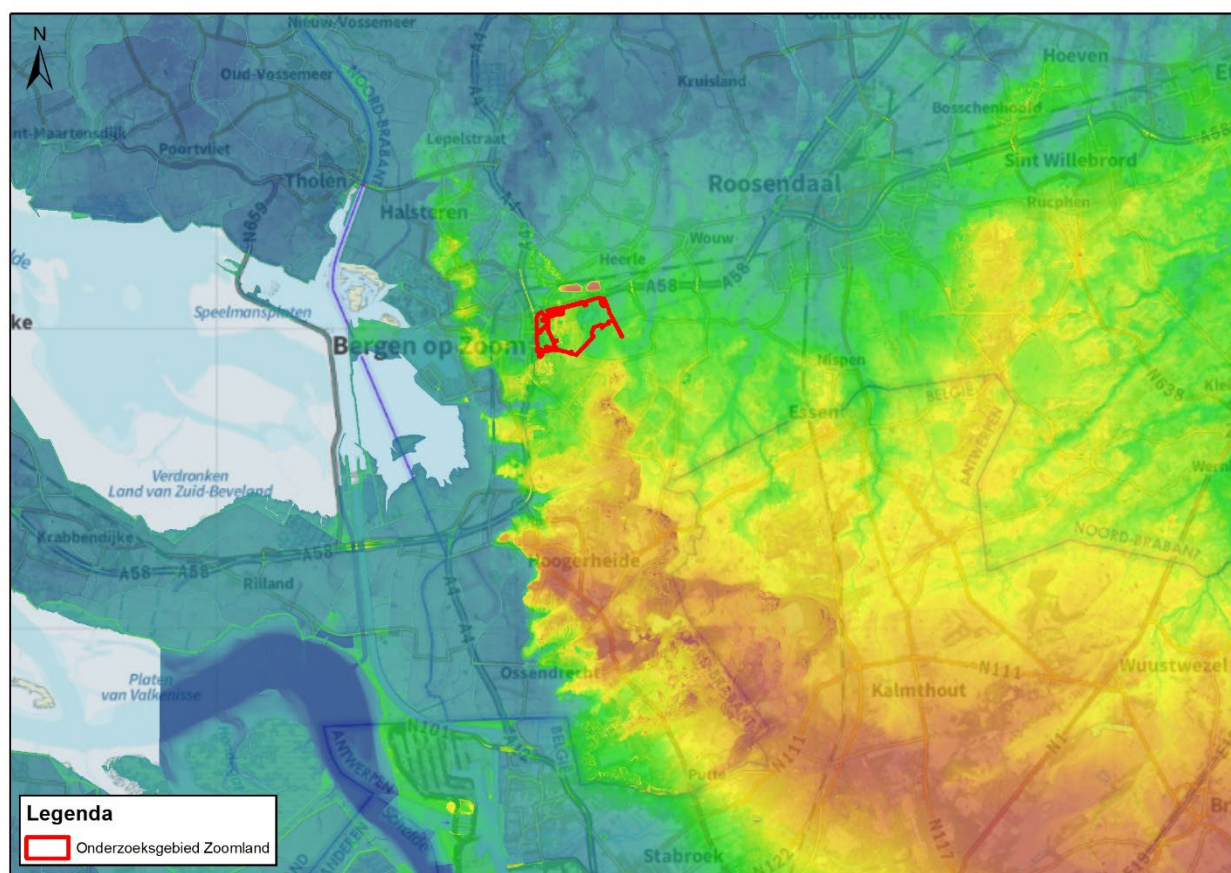
In voorliggende rapportage worden alle verzamelde gegevens in onderlinge samenhang beschouwd, waarbij stapsgewijs van grof (regionale schaal) naar fijn (standplaats) wordt ingezoomd en geïntegreerd. Daartoe wordt successievelijk relevante informatie toegevoegd en wordt aldus invulling gegeven aan de systeembeschrijving.

3 Onderdelen van het systeem

Onderstaand worden de aan hoogteligging, geologie, bodem, hydrologie en vegetatie gerelateerde aspecten besproken met betrekking tot Zoomland. Gestart wordt met een beschrijving van de ontstaansgeschiedenis van Zoomland. Begrip van de wordingsgeschiedenis van het landschap, inclusief antropogeen gebruik en cultuurhistorie, maakt het eenvoudiger om de context rond de in volgende paragrafen te verzamelen gegevens te duiden.

3.1 Ontstaansgeschiedenis

Zoomland is gelegen op de Brabantse Wal ten oosten van Bergen op Zoom (Figuur 3-1). De Brabantse Wal is een markante rug op de grens van het Brabants Massief, ook wel het West-Brabantse Zandplateau genoemd. Het grote reliëf is mede veroorzaakt door de Schelde, die westelijk van de Wal stroomde en door erosie de vrij steile westrand heeft uitgesleten. De afzettingen op het West-Brabantse Zandplateau zijn oude rivierafzettingen uit het begin en het midden van het Pleistoceen, de periode van de ijstijden die 2,5 miljoen jaar geleden begon en duurde tot 10.000 jaar geleden. Verschillende rivieren, voorlopers van de Rijn en de Maas, hebben hier zand- en kleilagen afgezet. Deze oudere afzettingen zijn vervolgens vrijwel overal bedekt met dekzanden. Deze zanden werden in de laatste twee ijstijden door de overwegend westelijke wind aangevoerd uit het drooggevalen Scheldedal en de gedeeltelijk drooggevalen Noordzee (Bureau Lantschap 2009).

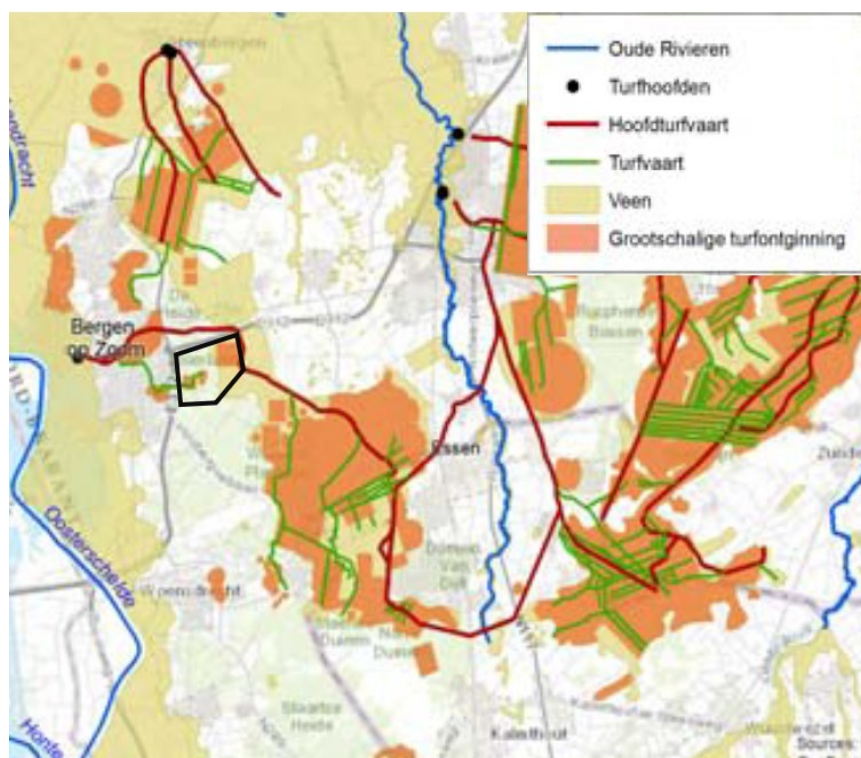


Figuur 3-1: Maaiveldhoogte weergegeven voor de Brabantse Wal en omgeving (AHN 2021) en DHM Vlaanderen). Met rood zijn hoge gebieden aangegeven, die via geel en groen verlopen naar de in blauw aangegeven lage gebieden.

Ongeveer tienduizend jaar geleden kwam een einde aan de laatste ijstijd en begon het Holoceen, de huidige geologische periode. De temperatuur steeg, het werd vochtiger en al spoedig veranderde de open, vrijwel boomloze vlakte van de Brabantse Wal in een gesloten bos. De zeespiegel begon te stijgen en ook op het land werd het natter doordat de grondwaterspiegel steeg. Op plaatsen met een slechte afwatering kwamen moerassen tot ontwikkeling waarin veenvorming plaatsvond. Dit was het geval in grote delen ten oosten van de Brabantse Wal. Alleen de hoogste delen van de Brabantse Wal werden niet door veenlagen bedekt, in de lagere delen van het gebied kon de veenlaag wel enkele meters dik worden (Bureau Lantschap 2009).

Invloed van de mens

De veenbodems vormden uitgestrekte natte gebieden die ongeschikt waren voor landbouw (Figuur 3-2). In veel veengebieden gingen boeren na het jaar 1000 delen van het veen ontginnen. Door het veen te ontwateren met behulp van gegraven sloten kon hier op den duur landbouw worden bedreven. Door het steeds schaarser worden van hout als brandstof en door de opbloei van de steden in Vlaanderen en later ook in Holland, kwam in de 13e eeuw een systematische vervening op gang. Dit was ook het geval voor het veen binnen Zoomland. Er werden turfvaarten aangelegd, waar nodig met een aantal zijvaarten. Het te vervenen land werd met behulp van sloten en greppels drooggelegd en na enige tijd kon de turfgraverij beginnen. De uitgestrekte hoogveengebieden werden vrijwel geheel afgegraven. Na afloop van de vervening werden de gronden geschikt gemaakt voor de landbouw. Sommige delen veranderden ook in heide of bos.



Figuur 3-2: Aanwezigheid van veen en de turfontginning met behulp van turfvaarten in de omgeving van de Brabantse Wal. Uit Cassaert (2013). De globale ligging van Zoomland is weergegeven met een zwarte polygoon.

Voor de turfwinning van de venen ten zuidoosten van Bergen op Zoom werd in 1430 een hoofdturfvaart aangelegd (Figuur 3-2). Deze vaart staat tegenwoordig bekend als de Zoom, maar stond vroeger bekend als de Grebbe of de (Bergse) Moervaart. De vaart werd door de hogere gronden van de Brabantse Wal gelegd en werd stroomopwaarts doorgetrokken naar Wouwse Plantage en Huijbergen en zelfs tot op

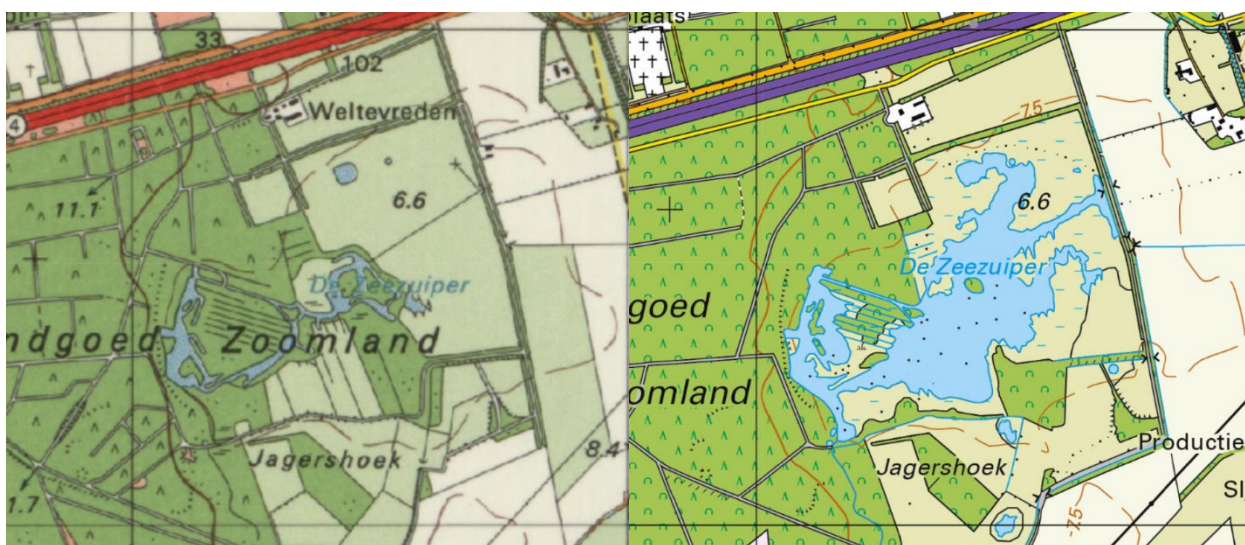
huidig Belgisch grondgebied (Bureau Lantschap 2009). De Zoom maakte de grootschalige turfwinning rondom Wouwse Plantage mogelijk, mede dankzij een stelsel aan kleinere turfvaarten. Op Figuur 3-2 is te zien dat er ook turfwinning heeft plaatsgevonden binnen Zoomland (oranje gebied in het noordoosten van de zwarte polygoon). Na de turfwinning is dit veengebied aan zijn lot overgelaten en is een grote waterplas ontstaan. Op deze locatie is tegenwoordig het 'venmoeras' de Zeezuiper aanwezig (Figuur 2-1). Dit is een watervlakte die enorme hoeveelheden water kon opnemen, oftewel 'zuipen'. Deze, en de andere door ontginning ontstane waterplassen, voorzagen Bergen op Zoom van drinkwater en water voor de grachten. (Caspers 2012). Ook werd het water uit de Zeezuiper gebruikt om meerdere watermolens op de Zoom van water te voorzien (Leenders 2013). Deze waterplassen vormen daarmee een belangrijke watervoorziening voor de vestingstad Bergen op Zoom in de 16^e eeuw. Daarna verliest Bergen op Zoom zijn belang als vestingstad en verliezen de plassen, waaronder de Zeezuiper, hun belang als watervoorraad.

Ook op de hogere en drogere zandgronden van Zoomland heeft de mens flinke invloed uitgeoefend. Het bestaat tegenwoordig uit Landgoed Zoomland, in 1972 gevormd uit een viertal zeventiende-eeuwse landgoederen Goeree, Weltevreden of Klein Gemini, 's Heeren Plantage en Lievenshoven. Grote delen van deze landgoederenreeks zijn na de Tweede Wereldoorlog door de uitbreidingen van Bergen op Zoom bebouwd geraakt. Zoomland is opgebouwd uit productiebos met naalddhout, eikenbossen (hakhout), gras- en bouwland met plaatselijk kleinschalige percelen, lanen, houtwallen, struweelbeplanting, relicten met heide, gefixeerde stuifzandduinen en moerassen. De bij de historische landgoederen horende bebouwing is grotendeels verdwenen, maar veel van de historische ontginningslijnen, patronen en structuren zijn bewaard gebleven. Het noordoostelijk deel is een coulissenlandschap, bestaande uit natte graslanden en beemdgronden, doorsneden door lanen met eiken, laanbeplantingen en singels. Op de kaart in Figuur 3-3 is te zien dat er bij de Zeezuiper ook de aanduiding 'visserije' vermeld staat, wat erop duidt dat het destijds als viskwekerij in gebruik was.



Figuur 3-3: Kaart uit 1787 van landgoed Groot en Klein Gemini (Weltevreden) en de Zeezuiper. Kaart getekend door J.B. Adan (BHIC 2021).

Van de Zeezuiper was eind negentiende eeuw na het graven van ontwateringssloten niet veel meer over dan een putje. Daaromheen sloeg een rietmoeras op en daar weer rond een bos van elzen en eiken. Om het gebied iets van zijn oude glorie terug te geven, zijn eind jaren '90 van de 20^e eeuw de sloten, die niet alleen een ontwaterend maar ook een vervuilend effect hadden, omgeleid. Door middel van een stuw ten oosten van de Zeezuiper wordt het water in het gebied vastgehouden. De oppervlakte open water en moeras heeft zich sindsdien flink uitgebreid (Figuur 3-4). Het centraal gelegen rietmoeras verdween onder water en ook de elzen en eiken konden de abrupte verhoging van het (grond)waterpeil niet aan. Het beeld van de Zeezuiper worden daardoor sindsdien bepaald door afgestorven bomen (Caspers 2012).



Figuur 3-4: Omvang van het wateroppervlak in de Zeezuiper voor de hydrologische maatregelen (in 1988, links) en in de huidige situatie na de hydrologische maatregelen (in 2020, rechts) (Kadaster 2021).

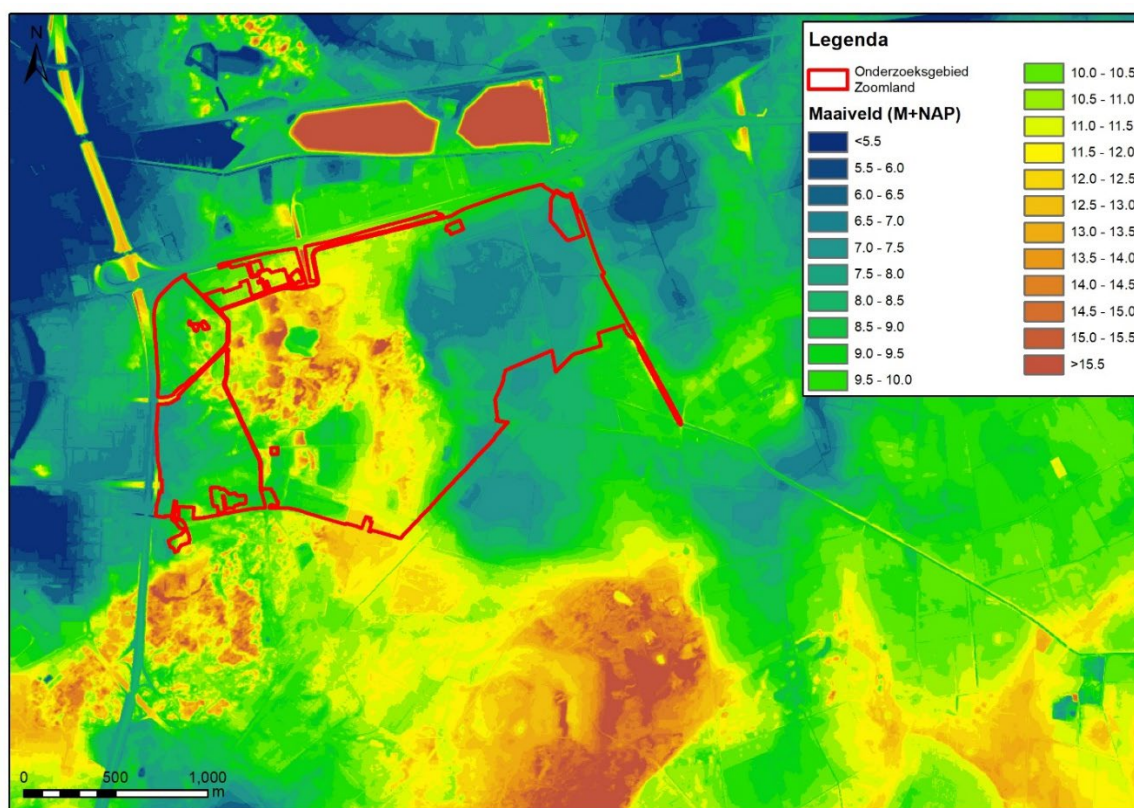
Resumé ontstaansgeschiedenis

- De stuifzanden van de Brabantse Wal waar Zoomland op ligt zijn ontstaan tijdens het Pleistoceen. Na de laatste ijstijd, in het Holoceen, werd het warmer en vochtiger. Hierdoor veranderde grote delen van de Brabantse Wal in bos en ontstonden in de lage afvoerloze delen veengebieden.
- Deze veengebieden zijn in de late middeleeuwen grootschalig ontgonnen en hier werd ook turf gewonnen. Hiervoor werden turfvaarten aangelegd zoals de Zoom. De Zeezuiper is ontstaan in een van die veengebieden waar turf is gewonnen en die aan hun lot werden over gelaten. Hierdoor ontstond een grote waterplas. Later vormde de Zeezuiper een watervoorziening voor drinkwater, watermolens en water in de grachten van Bergen op Zoom.
- Het boslandschap van Zoomland is grotendeels gevormd door de diverse landgoederen die hier in de zeventiende eeuw zijn gekomen. Deze landgoederen zijn later samengevoegd tot één landgoed onder de naam Zoomland.
- Na het graven van ontwateringssloten is er van de Zeezuiper niet meer over dan een putje. Eind jaren '90 hebben hydrologische maatregelen geleid tot een sterke uitbreiding van het wateroppervlak.

3.2 Hoogteligging

De omgeving van Zoomland is rijk aan reliëf. Zoomland is redelijk hooggelegen ten opzichte van de omgeving, aangezien het op de Brabantse Wal ligt (Figuur 3-1). Binnen het grotere geheel van de Brabantse Wal ligt het echter op een van de lagere uitlopers. Binnen Zoomland zelf zijn ook flinke hoogteverschillen aanwezig, zoals goed te zien op Figuur 3-5. Grofweg de westelijke helft van het gebied

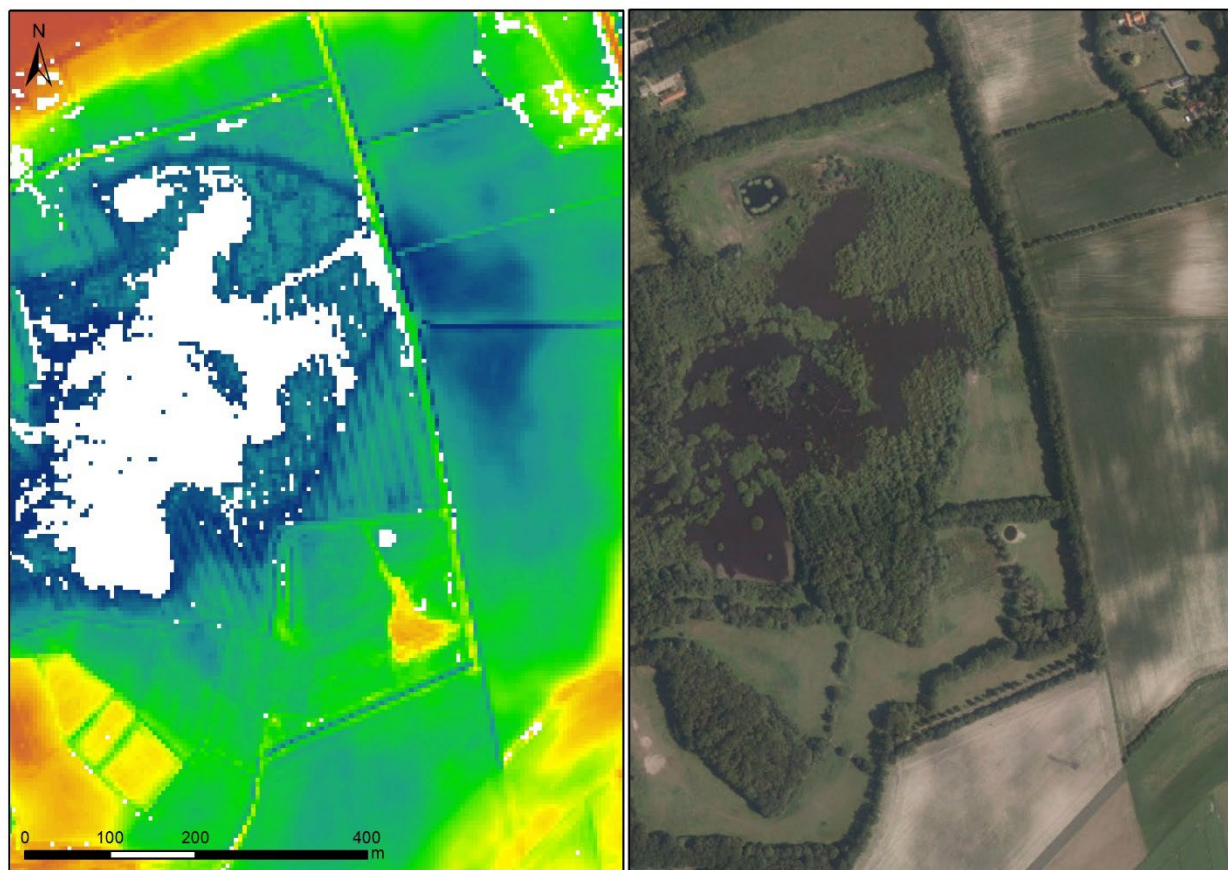
wordt gekenmerkt door een hooggelegen golvend stuifzanden complex. De hoogste van deze stuifzandruggen komen boven de 17,0 m+NAP uit. Hier liggen ook enkele laagtes zoals de laagte rondom landgoed Goeree (circa 9,0 m+NAP) en het zuidwestelijk gelegen Laagsche Hoef (7,0 - 8,5 m+NAP). Tussen de stuifzandruggen ten noorden van landgoed Goeree ligt ook nog een laagte die ontstaan is door een lokale zandafgraving (8,5 – 10,0 m+NAP).



Figuur 3-5: Maaiveldhoogte (m+NAP) van Zoomland en omgeving (AHN 2021).

De meest markante depressie in het gebied is de laagte van de Zeezuiper in de oostelijke helft van het gebied. Dit deel vormt een aaneengesloten laagte met het Keutelmeer ten zuiden van de Zeezuiper en de laagtes ten oosten van de Zoom. Deze depressie ligt lager dan 10,0 m+NAP, maar ook binnen de laagte komen nog hoogteverschillen voor tot lager dan 6,7 m+NAP. De laagste delen liggen ten oosten van de Zoom buiten het onderzoeksgebied, lager dan 5,5 m+NAP. De bodemhoogte van de Zeezuiper, en daarmee het diepste punt binnen Zoomland, is niet bekend. Uit het AHN (2021) blijkt echter dat de laagste delen die niet onder water stonden tijdens de inmeting van het AHN3 (in 2017) een maaiveldhoogte van circa 6,70 m+NAP kennen. Met een minimale waterdiepte van 0,2 m kan dus worden aangenomen dat de bodem van de Zeezuiper over het algemeen lager dan 6,5 m+NAP ligt. Ter plaatse van de peilschaal zijn de laagst gemeten waterstanden 6,2 m+NAP, wat inhoudt dat de bodem hier op deze hoogte of lager ligt.

Zoals in paragraaf 3.1 beschreven is in deze depressie in het terrein veen ontstaan dat vervolgens ontgonnen is. Door het winnen van turf is het maaiveld hier weer lager komen te liggen. Om dit veen droog te leggen zijn destijds diverse greppels gegraven. In de huidige situatie is nog altijd een dicht netwerk aan greppels zichtbaar in de maaiveldhoogte en in de structuur van de vegetatie (zie luchtfoto Figuur 3-6). Het is echter niet duidelijk of deze greppels een overblijfsel zijn van de verving van eeuwen geleden. Mogelijk zijn deze greppels later aangelegd om hier landbouw te kunnen bedrijven in de vorm van bossen of graslanden.



Figuur 3-6: Ontwateringsgreppels in de Zeezuiper zijn nog duidelijk zichtbaar, zowel op basis van maaiveldhoogte (links; (AHN 2021)) als aan de structuur van de vegetatie (rechts; luchtfoto).

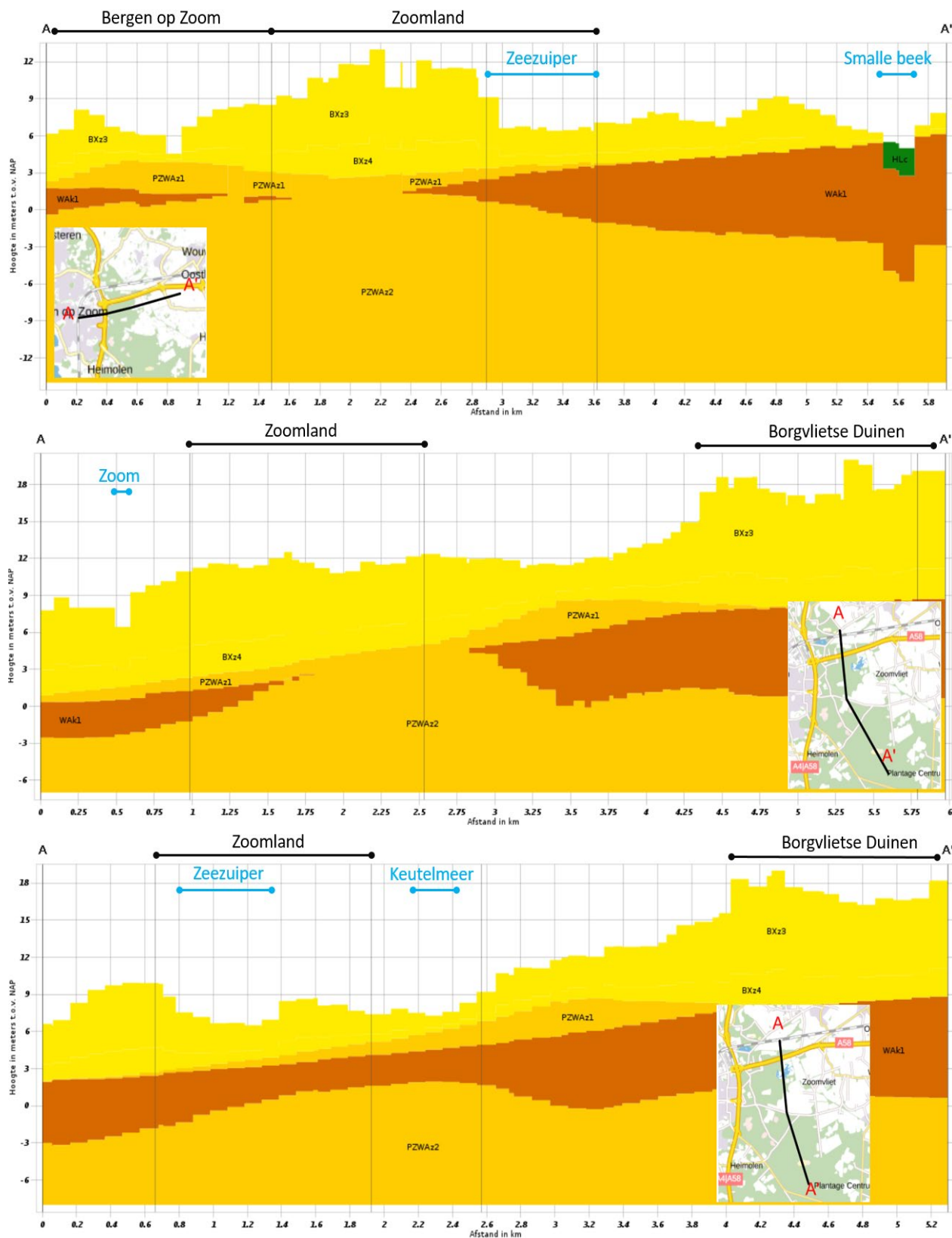
Resumé hoogteligging

- Het reliëfrijke landschap van Zoomland wordt gekenmerkt door grote hoogteverschillen. Op de stuifzanden komen hooggelegen delen voor met maaiveldhoogtes tot 17,0 m+NAP.
- Lokaal komen lagergelegen delen voor zoals de laagte van landgoed Goeree en de laagte van Laagsche Hoef. De grootste laagte ligt in het oosten en omvat de Zeezuiper en het Keutelmeer. Deze laagte ligt lager dan 10 m+NAP, met laagste delen tot lager dan 6,7 m+NAP.

3.3 Geologie en bodemopbouw

Ondergrond

Aan het maaiveld is de overwegend zandige Formatie van Bortel afgezet (geel BXz in Figuur 3-7). Deze formatie is gevormd ten tijden van de laatste ijstijd, het Weichselien, en typeert zich door eolische afzettingen van fijne zanden (stuifduinen), met lokaal leem of veenlagen (TNO 2003). In de zandafgraving tussen de stuifduinen (zie paragraaf 3.2) is zo'n lemige laag aan het oppervlak gekomen als gevolg van de afgravingen. Op locaties waar de stuifduinen aanwezig zijn, zoals in Zoomland of de Borgvlietse Duinen, kan deze formatie tot 10 meter dik zijn. Op locaties met permanent natte omstandigheden, zoals bij de Zeezuiper en het Keutelmeer, is dit zandpakket relatief dun (4-5 meter). Onder de Formatie van Bortel bevindt zich ter hoogte van Zoomland een dunne zandige laag van de Formatie van Peize-Waalre (oranje PZWaz in Figuur 3-7). Zowel de zanden van de Formatie van Bortel als de Formatie van Peize-Waalre zijn in beginsel goed doorlatend, al zijn lokaal wel kleiige en venige laagjes aanwezig. Deze lijken op basis van de beschikbare boringen echter geen aaneengesloten lagen te vormen in het zandpakket.

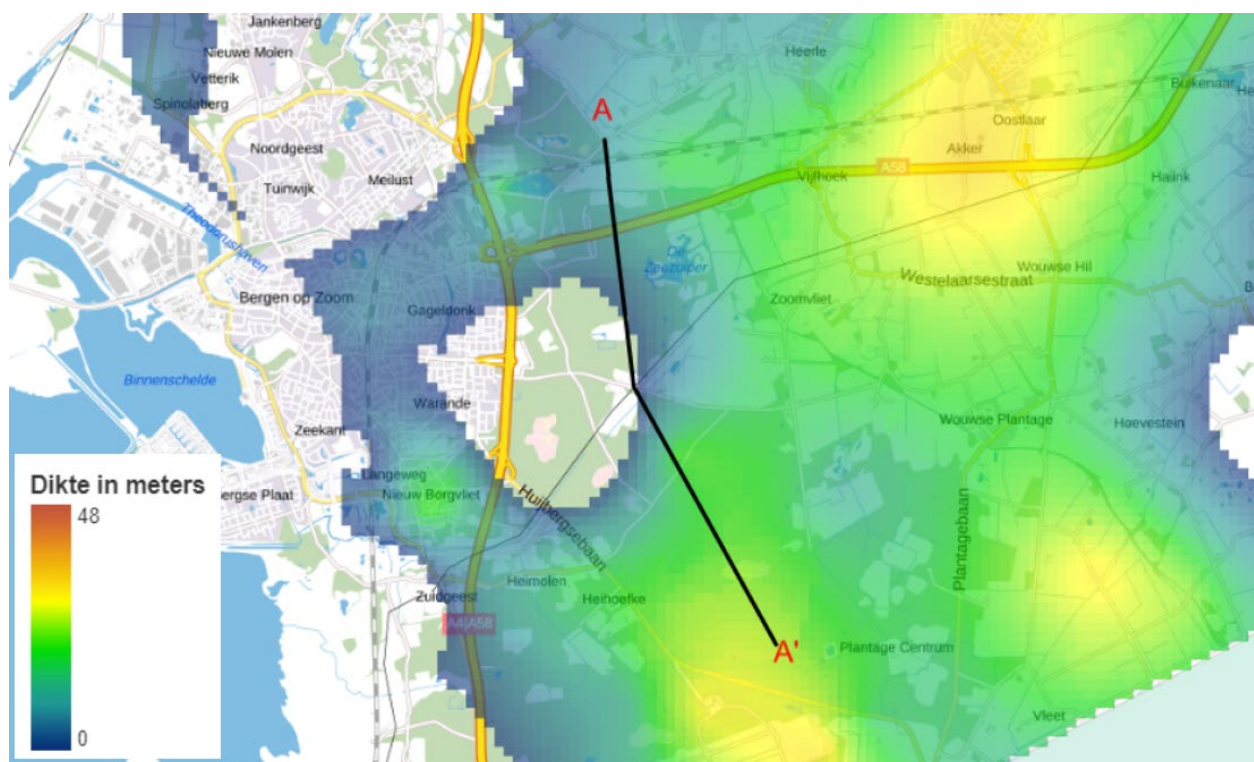


Figuur 3-7: Bodemopbouw voor het onderzoeksgebied zoals weergegeven in Regis II V2.2 (TNO 2021), met enkele toponiemen ter oriëntatie.

De eerste weerstandbiedende laag in de ondergrond is de eerste kleiige eenheid van de Formatie van Waalre (roodbruin WAK1 in Figuur 3-7). Deze formatie bestaat in West-Brabant uit Vroeg-Pleistocene estuariene afzettingen. Hoewel de Waalre klei vaak getypeerd wordt als een kleipakket is deze formatie in werkelijkheid zeer gelaagd, bestaande uit klei afzettingen met inschakelingen van zand, leem en veen (TNO 2003). Daarmee is allerm minst zeker dat deze weerstandbiedende laag overal vergelijkbaar van weerstand is. Bovendien is de Waalre klei niet overal binnen het studiegebied aanwezig en bevindt zich volgens REGIS een 'gat' in deze kleiafzetting rondom Laagsche Hoef en Goeree binnen Zoomland en Lievensberg ten zuiden daarvan. Deze is zichtbaar gemaakt in de twee bovenste doorsneden in Figuur 3-7 en de verspreidingskaart van deze afzetting in Figuur 3-8.

De vraag is echter of dit gat in werkelijkheid aanwezig is. Controle leert dat er geen boringen in het gebied liggen die gebruikt zijn voor de REGIS interpretatie. Het nieuwere GeoTOP van TNO komt ook met een ander beeld met aanwezigheid van Waalreklei in dit gebied.

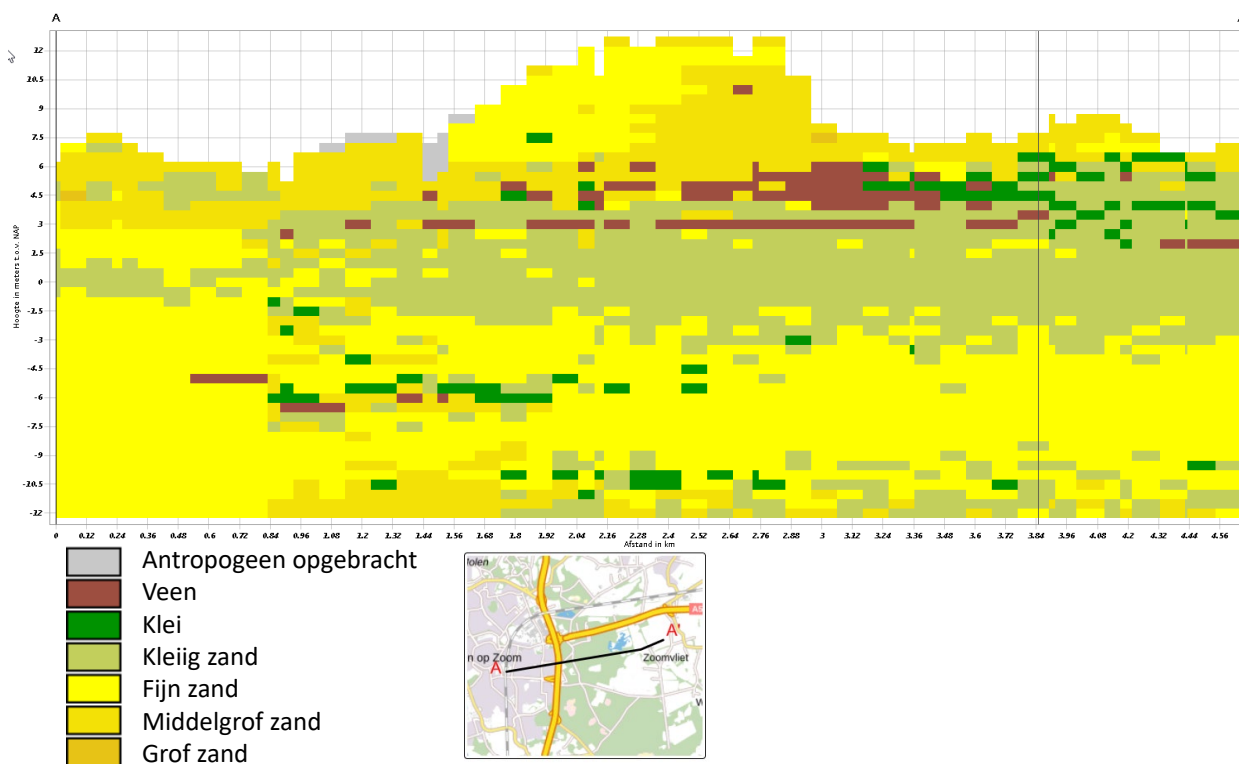
Onder de Waalre klei bevindt zich de overwegend zandige laag van de Formatie van Peize-Waalre. De zanden van de Formatie van Peize-Waalre gaan over in diverse zandige eenheden van de Formatie van Maassluis. Deze vormen de onderkant van het eerste watervoerende pakket, aangezien ze boven op de volgende weerstand biedende laag liggen. Deze weerstandbiedende laag wordt gevormd door de eerste kleiige eenheid van de Formatie van Oosterhout. De bovenkant van deze laag ligt in Zoomland op circa 65 m-NAP. Het eerste watervoerende pakket is ter hoogte van Zoomland zo'n 65 meter dik.



Figuur 3-8: Dikte van de eerste kleiige eenheid van de Formatie van Waalre (WAK1) volgens Regis II V2.2 (TNO 2021). Zichtbaar is het 'gat' waar deze scheidende laag ontbreekt in het zuidwesten van Zoomland. Doorsnede A-A' correspondeert met de middelste dwarsdoorsnede uit Figuur 3-7.

GeoTOP

Sinds enkele jaren is ook het geologisch model GeoTOP van TNO beschikbaar. GeoTOP 1.4 bevat meer detail en gebruikt meer boringen in vergelijking met REGIS. In GeoTOP wordt de ondergrond onderverdeeld in miljoenen voxels (cellen) van 100 bij 100 meter in de horizontale richtingen en 50 centimeter verticaal tot een diepte van maximaal 50 m onder NAP. In Figuur 3-9 is te zien dat er ondiep veel weerstandbiedende lagen zoals veen en klei aanwezig zijn. Van het eerdergenoemde gat in de Waalreklei lijkt dus niet echt sprake.



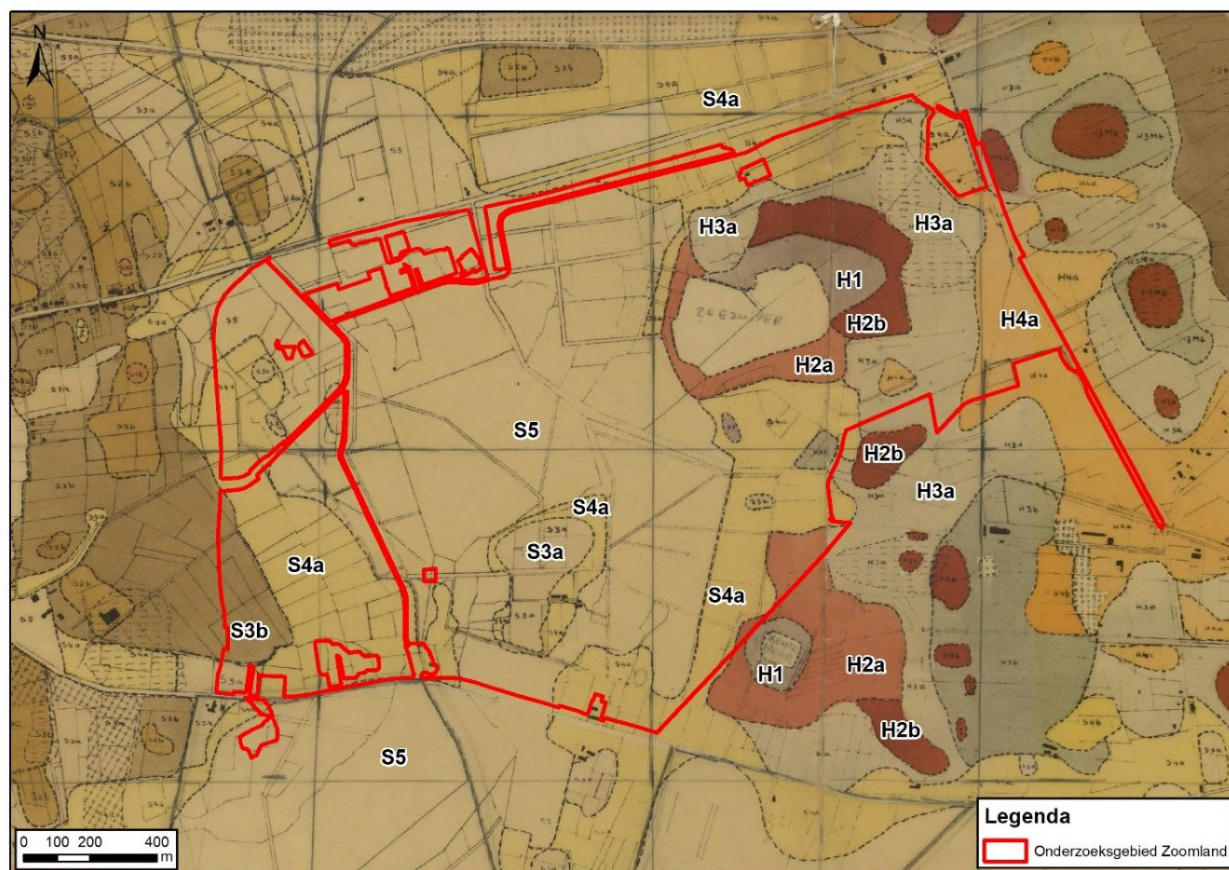
Figuur 3-9: Doorsnede op basis van GeoTOP. Ondiep in de bovenste 10 meter zijn weerstandbiedende lagen zichtbaar zoals veen (in bruin), klei (groen) en kleihoudende zandlagen (olijfgroen).

Bodem

In 1948 is een gedetailleerde bodemkaart (1:10.000) opgesteld door Haans (1948). In Figuur 3-10 wordt deze bodemkaart weergegeven voor het studiegebied. Aangezien de coderingen uit deze bodemkaart tegenwoordig niet meer gebruikt worden, is een vergelijking gemaakt met een modernere bodemkaart uit de omgeving (Bles & Steeghs 1974). Een groot deel van Zoomland bestaat uit bodems van het Stuifzandlandschap (types beginnend met een S in Figuur 3-10). Het grootste oppervlak bestaat uit Zeer droge stuifzandgrond (S5, geelgrijs in Figuur 3-10). Deze droge gronden gaan op de lageregelegen flanken en rond Goeree over in de Droge, humusarme stuifzandgrond (S4a, geel) en Matig vochtige, humusarme stuifzandgrond (S3a, geelgrijs). Deze droge stuifzandgronden worden in latere karteringen aangeduid als Duinvaaggronden. In het zuidwesten van Zoomland, rondom Laagsche hoef, gaan deze humusarme gronden over in Matig vochtige, humeuze stuifzandgrond (S3b, bruin).

In het oostelijke deel van Zoomland zien we een gemêleerder patroon aan verschillende bodemtypes. Het gaat hier naast enkele bodemtypes van het Stuifzandlandschap voornamelijk om bodemtypes van het Dekzandlandschap (types beginnend met H in Figuur 3-10). Deze bodemtypes zijn gelegen in de laagte van de Zeezuiper en het Keutelmeer (zie ook Figuur 3-5). Het grootste oppervlak in deze laagte, ten

oosten van de Zeezuiper en het Keutelmeer, bestaat uit Matig vochtige, humusarme heideontginningsgrond (H3a, lichtgrijs). Aan de oostrand van Zoomland gaan de vochtigere bodemtypes weer over in Droge, humusarme heideontginningsgrond (H4a, oranjegeel). Deze types (H3a en H4a) worden in latere karteringen aangeduid als veldpodzolgronden. Deze bodems zijn gevormd onder permanent of periodiek waterverzadigde omstandigheden.



Figuur 3-10: Uitsnede van de bodemkaart (1:10.000) van Bergen op Zoom en omgeving door Haans (1948).

De oevers van de Zeezuiper en het Keutelmeer bestaan uit Vochtige, humusarme, heideontginningsgrond (H2a, donkerroze) en Vochtige, humeuze, heide-(meerbodem) ontginningsgrond (H2b, donkerrood). In latere karteringen wordt H2a aangeduid als Madeveengrond en wordt H2b aangeduid als Moerpodzolgrond. Het deel van de Zeezuiper wat periodiek onder water staat, maar waar de bodem wel gekarteerd kon worden is geclassificeerd als Zeer vochtige, venige, heide-(meerbodem) ontginningsgrond (H1, paarsgrijs). Deze meerbodem aanduiding wijst op zeer fijn slib en organisch materiaal dat is afgezet op de bodem van stilstaand water. In veengebieden wordt de veenbasis vaak gevormd door een meerbodem als deze ontstaan is onder grondwatergevoede omstandigheden (Schouwenaars et al. 2019). Het gaat in de Zeezuiper dus om bodems die zijn gevormd onder zeer natte (grondwatergevoede) omstandigheden en die uit slecht doorlatende venige fracties bestaan.

Aanvullend op de bodemtypes geeft de bodemkaart in Figuur 3-10 ook inzicht in de aanwezigheid van leemlagen. Zo is met een ~-arcering aangegeven dat er weinig storende leemlagen voorkomen. Deze weinig storende leemlagen komen binnen Zoomland alleen voor ten noordoosten van de Zeezuiper. Deze weinig storende leemlagen worden volgens Haans (1948) geclassificeerd als zware leemlagen dieper dan 75 cm of zandige leemlagen ondieper in het profiel. Rondom de Zeezuiper blijkt uit meerdere boringen in Dinoloket (TNO 2021) dat er een slecht doorlatende veen-, klei- of leemlaag aanwezig is (zie

ook Bijlage 1). Deze laag heeft waarschijnlijk een belangrijke rol voor de watervoerendheid van de Zeezuiper, aangezien water op deze laag stagneert. In hoeverre een dergelijke scheidende laag vlakdekkend onder de Zeezuiper aanwezig is, is niet helemaal duidelijk.

Resumé geologie en bodemopbouw

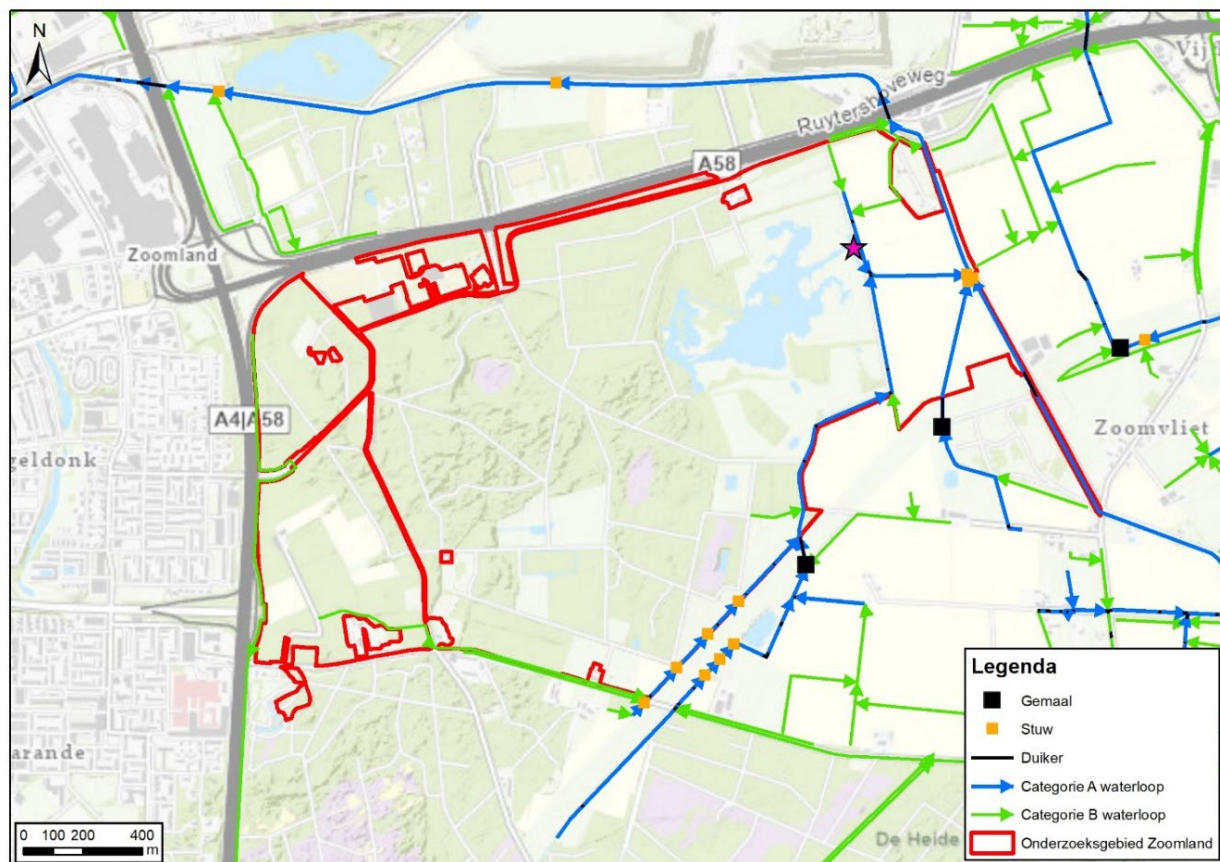
- De eerste weerstandbiedende laag wordt gevormd door een kleiige eenheid van de Formatie van Waalre. Deze Waalre klei loopt vanuit zuidelijke en vanuit oostelijke richting af richting Zoomland. In het zuidwestelijke deel van Zoomland bevindt zich volgens REGIS een 'gat' in deze Waalre klei. Volgens GeoTOP zijn er wel weerstandbiedende klei en veenlagen.
- Het freatische pakket wordt grotendeels gevormd door zanden van de Formatie van Boxtel. Op hooggelegen locaties met stuifzanden kan deze formatie tot 10 meter dik zijn. In de laagtes is dit freatische pakket relatief een stuk dunner met 4-5 meter dik.
- De hogere delen van Zoomland worden gekenmerkt door droge en humusarme zanden. In de laagtes zijn de bodems vochtiger tot nat en humusrijk tot weinig.
- Onder de Zeezuiper en in de omgeving zijn veen/kleilagen aanwezig waar water op stagneert.

3.4 Hydrologie

3.4.1 Oppervlaktewater

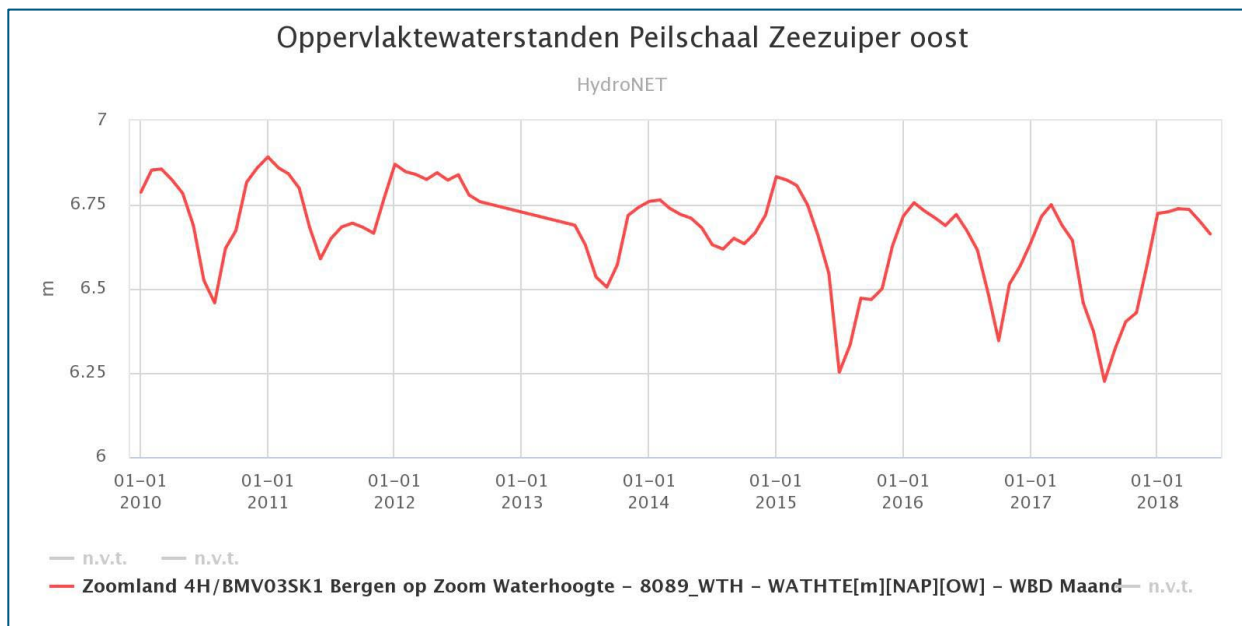
Binnen de begrenzing van het onderzoeksgebied Zoomland zijn maar weinig grote (legger)waterlopen aanwezig (Waterschap Brabantse Delta 2021). In Figuur 3-11 worden de waterlopen van de legger weergegeven en hierin is te zien dat de waterlopen aan de oost-, zuid- en westrand van het gebied liggen. Aan de westzijde ligt een ontwateringsgreppel parallel aan de A58. Vanuit Laagsche Hoef loopt een B-waterloop langs de grens van het gebied in oostelijke richting en vervolgens in noordoostelijke richting naar het centrale uitstroompunt van Zoomland. Hier komen alle afwaterende waterlopen samen bij een stuw voordat ze op de Zoom uitkomen. Met deze stuw zijn de waterstanden rondom de Zeezuiper eind jaren '90 van de vorige eeuw opgezet wat tot een flinke toename van het wateroppervlak heeft geleid (zie ook paragraaf 3.1).

Naast de waterlopen zijn de vennen en plassen binnen het gebied de belangrijke onderdelen van het oppervlaktewatersysteem, met de Zeezuiper als belangrijkste en omvangrijkste. Hoewel de Zeezuiper op de meeste kaarten als een grote plas wordt weergegeven, kan de omvang van deze plas in droge tijden een stuk beperkter zijn. Figuur 3-12 geeft aan dat de oppervlaktewaterschommelingen binnen een jaar tot 0,5 m op kunnen lopen. Hierdoor vallen delen van de Zeezuiper droog gedurende droge periodes, zoals ook het geval aan het eind van de zomer van 2021. Deze zomer was niet extreem nat of droog en kan als een 'normale' zomer worden gezien. Het droogvallen van grote delen van de Zeezuiper is echter voor het eerst voorgekomen tijdens de extreme droogte van 2018 en opnieuw in 2019 en 2020. Het systeem is blijkaar nog steeds niet van deze droogte hersteld. Tijdens het veldbezoek op 14 september 2021 stonden grote delen van noordoostelijke en zuidelijke uitlopers van de Zeezuiper droog (Figuur 3-13 en Figuur 3-14). Ook andere plassen stonden op dit moment droog, zoals de gracht rondom Goeree en de door heide omringde plas ten noordwesten van het Keutelmeer. Deze plas ten noordwesten van het Keutelmeer is in 1994 ook onderzocht door Van Beers (1994) en wordt beschreven als een voormalige zandafgraving. In 1994 bevatte deze plas in september een waterdiepte van meer dan één meter. Er wordt ook melding gemaakt van kwelverschijnselen in het oosten van de plas. Dit was in de drooggevallen situatie in 2021 niet aan de orde.



Figuur 3-11: Waterlopen, gemalen en stuwen in Zoomland en omgeving volgens waterschap Brabantse Delta (2021). De paarse ster in het oosten van de Zeezuiper toont de locatie van de peilschaal.

In de zandafgraving tussen de stuifzanden ten westen van de Zeezuiper was in de jaren '70 en '80 van de vorige eeuw doorgaans water op maaiveld aanwezig. De topografische kaarten uit deze tijd tonen op deze locatie dan ook een aaneengesloten waterplas (Kadaster 2021). Dit was voor van Beers (1994) ook aanleiding om deze 'afgraving ten westen van de Zeezuiper' mee te nemen in zijn inventarisatie van Noord-Brabantse vennen. De afgraving stond in 1994 echter vrijwel helemaal droog. Op latere topografische kaarten wordt deze afgraving ook niet meer als waterplas weergegeven (Kadaster 2021) en tijdens het veldbezoek in 2021 stond de afgraving ook volledig droog. Van een waterplas is hier al tijden geen sprake meer.



Figuur 3-12: Oppervlaktewaterstanden (m+NAP) van de Zeezuiper. Maandelijks gemeten bij een peilschaal in de oostelijke uitloper (Hydronet 2021).



Figuur 3-13: Drooggevalen bodem in zuidelijk deel van de Zeezuiper (foto genomen op 14-09-2021).



Figuur 3-14: Luchtfoto uit 2019 van deels drooggevallen Zeezuiper (Kadaster 2021). De verspreiding van droogval komt overeen met de situatie van 14-09-2021.

Oppervlaktewaterkwaliteit

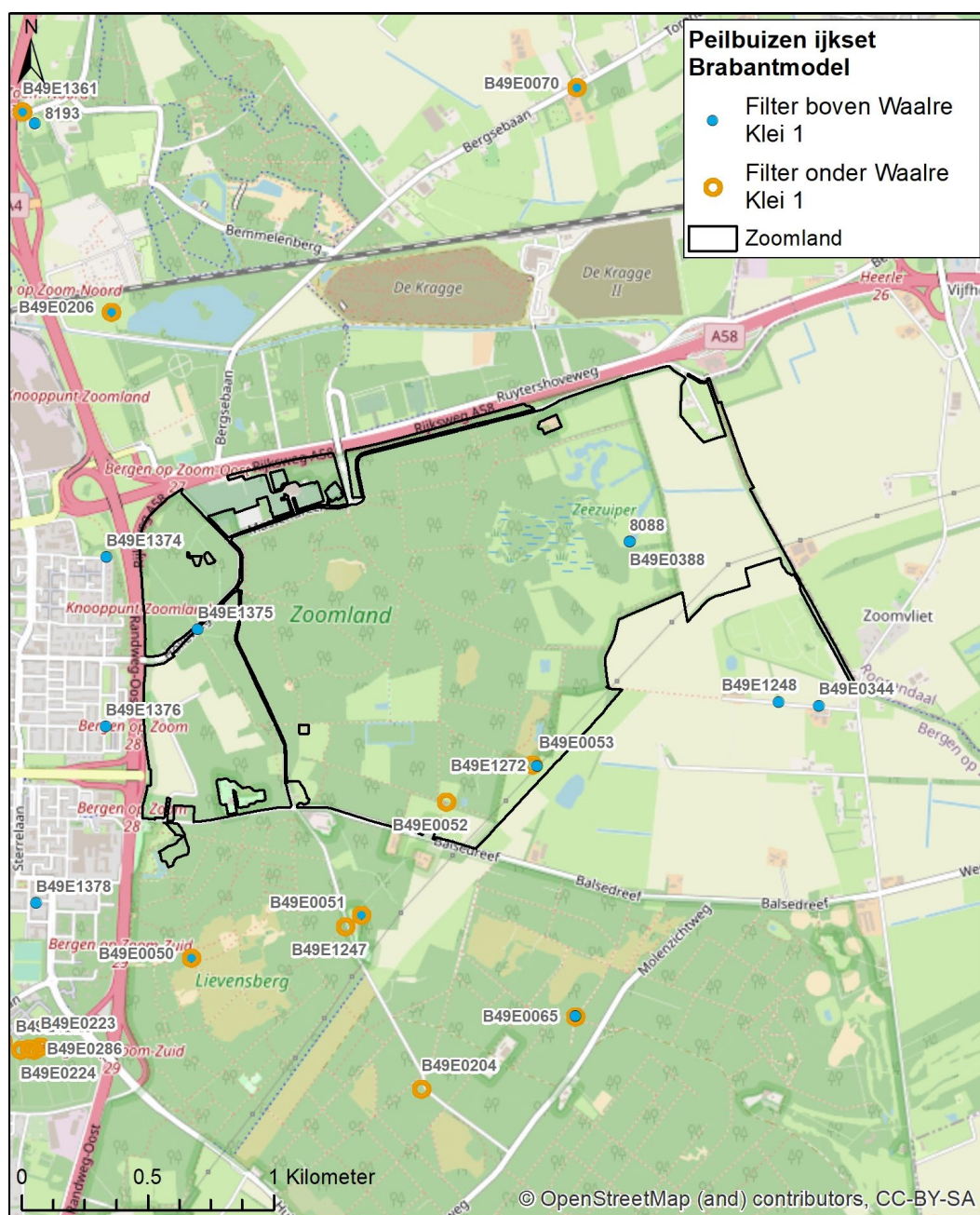
In het westelijke deel van de Zeezuiper is een oppervlaktewaterkwaliteitsmeetpunt waar sinds 2006 geregeld metingen zijn uitgevoerd (Hydronet 2021). De pH varieert van 5 tot 7, maar zit meestal in de range van 5,5 tot 6,0. Het gehalte HCO_3^- varieert van 5 tot 50 mg/l. De zuurgraad en buffercapaciteit vallen daarmee binnen de range van zwak gebufferde vennen. Het oppervlaktewater is arm aan fosfaat met concentraties doorgaans < 0,05 mg/l. De gehalten ammonium zijn daarentegen wel aan de hoge kant, met name in de winter wanneer waarden van 0,5 tot 1,5 mg/l worden gemeten.

In 1994 is de waterkwaliteit in het westelijke deel van de Zeezuiper ook beoordeeld door van Beers (1994). De destijds genoteerde pH van 5,08 valt binnen de range van de recent gemeten zuurgraad (Hydronet 2021). Historische gegevens uit van Dam et al. (2005) laat echter zien dat de pH ook flink kan zakken tot 4,0 (in 1987). Van Beers (1994) noemt ook de plaatselijke aanwezigheid van een kwelvlies aan de westzijde. Dit duidt op de toestroom van (lokale) kwel richting dit deel van de Zeezuiper. De waterkwaliteit van de plas ten noordwesten van het Keutelmeer wordt door van Beers (1994) als nauwelijks gebufferd beschreven, met een pH van 5,0 tot 5,5 en een alkaliniteit <0,2 meq/l. De beperkte kwel die hier in de oostzijde werd aangetroffen biedt blijkbaar onvoldoende buffering.

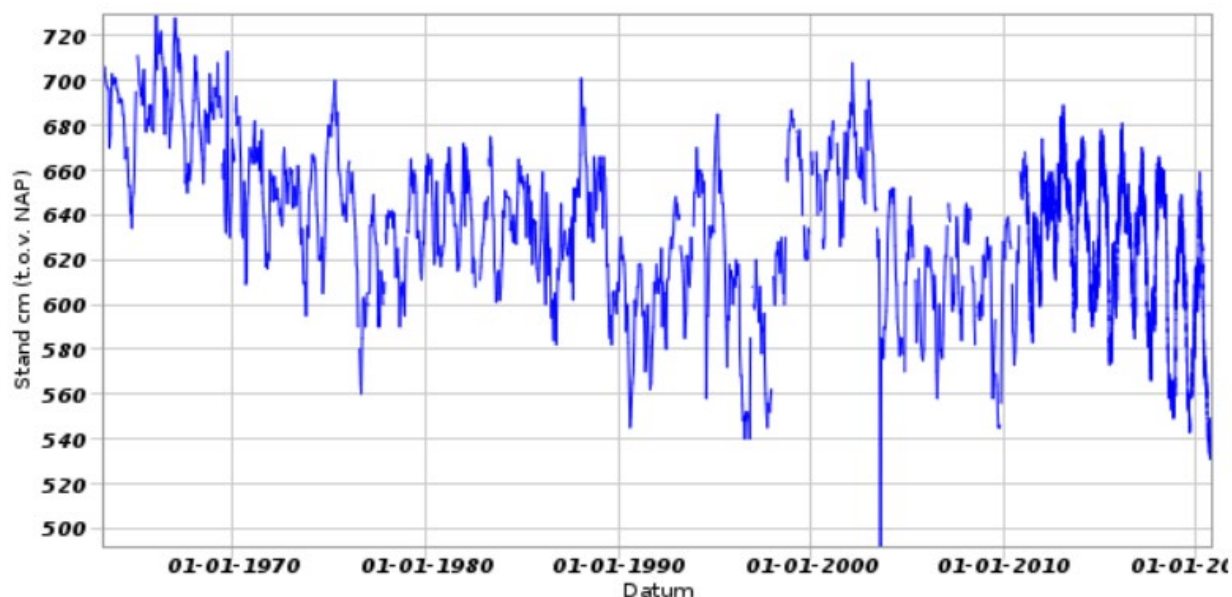
3.4.2 Grondwater

Langjarige veranderingen in stijghoogte en grondwaterstand

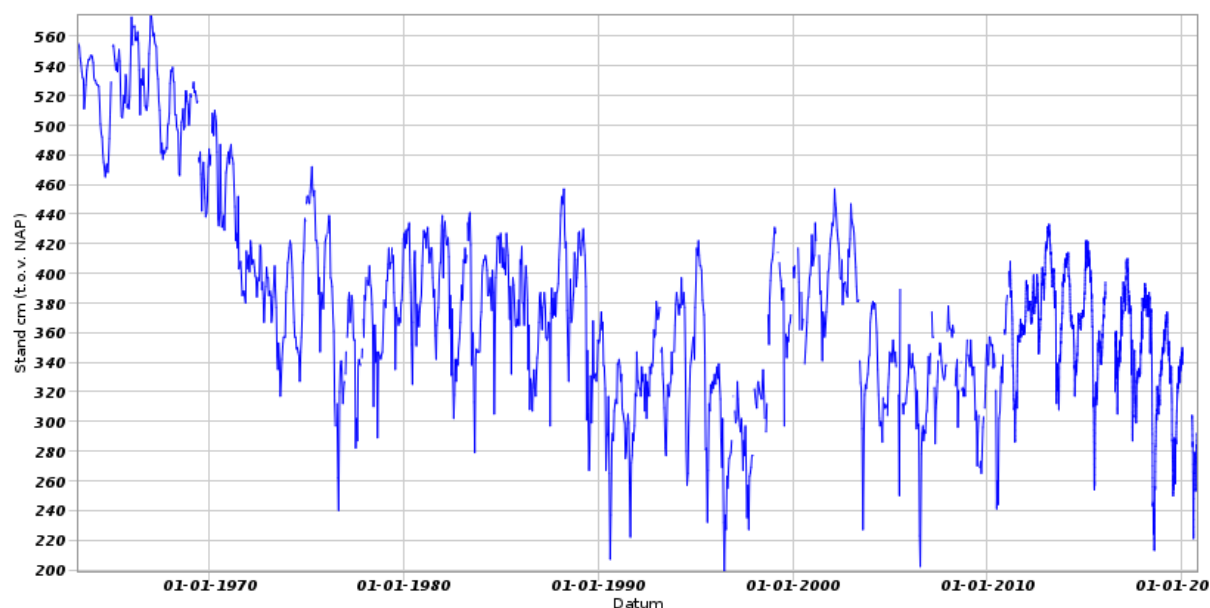
In de omgeving van het onderzoeksgebied zijn er diverse peilbuizen (Figuur 3-15). Peilbuizen die de stijghoogte onder de Waalreklei meten staan aan de zuidrand van Zoomland, nabij het Keutelmeer. De peilbuizen B49E1272 en B49E0053 staan vlakbij elkaar en zijn beide in 1963 geplaatst en zijn sindsdien bemeten geweest. De reeksen geven daarmee een goed beeld van de veranderingen in stijghoogte en grondwaterstand van de afgelopen 60 jaar.



Figuur 3-15: Beschikbare peilbuizen met een filter onder en boven de Waalreklei. De filters boven de Waalreklei registreren de grondwaterstanden in het freatische pakket en de filters onder de Waalreklei registreren de stijghoogtes in het eerste watervoerende pakket.



Figuur 3-16: Grondwaterstanden van filter 1 (2,78 tot 3,78 m+NAP) boven de Waalreklei van peilbuis B49E1272 (TNO 2021). Locatie nabij het Keutelmeer (zie Figuur 3-15). Maaiveld is ter plaatse 9,43 m+NAP.



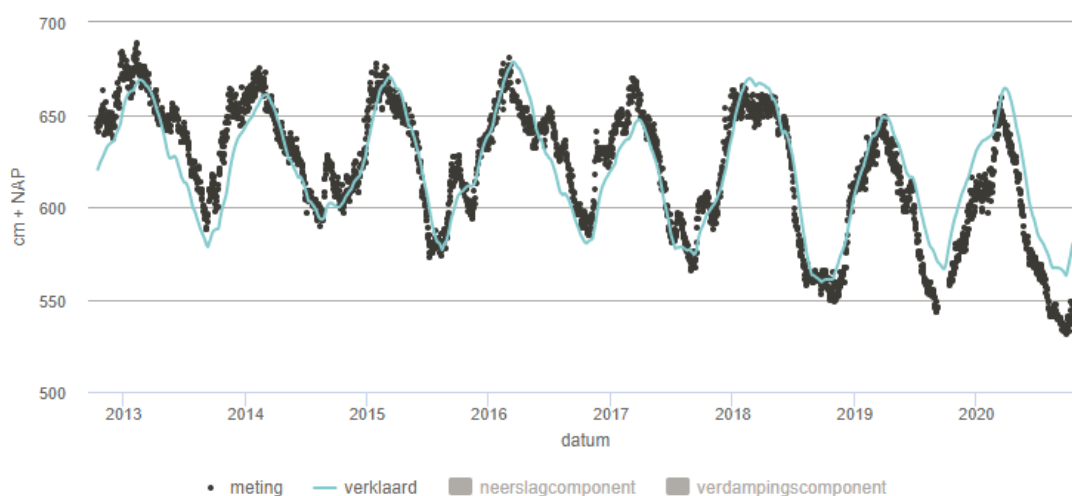
Figuur 3-17: Stijghoogtes van filter 1 (14,14 tot 15,14 m-NAP) onder de Waalreklei van peilbuis B49E0053 (TNO 2021). Locatie nabij het Keutelmeer (zie Figuur 3-15). Maaiveld is ter plaatse 9,43 m+NAP.

Het filter van peilbuis B49E1272 staat ongeveer 6 meter diep in het zandpakket. De boorbeschrijving van B49E1272 vermeldt een veenlaag (met een dikte van 60 centimeter op ongeveer 3 meter diepte) en een kleilaag (40 centimeter dik op ongeveer 5 meter diepte). Er zit hier dus nog weerstand tussen het peilbuisfilter en het maaiveld. De gemeten grondwaterstand in peilbuis B49E1272 (Figuur 3-16) in de afgelopen decennia toont hetzelfde patroon als de gemeten stijghoogte onder de Waalreklei (Figuur 3-17). De totale daling in grondwaterstand is echter minder groot dan de gemeten daling in stijghoogte.

Het filter van peilbuis B49E0053 ligt 24 tot 25 meter onder maaiveld. De grafiek met de gemeten stijghoogten van de afgelopen 58 jaar geeft een beeld vergelijkbaar met andere locaties in Nederland. De natte jaren '60, de droge jaren '70, de natte jaren aan het einde van de jaren '90 en tot slot de laatste droge jaren zijn zichtbaar in de gemeten stijghoogte. Door toenemende grondwateronttrekkingen (ook berekening) is de stijghoogte verder gedaald. De gemiddeld gemeten stijghoogte lag begin jaren '60 meer dan 2 meter onder maaiveld en tegenwoordig is dit meer dan 3 meter onder maaiveld.

Ook opvallend is dat de dynamiek in stijghoogten de laatste jaren lijkt toe te nemen. Aan het begin van de meetreeks variëren de stijghoogtes tussen zomer en winter ongeveer 50 centimeter. In de laatste jaren wordt dit eerder 100 cm. Dit kan duiden op meer infiltratie naar de diepte in vergelijking met de eerdere jaren. Vermoedelijk kan deze stijging in de dynamiek echter worden verklaard doordat de grondwaterstanden vroeger handmatig en tegenwoordig met een automatische drukopnemer worden opgenomen. Met de automatische methode van tegenwoordig wordt veel frequenter gemeten, waardoor de extremen (zowel hoog als laag) beter worden geregistreerd.

De gemeten grondwaterstanden in peilbuis B49E1272 in de laatste acht jaar zijn in meer detail gepresenteerd in Figuur 3-18. In deze figuur is met behulp van Grondwatertools (Geologische Dienst Nederland 2021) de gemeten stijghoogte verklaard (met tijdreeksanalyse) uit de gemeten neerslag en verdamping. Te zien is dat het wegzakken van de stijghoogte in de laatste twee zomers niet geheel uit de meteorologie verklaard kan worden. Ook de onderliggende stijghoogte (Figuur 3-17) is de laatste jaren aanzienlijk lager dan de voorgaande jaren. Er moet dan een andere externe oorzaak zijn, zoals onttrekkingen of een andere onbekende invloed. De reden voor deze daling is onbekend en kan ook veroorzaakt worden door factoren in een ruime omgeving om Zoomland heen. De grondwateronttrekkingen ten behoeve van drinkwater door Brabant Water en Evides zijn de laatste jaren niet toegenomen. Het beleid is juist geweest om deze onttrekkingen te verlagen ter bescherming van de vennen op de Brabantse Wal. De meest nabijgelegen winning is die van Bergen op Zoom en hier heeft een verandering plaatsgevonden in de diepte en locatie van onttrekken. In 2016 en 2017 zijn in Bergen op Zoom nieuwe putten aangelegd, dus mogelijk is ook het onttrekkingsbeleid veranderd. Bergen op Zoom bestaat uit een diepe winning (tweede watervoerende pakket; Formatie van Oosterhout) en een ondiepe winning (eerste watervoerende pakket; Peize Waalre Formatie). Er is een westelijk en oostelijk winveld, 500 meter van elkaar gescheiden door de A58. Het oostelijke winveld ligt dicht bij het Zoomland. Echter de veranderingen in 2016/2017 zouden eerder een verhoging in stijghoogte dan een verlaging in stijghoogte verklaren omdat het zwaartepunt van de winning naar het westen is opgeschoven.



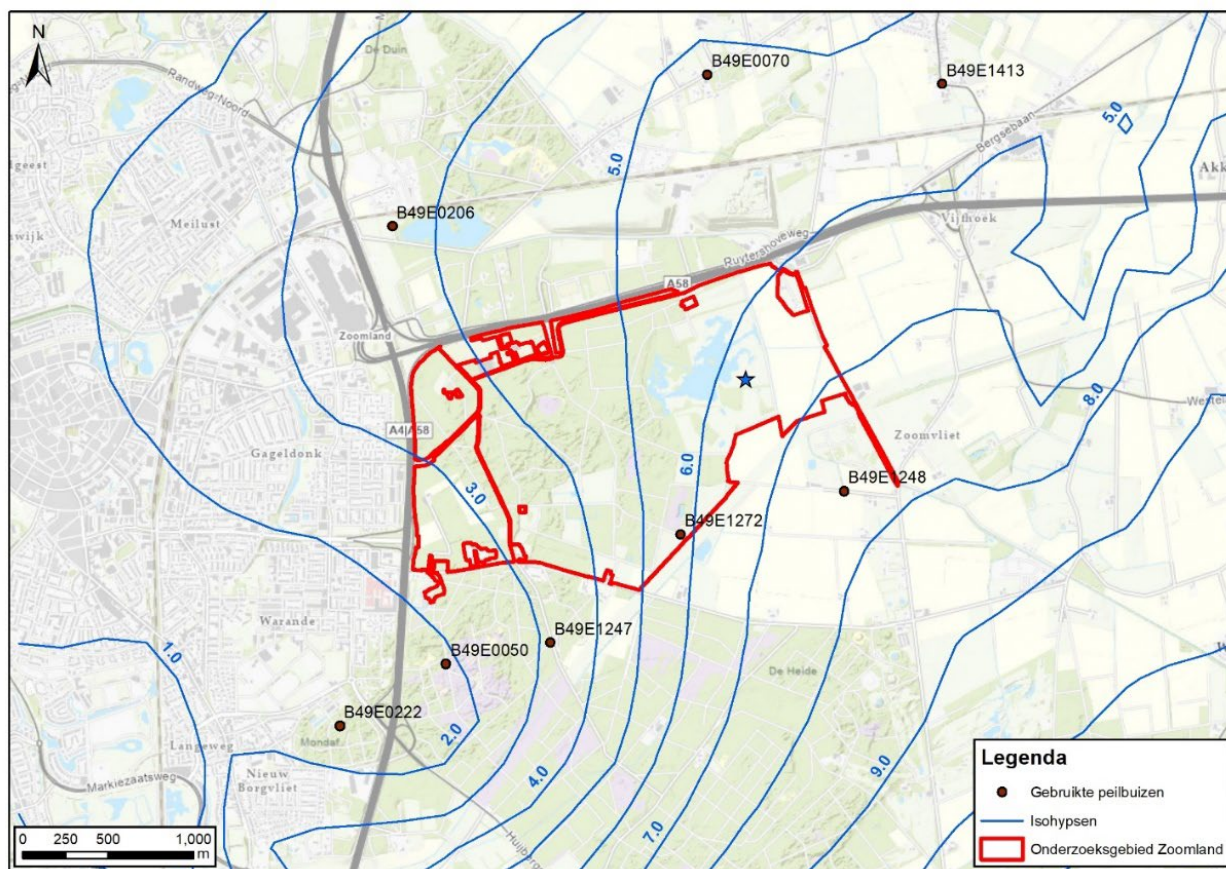
Figuur 3-18: Stijghoogtereeks van filter 1 (2,78 tot 3,78 m+NAP) van peilbuis B49E1272 verklaard uit neerslag en verdamping (Geologische Dienst Nederland 2021).

Effect van grondwaterwinningen

In de ruime omgeving van Zoomland wordt grondwater onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening, industrie en landbouw. Grondwaterwinning voor de drinkwaterwinning in West-Brabant vindt voornamelijk plaats uit de Formatie van Oosterhout op meer dan 100 meter diepte; in Bergen op Zoom is de waterwinning minder diep (circa 50 tot 75 meter diep). Deze winning ligt het meest nabij Zoomland. Samen geven de waterwinningen een verlaging van de stijghoogte in de Formatie van Oosterhout tot meer dan een meter ten westen van Roosendaal. Ter hoogte van Zoomland zijn de berekende verlagingen in freatische grondwaterstand groot, tot meer dan een meter (van Wachtendonk et al. 2021). De effecten zijn groot omdat verondersteld wordt dat de Waalreklei hier dun is of ontbreekt. Agrariërs onttrekken grondwater op een diepte van ongeveer 40 meter voor beregening; het gemiddelde effect op de grondwaterstand is ongeveer 5 cm ter hoogte van de Zeezuiper (Verhagen, 2019). De effecten van industriële onttrekkingen op de grondwaterstand zijn nihil omdat deze verder weg liggen (Van Wachtendonk, 2021).

Regionale grondwaterstroming

De hoofdrichting van de grondwaterstroming in de omgeving van Zoomland is van zuidoost naar west (Figuur 3-19). Het grondwater dat richting Zoomland stroomt komt voornamelijk vanaf de oostelijke flank van de Brabantse Wal vanaf de Wouwse Plantage. Grondwater wordt aangetrokken door de grondwaterwinning Bergen op Zoom, ongeveer ter plekke van peilbuis B49E0222 op Figuur 3-19. Onder Zoomland is de grondwaterstroming hoofdzakelijk van oost naar west gericht.



Figuur 3-19: Isohypsens van de grondwaterstanden (m+NAP) in het freatische pakket op 01-01-2020, berekend met Grondwatertools (Geologische Dienst Nederland 2021). De getoonde peilbuizen zijn de peilbuizen waarvan de grondwaterstand is gebruikt voor het berekenen van de isohypsens.

Relatie tussen stijghoogte, grondwaterstand en oppervlaktewaterstanden

In Figuur 3-20 wordt de relatie tussen stijghoogte, grondwaterstand en oppervlaktewaterstand inzichtelijk gemaakt. De blauwe lijn is de stijghoogte onder de Waalreklei (B49E0053) en de oranje lijn is de gemeten grondwaterstand (B49E1272) op vrijwel dezelfde locatie bij het Keutelmeer. Deze lange reeksen zijn eerder beschreven in deze paragraaf. Te zien is dat er een drukverschil is van meer dan 2 meter over de Waalreklei. Er is dus altijd sprake van wegzijging naar de diepte. Dit grote drukverschil kan alleen verklaard worden uit een aanzienlijke weerstand van de Waalreklei. Echter de schematisatie in REGIS (Figuur 3-8) toont een ander beeld met een gat in de Waalreklei en relatief dunne kleilagen. In paragraaf 3.3 is al genuanceerd dat de weerstand van de Waalreklei waarschijnlijk onderschat is.



Figuur 3-20: Gemeten stijghoogte, grondwaterstand en oppervlaktewaterstand van de Zeezuiper (m+NAP). (TNO 2021; Hydronet 2021).

Peilbuis B49E0388 ¹ staat op de zuidoostflank van de Zeezuiper, hoger dan bodem van de Zeezuiper (zie Figuur 3-15). Deze peilbuis heeft een ondiep filter, ruim een meter onder maaiveld (filter 1 is 5,29 tot 5,79 m+NAP; maaiveld ter plaatse is 6,92 m+NAP). De gemeten grondwaterstand B49E0388 is relatief hoog en komt in de winter tot vlak aan maaiveld (Figuur 3-20). De grondwaterstanden rondom de Zeezuiper zijn de grootste tijd van het jaar hoger dan 6,50 m+NAP, de veronderstelde minimale bodemligging van het ven (zie paragraaf 3.2). De gemeten oppervlaktewaterstand (grijze lijn) ligt meestal net onder het grondwaterniveau. In droge zomers zakt de grondwaterstand onder het oppervlaktewaterpeil en bodemniveau van het ven. In deze tijd verliest het ven water naar de omgeving. In natte tijden wordt het ven gevoed door lokaal toestromend grondwater.

In Bijlage 1 worden de duurlijnen van de peilbuizen B49E0388 en B49E1272 weergegeven waarin te zien is dat de grondwaterstanden in de zomers van 2018 en 2019 tot 1,5 m onder maaiveld wegzakken. Hiermee valt het filter van de peilbuis bijna droog.

Het omliggende gebied rond de Zeezuiper met de stuifzanden liggen hoger in het landschap. Grondwaterstandsmetingen ontbreken hier, maar de grondwaterstanden zullen hier dieper onder maaiveld liggen. Deze conclusie is gebaseerd op de afgeleide isohypsen uit Figuur 3-19. De vegetatie wordt dus niet gevoed door het grondwater en kan hier ook voor de aanrijking met mineralen niet op rekenen.

¹ Gegevens uit Dinoloket (TNO 2021) en Hydronet (2021) zijn samengevoegd om de volledige beschikbare reeks zichtbaar te maken.

Grondwaterkwaliteit

Binnen de begrenzing van Zoomland zijn geen peilbuizen met grondwaterkwaliteitsgegevens beschikbaar. Buiten de begrenzing zijn wel gegevens beschikbaar, zoals van peilbuis B49E0204 die een kilometer ten zuiden van Zoomland staat. Deze gegevens zijn echter verzameld uit een filter direct onder de Waalre klei, dus in het eerste watervoerende pakket. De gemiddelde waarden van enkele waterkwaliteitsparameters in dit pakket zijn weergegeven in Tabel 3-1. Hoewel deze gegevens niet direct uit Zoomland komen, zijn ze vermoedelijk ook representatief voor de waterkwaliteit van het eerste watervoerende pakket in Zoomland, aangezien dit watervoerende pakket meer regionaal wordt beïnvloed dan het freatische pakket. Ook is het omliggende landgebruik niet wezenlijk anders van aard.

Uit deze gegevens blijkt dat het grondwater hier matig zuur is en slechts beperkt aangerijkt met mineralen. Het grondwater is relatief kalkarm en zwakgebufferd te noemen. Van verzilting van het grondwater of verhoogde nitraatgehaltes is geen sprake. Wel zijn de sulfaatgehaltes wat aan de hogere kant. Het ontbreken van hoge nitraatgehaltes in combinatie met verhoogde sulfaatgehaltes komt vaker voor en kan het gevolg zijn van bodemchemische processen. Dit kan namelijk het gevolg zijn nitraatafbraak (denitrificatie) die plaats kan plaatsvinden dankzij de oxidatie van zwavelhoudende (pyriet)verbindingen waarbij vervolgens sulfaat vrijkomt (Appelo & Postma 2005).

Tabel 3-1: Gemiddelde waarde (op basis van 8 metingen) van enkele waterkwaliteitsparameters gemeten in peilbuis B49E0204 (filterdiepte 1,24 tot 3,24 m-NAP) in de periode 2000-2007 (TNO 2021). Voor locatie zie Figuur 3-15.

	pH	EGV ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Ca (mg/l)	Cl (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)
B49E0204	5,3	240	7,7	26	18	64	<0,15

Resumé hydrologie

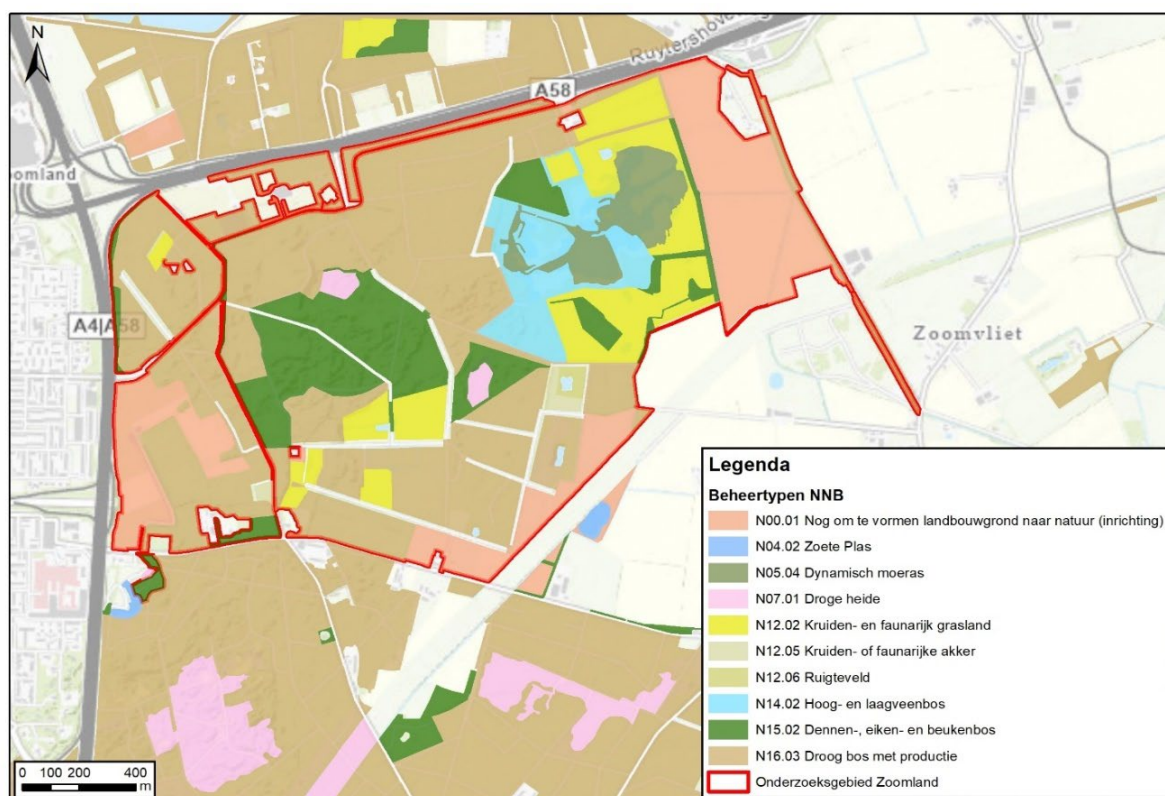
- Het beperkte aantal waterlopen bevindt zich aan de randen van het gebied en stroomt in oostelijke richting af waar ze samenkomen bij een stuw voordat ze afstromen op de Zoom.
- De Zeezuiper vormt het grootste oppervlaktewaterlichaam binnen Zoomland. De omvang van deze waterplas kan door het seizoen heen sterk fluctueren. Sinds de extreme droogte van 2018 komen grote delen van de Zeezuiper 's zomers droog te vallen.
- De kwaliteit van het oppervlaktewater in de Zeezuiper valt binnen de range voor een zwakgebufferd ven. De fosfaatgehaltes zijn laag, maar de stikstofgehaltes zijn wel aan de hoge kant.
- De hoofdrichting van de grondwaterstroming in de omgeving van Zoomland is van zuidoost naar west. Het grondwater onder Zoomland is afkomstig vanaf de oostelijke flank van de Brabantse Wal, uit de richting van Wouwse plantage. Onder Zoomland zelf is de grondwaterstroming hoofdzakelijk van oost naar west gericht.
- Onder de hoge stuifzanden ligt de grondwaterstand gemiddeld enkele meters onder maaiveld. Hier is sprake van een infiltrerende situatie. Rondom de Zeezuiper kunnen de grondwaterstanden wel tot aan maaiveld (of de plasbodem) komen.
- De Zeezuiper wordt in de lente en winter gevoed door lokaal toestromend grondwater. Het ven verliest gedurende het gehele jaar water naar de diepere ondergrond. Maar de grootte van deze lekstroom is beperkt vanwege veenlagen onder het ven.
- De stijghoogte onder de Waalreklei ligt ter hoogte van de Zeezuiper ongeveer 2 meter lager dan de grondwaterstand. Er is sprake van een trendmatige afname in de diepe stijghoogte onder de Waalreklei in de laatste jaren.
- De grondwaterkwaliteit laat zich kenmerken als matig zuur en slechts beperkt aangerijkt met mineralen. Van verrijking met nutriënten is geen sprake, maar wel zijn de sulfaatgehaltes verhoogd.

3.5 Vegetatie en broedvogels

3.5.1 Vegetatie

Over de vegetatie in Zoomland zijn niet veel gegevens beschikbaar. Zo is er bijvoorbeeld vanuit Brabants Landschap geen vegetatiekartering van het gebied beschikbaar. De beperkte gegevens over de vegetatie die hieronder gepresenteerd worden komen voort uit het veldbezoek, de beheertypenkaart, losse soortwaarnemingen uit de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF 2021) en beschikbare vegetatieopnames uit de Landelijke Vegetatiedatabank (Alterra 2021).

In Figuur 3-21 zijn de verschillende beheertypen van het Natuurnetwerk Brabant weergegeven voor Zoomland. Deze beheertypenkaart geeft een aardig beeld van de verschillende soorten vegetatie die er binnen het gebied voorkomen. Droge loof- en naaldbossen met voornamelijk grove den (*Pinus sylvestris*) en zomereik (*Quercus robur*) beslaan het grootste areaal en komen voornamelijk voor op de hoge stuifzandbodems. De lanen met grote beuken (*Fagus sylvatica*) die hun oorsprong kennen in de verschillende landgoederen maken hier ook een onderdeel van uit (Figuur 3-22, links). Binnen de grotendeels gesloten bossen van de hoge stuifzanden komen enkele open plekken voor waar heidevegetaties met struikhei (*Calluna vulgaris*) tot ontwikkeling zijn gekomen. In de voormalige zandafgraving (Figuur 3-22, rechts) komen ook soorten voor van iets vochtiger omstandigheden, zoals gewone dophei (*Erica tetralix*) en kruipwilg (*Salix repens*). Dit komt vermoedelijk door stagnatie van regenwater op de lemige ondergrond.



Figuur 3-21: Beheertypen van het Natuurnetwerk Brabant in Zoomland en omgeving (provincie Noord-Brabant 2020).

Andere open velden bestaan uit natuurgraslanden, met name rond de voormalige landgoederen Goeree en Weltevreden. Ten oosten van de Zeezuiper en rond Laagsche Hoef in het zuidwesten zijn nog percelen aanwezig die in agrarisch gebruik zijn. Voor de percelen ten oosten van de Zeezuiper die als

N00.01 in Figuur 3-21 zijn weergegeven zijn al plannen om deze in te richten als natuur. Van deze 7,5 hectare wordt vermoedelijk 6 hectare als bos ingericht en wordt 1 hectare als schraalland ingericht met een aantal poelen. Kleine sloten worden naar verwachting gedempt (mond. med. Brabants Landschap).



Figuur 3-22: Lanen met beuken (links) en heidevegetatie met struikhei en dophei in de vochtigere delen in de voormalige zandafgraving omringd door naaldbos (rechts).

De natte laagte van de Zeezuiper is begroeid met gradiëntrijke vegetaties die overgaan van de permanent geïnundeerde watervegetaties tot de natte moerasbossen waar doorgaans geen water op maaiveld staat. In de geïnundeerde delen groeit witte waterlelie (*Nymphaea alba*) en fonteinkruid (*Potamogeton spec.*) in het open water met uitgebreide begroeiingen van gele lis (*Iris pseudacorus*), lisdodde (*Typha spec.*) en wateraardbei (*Potentilla palustris*) op de overgangen (Figuur 3-23, links). Op sommige locaties komt ook moerashertshooi (*Hypericum elodes*) voor. In het verleden (uit de 19^e eeuw) zijn ook waarnemingen van zeldzamere soorten als waterlobelia (*Lobelia dortmanna*) en vlottende bies (*Isolepis fluitans*) uit de Zeezuiper bekend (NDFF 2021), maar deze soorten zijn al lang niet meer waargenomen in de Zeezuiper. Met name vlottende bies kan een indicator zijn voor enige aanrijking van het water met (lokale) kwel.

Delen van de Zeezuiper die in de zomer droogvallen tonen in deze periode op delen een vlakdekkende groene waas gevormd door moerasdroogbloem (*Gnaphalium uliginosum*) en waterpostelein (*Lythrum portula*) (Figuur 3-23, rechts en Figuur 3-13). De venbodem bestaat hier uit een dikke laag slib die 's zomers droogvalt en vervolgens verder indroogt en krimpscheuren vertoont. De laatste jaren valt dit deel van de Zeezuiper in de zomer steeds droog en inundeert het weer in de winter. Hierdoor blijft de vegetatie hier in een pioniersstadium en komen er geen typische watervegetaties tot ontwikkeling. Ook hier zijn overgangen aanwezig naar lisdodde en hogerop wilde gagel. Hoger op de gradiënt vormt wilde gagel (*Myrica gale*) een aaneengesloten zoom die vervolgens overgaat in wilgen (*Salix spec.*) en berken (*Betula spec.*). De hoge koppen in de Zeezuiper zijn bebost met eiken, maar het bos eromheen is grotendeels verdrongen. Het beeld van deze verdrongen bomen geeft de Zeezuiper een 'lugubere' uitstraling.

Uit de omgeving van de Zeezuiper zijn ook vegetatieopnames bekend die gerekend kunnen worden tot de Associatie van Waterpeper en Tandzaad (r30Aa01 - *Polygono-bidentum*) (Alterra 2021). Deze vegetatie is typisch voor natte voedselrijke bodems die in de winter langdurig onder water kunnen staan en in de zomer droogvallen maar wel vochtig blijven. De dikke laag slib op de bodem van de Zeezuiper is voor een groot deel verantwoordelijk voor de voedselrijke omstandigheden, al kan de uitspoeling van nutriënten vanuit omliggende agrarische graslanden hier ook een rol in spelen. Deze extensief beweidde graslanden kennen namelijk een intensief agrarisch verleden en kunnen mogelijk nog veel nutriënten naleveren.



Figuur 3-23: Oevervegetatie van de Zeezuiper met witte waterlelie, wateraardbei en wilde gagel in het permanent natte deel (links) en drooggevalle venbodem met moerasdroogbloem en waterpostelein met overgangen naar lisdodde en hogerop wilde gagel (rechts).

3.5.2 Broedvogels

In paragraaf 3.5 wordt, in lijn met de andere systeemanalyses, doorgaans enkel ingegaan op vegetaties (flora) vanwege hun directe afhankelijkheid van de ecohydrologische systeemwerking. Broedvogels en andere faunasoorten reageren vervolgens op deze ontwikkelingen in de vegetatie. Voor Zoomland geldt dat er broedvogels met een beschermde status onder de Vogelrichtlijn zijn die ook een directe afhankelijkheid van de ecohydrologische systeemwerking kennen. Dit is het geval voor watervogels in de Zeezuiper die afhankelijk zijn van dit venmoeras als leefgebied. Specifiek voor dodaars (*Tachybaptus ruficollis*) gelden bovendien voor Zoomland, als onderdeel van het Natura 2000-gebied Brabantse Wal, instandhoudingsdoelstellingen voor het behoud van de omvang van het leefgebied en een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied.

Een kartering van alle broedterritoria in de periode van 1988-2006 toont zes verschillende broedterritoria van dodaars in Zoomland (provincie Noord-Brabant 2018). In 2020 is er echter maar één broedterritorium van dodaars vastgesteld in Zoomland, in het zuidelijke deel van de Zeezuiper (NDFF 2021). In totaal zijn er in het gehele Vogelrichtlijngebied Brabantse Wal 33 broedparen geteld in 2020 (SOVON 2021). De bijdrage van Zoomland aan de instandhoudingsdoelstelling is daarmee relatief beperkt. geoorde fuut (*Podiceps nigricollis*), een andere broedvogelsoort met een instandhoudingsdoelstelling voor de Brabantse Wal, komt niet voor binnen Zoomland (provincie Noord-Brabant 2018; NDFF 2021).

In de Wilde (2020) wordt dieper ingegaan op de ecohydrologische gevoeligheid van dodaars en de situatie in Zoomland. Uit een analyse van de aantallen blijkt dat deze vooral laag zijn (ver onder de doelpopulatie) in droge jaren. Dit is mogelijk een verklaring voor het lage aantal broedterritoria in 2020. Verlanding en verdroging van vennen wordt als belangrijk knelpunt aangedragen voor de instandhoudingsdoelstellingen voor dodaars. Daarnaast wordt een verschuiving in visstand naar grotere soorten (successie) als een knelpunt gezien, aangezien dodaars vooral kleine vissen eet.

Resumé vegetatie en broedvogels

- De vegetatie op de droge stuifzanden bestaat voornamelijk uit bossen met enkele open plekken met heide of graslanden.
- De vegetatie in de natte laagte van de Zeezuiper bestaat uit verschillende vegetaties op de gradiënt van permanent geïnundeerd tot nat en 's zomers droogvallend. Kenmerkend zijn de uitgebreide gagelzomen rondom de waterplas en de afgestorven bomen in het midden van de plas.
- De broedvogel dodaars komt voor in de Zeezuiper en is gevoelig voor verlanding en verdroging.

4 Ecohydrologische interpretatie en sleutelfactoren

De in hoofdstuk 3 uitgewerkte bouwstenen en aandachtpunten worden in dit hoofdstuk eerst samengebracht tot een ecohydrologische interpretatie voor het functioneren van Zoomland. Op basis daarvan worden in een aparte paragraaf de sleutelfactoren afgeleid. Deze kunnen gebruikt worden om uitspraken te doen met betrekking tot het detailniveau van de beschikbare hydrologische modellen.

4.1 Samenvatting van de bouwstenen

Voordat de ecohydrologische interpretatie wordt uitgewerkt, wordt hieronder ter referentie herhaald, wat de voorgaande paragrafen voor elk van de bouwstenen van de systeemanalyse hebben opgeleverd. Zij vormen de basis voor de beschrijving in paragraaf 4.2.

Ontstaansgeschiedenis

- De stuifzanden van de Brabantse Wal waar Zoomland op ligt zijn ontstaan tijdens het Pleistoceen. Na de laatste ijstijd, in het Holoceen, werd het warmer en vochtiger. Hierdoor veranderde grote delen van de Brabantse Wal in bos en ontstonden in de lage afvoerloze delen veengebieden.
- Deze veengebieden zijn in de late middeleeuwen grootschalig ontgonnen en hier werd ook turf gewonnen. Hiervoor werden turfvaarten aangelegd zoals de Zoom. De Zeezuiper is ontstaan in een van die veengebieden waar turf is gewonnen en die aan hun lot werden over gelaten. Hierdoor ontstond een grote waterplas. Later vormde de Zeezuiper een watervoorziening voor drinkwater, watermolens en water in de grachten van Bergen op Zoom.
- Het boslandschap van Zoomland is grotendeels gevormd door de diverse landgoederen die hier in de zeventiende eeuw zijn gekomen. Deze landgoederen zijn later samengevoegd tot één landgoed onder de naam Zoomland.
- Na het graven van ontwateringssloten is er van de Zeezuiper niet meer over dan een putje. Eind jaren '90 hebben hydrologische maatregelen geleid tot een sterke uitbreiding van het wateroppervlak.

Hoogteligging

- Het reliëfrijke landschap van Zoomland wordt gekenmerkt door grote hoogteverschillen. Op de stuifzanden komen hooggelegen delen voor met maaiveldhoogtes tot 17,0 m+NAP.
- Lokaal komen lagergelegen delen voor zoals de laagte van landgoed Goeree en de laagte van Laagsche Hoef. De grootste laagte ligt in het oosten en omvat de Zeezuiper en het Keutelmeer. Deze laagte ligt lager dan 10 m+NAP, met laagste delen tot lager dan 6,7 m+NAP.

Geologie en bodemopbouw

- De eerste weerstandbiedende laag wordt gevormd door een kleiige eenheid van de Formatie van Waalre. Deze Waalre klei loopt vanuit zuidelijke en vanuit oostelijke richting af richting Zoomland. In het zuidwestelijke deel van Zoomland bevindt zich volgens REGIS een 'gat' in deze Waalre klei. Volgens GeoTOP zijn er wel weerstands biedende klei en veenlagen.
- Het freatische pakket wordt grotendeels gevormd door zanden van de Formatie van Boxtel. Op hooggelegen locaties met stuifzanden kan deze formatie tot 10 meter dik zijn. In de laagtes is dit freatische pakket relatief een stuk dunner met 4-5 meter dik.
- De hogere delen van Zoomland worden gekenmerkt door droge en humusarme zanden. In de laagtes zijn de bodems vochtiger tot nat en humusrijk tot weinig.
- Onder de Zeezuiper is een veen/kleilaag aanwezig waar water op stagneert.

Hydrologie

- Het beperkte aantal waterlopen bevindt zich aan de randen van het gebied en stroomt in oostelijke richting af waar ze samenkomen bij een stuw voordat ze afstromen op de Zoom.
- De Zeezuiper vormt het grootste oppervlaktewaterlichaam binnen Zoomland. De omvang van deze waterplas kan door het seizoen heen sterk fluctueren. Sinds de extreme droogte van 2018 komen grote delen van de Zeezuiper 's zomers droog te vallen.
- De kwaliteit van het oppervlaktewater in de Zeezuiper valt binnen de range voor een zwakgebufferd ven. De fosfaatgehaltes zijn laag, maar de stikstofgehaltes zijn wel aan de hoge kant.
- De hoofdrichting van de grondwaterstroming in de omgeving van Zoomland is van zuidoost naar west. Het grondwater onder Zoomland is afkomstig vanaf de oostelijke flank van de Brabantse Wal, uit de richting van Wouwse plantage. Onder Zoomland zelf is de grondwaterstroming hoofdzakelijk van oost naar west gericht.
- Onder de hoge stuifzanden ligt de grondwaterstand gemiddeld enkele meters onder maaiveld. Hier is sprake van een infiltrerende situatie. Rondom de Zeezuiper kunnen de grondwaterstanden wel tot aan maaiveld (of de plasbodem) komen.
- De Zeezuiper wordt in de lente en winter gevoed door lokaal toestromend grondwater. Het ven verliest gedurende het gehele jaar water naar de diepere ondergrond. Maar de grootte van deze lekstroom is beperkt vanwege veenlagen onder het ven.
- Er is sprake van een trendmatige afname in de diepe stijghoogte onder de Waalreklei. De reden voor deze daling is niet zeker.
- De grondwaterkwaliteit laat zich kenmerken als matig zuur en slechts beperkt aangerijkt met mineralen. Van verrijking met nutriënten is geen sprake, maar wel zijn de sulfaatgehaltes verhoogd.

Vegetatie en broedvogels

- De vegetatie op de droge stuifzanden bestaat voornamelijk uit bossen met enkele open plekken met heide of graslanden.
- De vegetatie in de natte laagte van de Zeezuiper bestaat uit verschillende vegetaties op de gradiënt van permanent geïnundeerd tot nat en 's zomers droogvallend. Kenmerkend zijn de uitgebreide gagezomen rondom de waterplas en de afgestorven bomen in het midden van de plas.
- De broedvogel dodaars komt voor in de Zeezuiper en is gevoelig voor verlanding en verdroging.

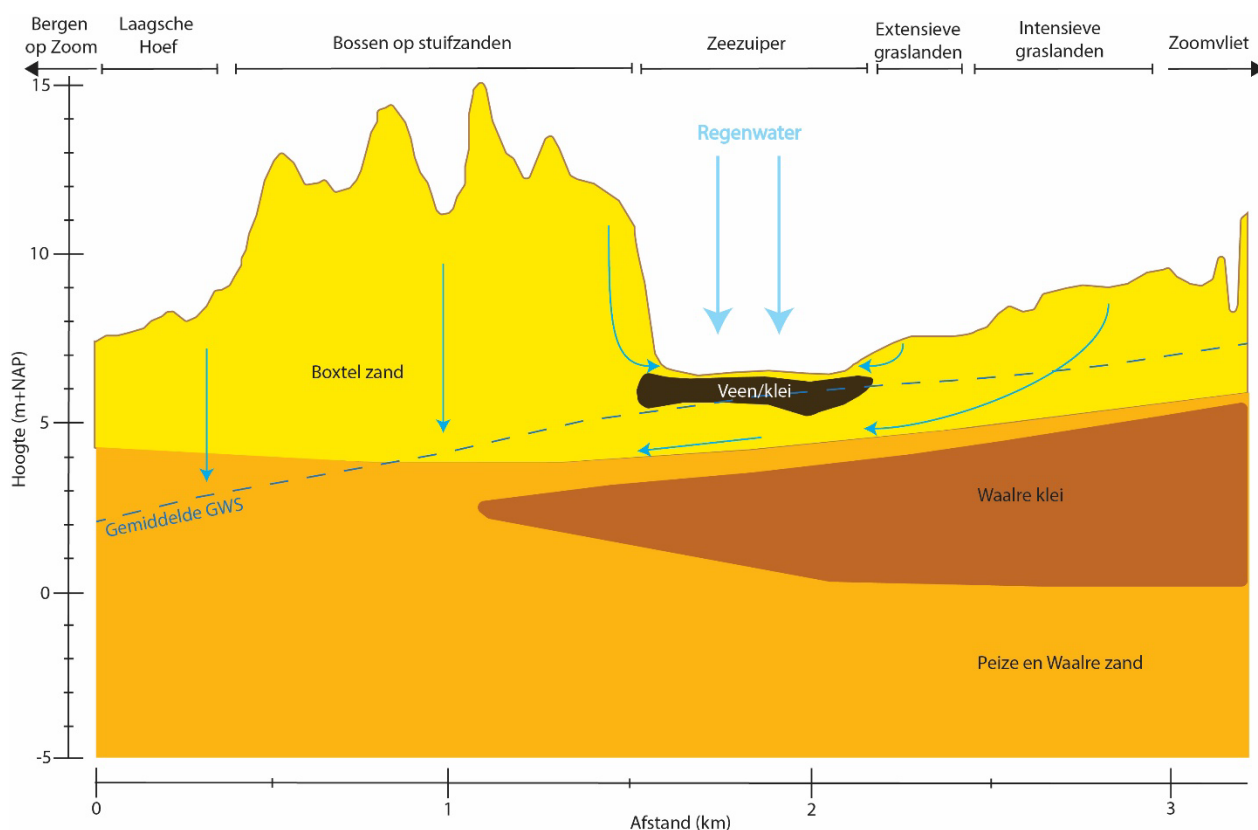
4.2 Ecohydrologische interpretatie

Zoomland is een gevarieerd gebied met enerzijds beboste droge stuifzandgronden en anderzijds natte moerasvegetaties. Alle bouwstenen onderschrijven dit contrast. Oude beukenlanen van de landgoederen op korte afstand van de verdronken bomen in de Zeezuiper staan hier symbool voor. Na vorming van het landschap in het Pleistoceen en Holoceen heeft de mens in de afgelopen duizend jaar nog een flinke stempel gedrukt op het huidige systeem.

In ecohydrologische zin is een groot deel van Zoomland vrij eenvoudig te omschrijven. De stuifzanden liggen hoog boven de grondwaterstanden, grondwater infiltreert hier. Het grondwater komt niet in de wortelzone van de vegetatie (ook niet via capillaire opstijging) en voorziet de vegetatie daardoor ook niet van basen of nutriënten. Voor de vochthuishouding is de vegetatie op deze droge gronden afhankelijk van regenwater. Voor de levering van basen en nutriënten is de vegetatie aangewezen op de aanwezigheid hiervan in de bodem. Aanvoer van stikstof vindt wel plaats via depositie en vormt een mogelijke bedreiging. Door een overvloed aan stikstof kan de bodem verzuren en kunnen mineralen uitspoelen

(uitloging) waardoor ze niet meer beschikbaar zijn voor de vegetatie. Dit heeft negatieve gevolgen voor zowel de vegetatie als de fauna die daar afhankelijk van is.

De Zeezuiper en de omringende laagte zijn in ecohydrologische zin complexer (zie Figuur 4-1). Het oppervlaktewaterpeil fluctueert tussen de seizoenen en de omvang van de plas daarmee ook. Grondwaterstanden ter plaatse van de Zeezuiper komen tot aan maaiveld en gaan gelijk op met het oppervlaktewaterpeil. Het ven wordt gevoed door regenwater en lokaal toestromend grondwater vanuit de flanken. Het gaat hierbij om water wat op korte afstand van de Zeezuiper is geïnfiltreerd en maar een beperkte weg door de bodem aflegt. Dit lokale grondwater kent daardoor maar een beperkte aanrijking met mineralen, maar kan mogelijk wel aangerijkt zijn met nutriënten in het intrekgebied. Dit intrekgebied wordt aan de oostzijde gevormd door extensief beweidde graslanden met een intensiever landbouw verleden. Hier kunnen nog veel nutriënten in de bodem aanwezig zijn die mogelijk richting de Zeezuiper uitspoelen. Een groot deel van de voedselrijkdom van de Zeezuiper komt echter voort uit de dikke sliblaag die zich hier over lange tijd heeft verzameld. Ook vanuit de hogere stuifzanden stroomt een beperkte hoeveelheid lokaal grondwater richting de Zeezuiper. Dit is in het veld zichtbaar als een kwelvliesje in de westelijke oever (van Beers 1994). Deze toestroom is maar van beperkte aard vanwege de westwaartse stromingsrichting van het grondwater. Daarnaast is de aanwezigheid van Wilde gagel op de flanken van de Zeezuiper een aanwijzing van lokale kwel. Wilde gagel is namelijk kenmerkend voor laterale grondwaterstroming in voedselarme systemen.



Figuur 4-1: Ecohydrologische dwarsdoorsnede van Zoomland. Doorsnede volgt de stromingsrichting van het grondwater (zie ook Figuur 3-19) vanuit Zoomvliet in het zuidoosten en richting Bergen op Zoom in het zuidwesten.

Onder de Zeezuiper is een scheidende laag aanwezig die uit veen, klei of een combinatie van beide kan bestaan. Deze veen/kleilaag speelt waarschijnlijk een belangrijke rol in de watervoerendheid van de Zeezuiper. Door de aanwezigheid van deze laag loopt de plas niet volledig leeg bij dalende grondwaterstanden, of gebeurt dit minder snel. De omvang van de plas neemt wel flink af in droge tijden,

als gevolg van verdamping en mogelijk lokale gaten in deze scheidende laag. In nattere tijden kan de Zeezuiper ook weer grote hoeveelheden water bergen, waaraan het ook haar naam ontleent. De waterkwaliteit wordt hier dus bepaald door een combinatie van regenwater en mineraalarm lokaal grondwater. Dit resulteert in een waterkwaliteit die typisch is voor een zwakgebufferd ven.

4.3 Sleutelfactoren en autonome ontwikkeling

De in paragraaf 4.2 uitgewerkte systeemsschets geeft aan dat de aanwezigheid van de veen/kleilaag onder de Zeezuiper en de toestroming van lokaal grondwater bepalend zijn voor de standplaatscondities van de natte vegetaties hier. Deze factoren zijn dan ook de aan te duiden als sleutelfactoren, bepalend voor grondwaterdynamiek en basenrijkdom. Voor de droge vegetaties op de stuifzanden zijn geen ecohydrologische sleutelfactoren van toepassing.

De potenties waarnaar op grond van het provinciale Natuurbeheerplan (provincie Noord-Brabant 2020) worden gestreefd, zijn weergegeven in Figuur 3-21. De daarbij behorende hydrologische randvoorwaarden zijn opgenomen in Tabel 4-1. Dat zijn de randvoorwaarden zoals die beleidsmatig worden gebruikt. Ze zijn geaggregeerd naar beheertype conform het Subsidiestelsel Natuur en Landschap. Dat betekent automatisch ook dat ze geen recht doen aan individuele vegetatiegemeenschappen binnen een beheertype. De boodschap is vooral dat Tabel 4-1 niet te verwarren is met harde alles of niets grenzen. Er is meer mogelijk dan Tabel 4-1 doet vermoeden. Niettemin is de vraag aan deze rapportage geworteld in een toetsing aan beleid, waarmee de waarden in dat licht een relevant uitgangspunt vormen.

Tabel 4-1: Referentiewaarden voor de Gemiddeld Voorjaars Grondwaterstand (GVG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en grondwaterinvloed (BIJ12 2021). GLG en GVG uitgedrukt in centimeter ten opzichte van maaiveld (cm t.o.v. mv). Een positieve waarde geeft een waterstand boven maaiveld en een negatieve waarde geeft een waterstand onder maaiveld.

Natuurbeheertype	GVG (cm t.o.v. mv)	GLG (cm t.o.v. mv)	Grondwaterinvloed
Dynamisch moeras (N05.04)	+50 tot -5	< -40	Nodig voor buffering en voedselrijkdom
Kruiden- en faunarijk grasland (N12.02)	> -40	> -60	-
Hoog- en laagveenbos (N14.02)	0 tot -20	0 tot -45	-

Kijkend naar Tabel 4-1, dan valt op dat de drie belangrijkste beheertypen rondom de Zeezuiper verschillende eisen aan hun standplaats stellen. Dynamisch moeras (N05.04) vereist periodiek hoge (oppervlakte)waterstanden en Hoog- en laagveenbos (N14.02) vraagt vochtige condities met grondwaterstanden tot aan maaiveld. Het diep uitzakken van de grondwaterstanden in droge periodes is voor beide types uit den boze. Het diep uitzakken van de grondwaterstanden komt hier echter wel regelmatig voor, zoals ook te zien in Figuur 3-20. Dit heeft negatieve gevolgen voor de vegetatie, mede door de mineralisatie van de organische bodem waarbij veel nutriënten vrij kunnen komen. Anderzijds kunnen te hoge grondwaterstanden weer funest zijn voor het berkenbos, wat ook aan de orde is, getuige de vele afgestorven bomen. Desalniettemin zijn er rondom de Zeezuiper voldoende locaties waar de abiotische standplaatscondities voldoen aan de randvoorwaarden die de beheertypes Dynamisch moeras (N05.04) en Hoog- en laagveenbos (N14.02) stellen. Op sommige locaties moeten deze beheertypes zich echter mogelijk nog schikken binnen de aangepaste hydrologische situatie sinds eind vorige eeuw. Dit geldt met name voor Hoog- en laagveenbos (N14.02), dat wat langer nodig heeft om tot ontwikkeling te komen en waarvan de inmiddels ongeschikt geworden standplaatsen nog gemarkeerd worden door dode bomen.

De Kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02) op de flanken van de Zeezuiper zijn minder kritisch ten aanzien van de grondwaterstanden. Deze zijn hier dan ook op orde. Een andere belangrijke factor voor de ontwikkeling van deze graslanden is ook nog de voedselrijkdom van de bodem, zeker gegeven het agrarische verleden van deze percelen. Voor zover bekend zijn hier geen gegevens van, maar vaak kan het nog vele jaren duren voordat zich een soortenrijke vegetatie ontwikkelt op voormalige bemeste graslanden.

5 Relatie met het hydrologisch model

In de voorgaande hoofdstukken van dit rapport is een beschouwing gegeven van de werking van het hydrologisch systeem gebaseerd op meetgegevens, kaarten en systeemkennis. Soms ontbreekt het ook aan kennis en dan kan een geohydrologisch model helpen om deze gaten op te vullen. Van West-Brabant is er een geohydrologisch model beschikbaar gebaseerd op het Brabantmodel (Royal HaskoningDHV 2019). De vraag is of het model het hydrologisch systeem van het natuurgebied voldoende (in detail) beschrijft. Dit hoofdstuk gaat hier nader op in.

5.1 Beschikbare metingen

Het model is gevalideerd met de ijkset van het Brabantmodel (Royal HaskoningDHV 2019). Deze dataset bestaat uit metingen van Dinoloket (TNO 2021) aangevuld met metingen van Brabantse Delta. De dataset is gecontroleerd op betrouwbaarheid en met tijdreeksanalyse. De verificatie is uitgevoerd tussen 2009 en 2016, een periode met een gemiddelde grondwateraanvulling zonder grote uitschieters. Binnen deze periode moeten voldoende metingen per meetpunt beschikbaar zijn. De voorwaarden zijn:

1. Alleen volledige jaren, dat wil zeggen jaren met minimaal 6 maanden met minstens 1 meting.
2. Minstens één volledig jaar in de periode 2009 t/m 2016.
3. Peilbuisfilters die op basis van de filterstelling kunnen worden toegekend aan het lagenmodel.

In deze evaluatie is gekeken naar peilbuizen boven en onder Waalre klei 1, aangezien dit de belangrijkste scheidende laag is in West-Brabant. Het is belangrijk om op te merken dat de Waalre klei volgens Regis II v2.2 maar deels aanwezig is in het Zoomland en de omgeving (Figuur 3-8). Er zijn zes peilbuizen in de wijde omgeving van het Zoomland die de grondwaterstand meten in het freatische pakket boven de Waalre klei 1 (Figuur 5-1, boven). Slechts één van deze peilbuizen ligt in het natuurgebied, ten zuiden van de Zeezuiper (B49E0388). Er zijn negen peilbuizen die de stijghoogte meten in het eerste watervoerende pakket onder de Waalre klei (Figuur 5-1, onder). Twee hiervan liggen binnen het natuurgebied (B49E0052 en B49E0053).

5.2 Grondwaterstand en Stijghoogte

De systeemanalyse in de voorgaande paragrafen leert dat er een aanzienlijk verschil bestaat tussen de ondiepe grondwaterstand en de diepere stijghoogten onder de Waalre klei. Dit verschil bedraagt ter hoogte van de Zeezuiper ongeveer twee meter en kan verklaard worden door lokaal aanwezige klei- en veenlagen en de Waalre klei. Deze lokale klei en veenlagen zitten niet in REGIS waarop het regionale geohydrologische model gebaseerd is. De dikte van de Waalre klei is waarschijnlijk onderschat in REGIS. Daarom berekent het grondwatermodel niet het drukverschil in grondwaterstand en stijghoogte die wel gemeten is. De berekende grondwaterstanden zijn lager dan gemeten; de gemeten stijghoogten zijn hoger dan gemeten. Door het aanbrengen van de lokale weerstandslagen en het verhogen van de weerstand van de Waalre klei zal het model verbeterd kunnen worden.

Alle metingen en berekeningen zijn gepresenteerd op de kaart in Figuur 5-1. Hierbij is een kaart gemaakt voor metingen en berekeningen boven de Waalre klei (bovenste figuur) en onder de Waalre klei (onderste figuur). Te zien is dat er voor de (berekende) grondwaterstand een groter verschil in gradiënt is dan voor de (berekende) stijghoogte onder de Waalre klei. Ofwel in het zuidoosten is sprake van een infiltratiegebied waar het regenwater kan infiltreren. In het noordwesten zijn de grondwaterstanden lager dan de stijghoogten en hier kan grondwater naar boven komen. Ter hoogte van Zoomland is nog sprake van een infiltratiesituatie.

Grondwaterstand (boven Waalre klei)

Freatisch grondwater stroomt ter plekke van Zoomland van oost naar west en volgt de topografie van de Brabantse Wal. De gradiënt is globaal van 3 tot 6 m+NAP binnen het Zoomland (Figuur 5-1, boven). Te zien is dat er maar één peilbuis is waar de grondwaterstand binnen het onderzoeksgebied van Zoomland wordt gemeten. Andere peilbuizen liggen verder weg in het noorden en zeggen weinig over het geohydrologisch functioneren van Zoomland. De grondwaterstand verder weg wordt vooral bepaald door de lokale bodemopbouw en interactie met het oppervlaktewatersysteem. Bij deze peilbuizen berekent het model grondwaterstanden 20 tot meer dan 100 cm lagere waarden dan de metingen. De gemodelleerde dynamiek komt echter wel goed overeen met de gemeten dynamiek.

Peilbuis B49E0388 is het enige meetpunt binnen het natuurgebied². De gemeten grondwaterstand is ongeveer 6,5 m+NAP, in het model is de grondwaterstand 5,5 m+NAP. Het model berekent dus gemiddeld een grondwaterstand van 1 meter lager dan de gemeten waarden. In de meetreeks is in de winter een afvlakking van de grondwaterstand te zien, in het model is dat logischerwijs niet het geval. De afvlakking is een indicatie dat de grondwaterstand aan maaiveld staat, dat hier op een hoogte van circa 7 m+NAP ligt.

Stijghoogte (onder Waalre klei)

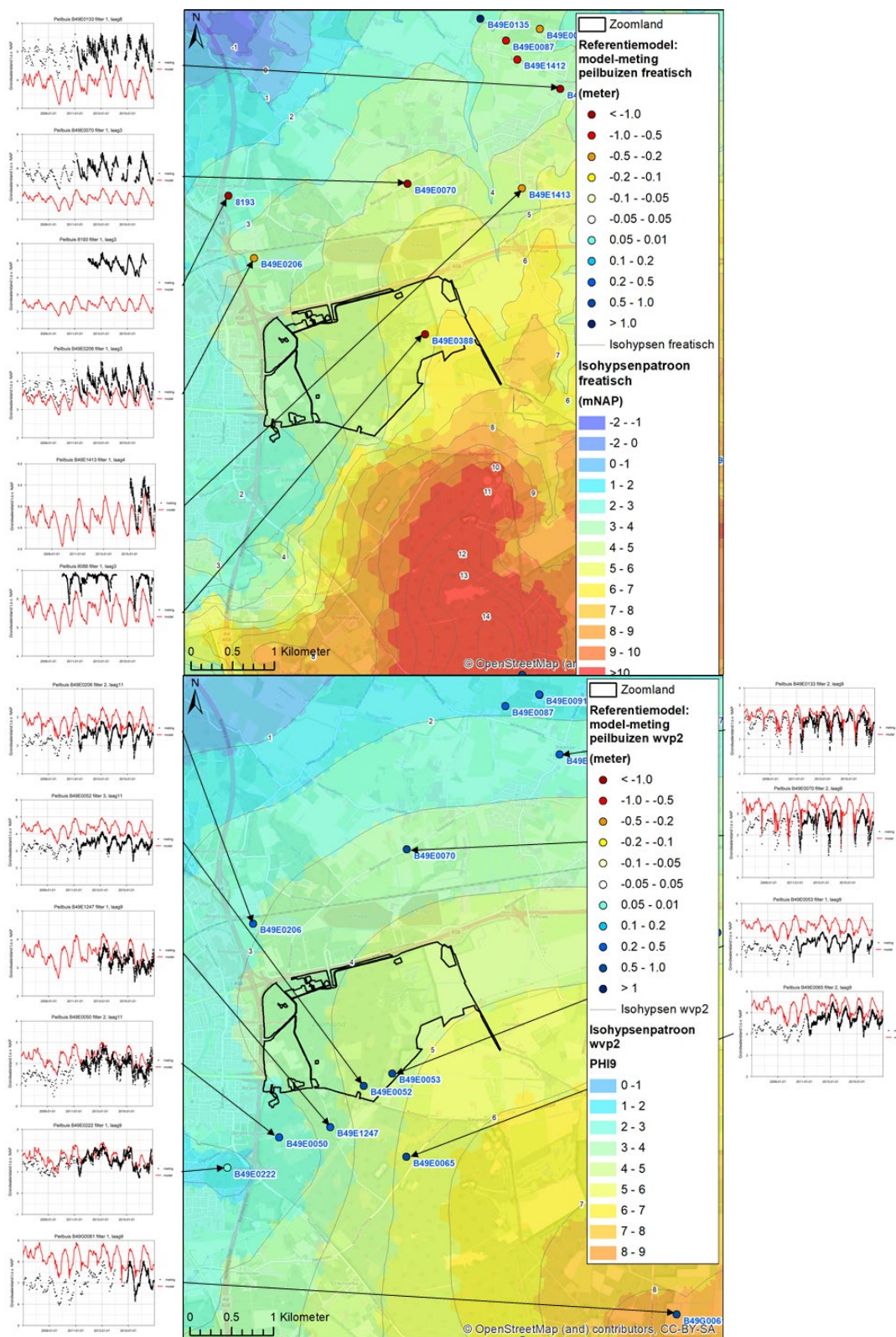
Het grondwater stroomt regionaal van zuidoost naar noordwest. Onder Waalre klei is de (berekende) stijghoogte 5 m+NAP in het zuidoosten en 3 m+NAP in het zuidwesten van Zoomland (Figuur 5-1, onder). Ook is de invloed van de grondwaterwinning Bergen op Zoom zichtbaar die grondwater aantrekt. De stijghoogte neemt af richting de drinkwaterwinning van Brabant Water bij Bergen op Zoom.

De berekende stijghoogten zijn hoger dan de gemeten stijghoogtes. Dit geldt voor alle beschikbare peilbuizen, ook voor de peilbuizen aan de noord- en zuidrand van Figuur 5-1, ver weg van Zoomland. Dit betekent dat er een consequent te hoge stijghoogte wordt berekend.

Op basis van de peilbuisgrafieken vallen de volgende zaken op:

- Peilbuizen B49E0050 en B49E0222 liggen dichtbij winning Bergen op Zoom. Vooral in peilbuis B49E0050 is een sterke dynamiek te zien als gevolg van de onttrekking. Deze dynamiek wordt minder goed gemodelleerd door het model. Ook valt op dat de afwijkingen tussen metingen en berekeningen in de eerste jaren van getoonde meetreeks groot zijn, maar dat de verschillen in de laatste jaren veel kleiner zijn. In peilbuis B49E0222 is minder dynamiek in de meetreeks aanwezig en komt het model ook beter overeen.
- Peilbuizen B49E0133, B49E0070 en B49E206 liggen ten noorden van Zoomland. In het stationaire model is de gemiddelde gemodelleerde stijghoogte ruim een meter hoger dan de gemiddelde gemeten stijghoogte. In het niet stationaire model is dit verschil kleiner. De gemodelleerde dynamiek komt overeen met de gemeten dynamiek. Opvallend aan deze reeksen is de aanwezigheid van de extreem lage stijghoogte in de zomer, waarschijnlijk als gevolg van beregening. Dit verklaart mogelijk ook de verschillen tussen het stationaire en het niet-stationaire model. In het stationaire model is immers geen beregening opgenomen.
- B49E0052 en B49E0053 liggen binnen de begrenzing van Zoomland. Ook bij deze peilbuizen zijn de gemeten stijghoogtes lager dan gemodelleerd. Dit is logisch te verklaren omdat de weerstand van de lokale veen en kleilagen niet in het model zijn opgenomen. Het effect van de beregening is hier minder aanwezig dan bij de peilbuizen ten noorden van het natuurgebied.

² B49E1272 zit niet in de ijkset van het Brabantmodel en is daarom buiten beschouwing gelaten



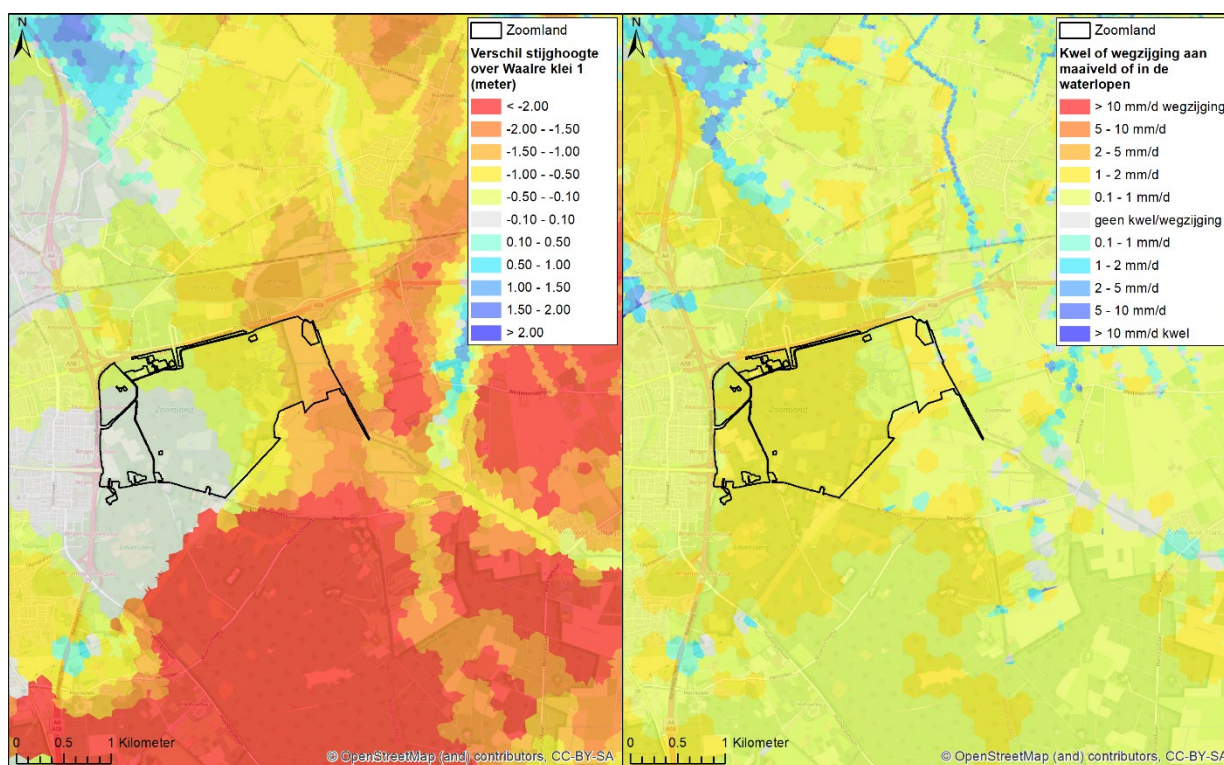
Figuur 5-1: Isohyphenpatroon in het freatische pakket (boven) en eerste watervoerende pakket (onder). De punten tonen de locaties van de peilbuizen waarmee het model is geverifieerd. De kleur van het punt geeft aan hoeveel de gemiddeld berekende waterstand verschilt met de metingen (in meters). De grafieken naast de kaart tonen de verschillen tussen model en meting voor de peilbuizen in het watervoerende pakket, de rode lijn zijn gemodelleerde grondwaterstanden en de zwarte punten zijn de gemeten grondwaterstanden.

5.3 Kwel en wegzijging

De systeemanalyse laat zien dat de Zeezuiper afhankelijk is van voeding door regenwater en lokaal ondiep grondwater in het winterseizoen. Wegzijging naar de diepte speelt een beperkte rol. De lokale bodemopbouw met veenlagen in de ondergrond is niet in het regionale grondwatermodel verwerkt. Daarom zijn de berekende grondwaterstanden te laag en wordt ook de interactie met het oppervlaktewater onvoldoende goed gesimuleerd.

Het grondwatermodel overschat de wegzijging van water naar de ondergrond. In het westelijke deel van Zoomland, waar Waalre klei aanwezig is, is in zowel het model als in de peilbuismetingen sprake van wegzijging over de Waalre klei (Figuur 5-2 links).

Het grondwatermodel berekent te lage grondwaterstanden en daarom geen lokale kwel aan maaiveld in Zoomland (Figuur 5-2, rechts). Ook de kwel naar de waterlopen is in het model beperkt. De waterlopen aan de zuidrand van het Zoomland hebben nauwelijks een drainerende werking. Aan de oostrand is een beperkte afvoer aanwezig. Wanneer de grondwaterstanden hoger zijn zullen de waterlopen ook meer gaan afvoeren.



Figuur 5-2 Links: Vershil tussen stijghoogte onder de Waalre klei en de grondwaterstand boven de Waalre klei. Blauwe kleuren betekenen opwaartse stroming (kwel), gele en rode kleuren betekenen neerwaartse stroming (wegzijging) over deze kleilaag. Rechts: Kwel of wegzijging aan maaiveld of in de waterlopen. Blauwe kleuren geven kwel aan en geel/rode kleuren wegzijging.

5.4 Aanbevelingen voor het grondwatermodel

Op basis van de hiervoor gepresenteerde bevindingen de belangrijkste aandachtspunten voor het hydrologische systeem van Zoomland op een rij:

- Op voorhand lijkt de meerwaarde van het grondwatermodel voor het berekenen van de effecten van de winning Kruisland op Zoomland beperkt. De systeemanalyse laat zien dat er aanzienlijk weerstand zit tussen de Zeezuiper en het onderliggende eerste watervoerende pakket onder de Waalre klei. Dit is nu niet verwerkt in het grondwatermodel. De effecten van de grondwaterwinning Kruisland op de grondwaterstand en oppervlaktewaterstand van de Zeezuiper zijn daarom op voorhand waarschijnlijk minimaal en nog veel kleiner dan met het huidig model berekend.
- Verbetering van het grondwatermodel is wel relevant als naar het ecohydrologisch functioneren in meer detail naar Zoomland en de verdroging van dit gebied in de laatste jaren wordt gekeken. Maar dit staat los van de winning Kruisland.

Voor de bepaling van het effect van de nieuwe winning Kruisland is het voor Zoomland dus niet nodig om het grondwatermodel te verbeteren. Mocht een verbetering van het grondwatermodel toch aan de orde zijn, dan dient rekening gehouden te worden met de volgende aandachtspunten:

- De Zeezuiper zit niet in het grondwatermodel. Dit ven kan infiltreren en zorgt daarvoor voor vernatting in de directe omgeving voor een deel van het voorjaar.
- Er zijn geen diepe boringen in het oostelijke deel van het Zoomland. Het wel of niet aanwezig zijn van de Waalre klei is daardoor onzeker. Ook Geotop geeft aan dat er mogelijk meer lemig en weinig materiaal aanwezig is.
- Het model berekent onder de Waalreklei1 te hoge stijghoogten. Deze afwijking is aanwezig in een ruim gebied om Zoomland heen en vergt een nadere kalibratie. Aandachtspunten zijn de weerstand van aanwezige kleilagen (zoals de Waalre klei) en de put en debietconfiguratie van de grondwaterwinning Bergen op Zoom.
- In het Zoomland is slechts één peilbuis aanwezig waarvan het filter zo ondiep is dat deze in droge zomers droog kan gaan vallen. Kalibratie op basis van één peilbuis is niet mogelijk. Hiervoor zou het meetnet uitgebreid moeten worden.

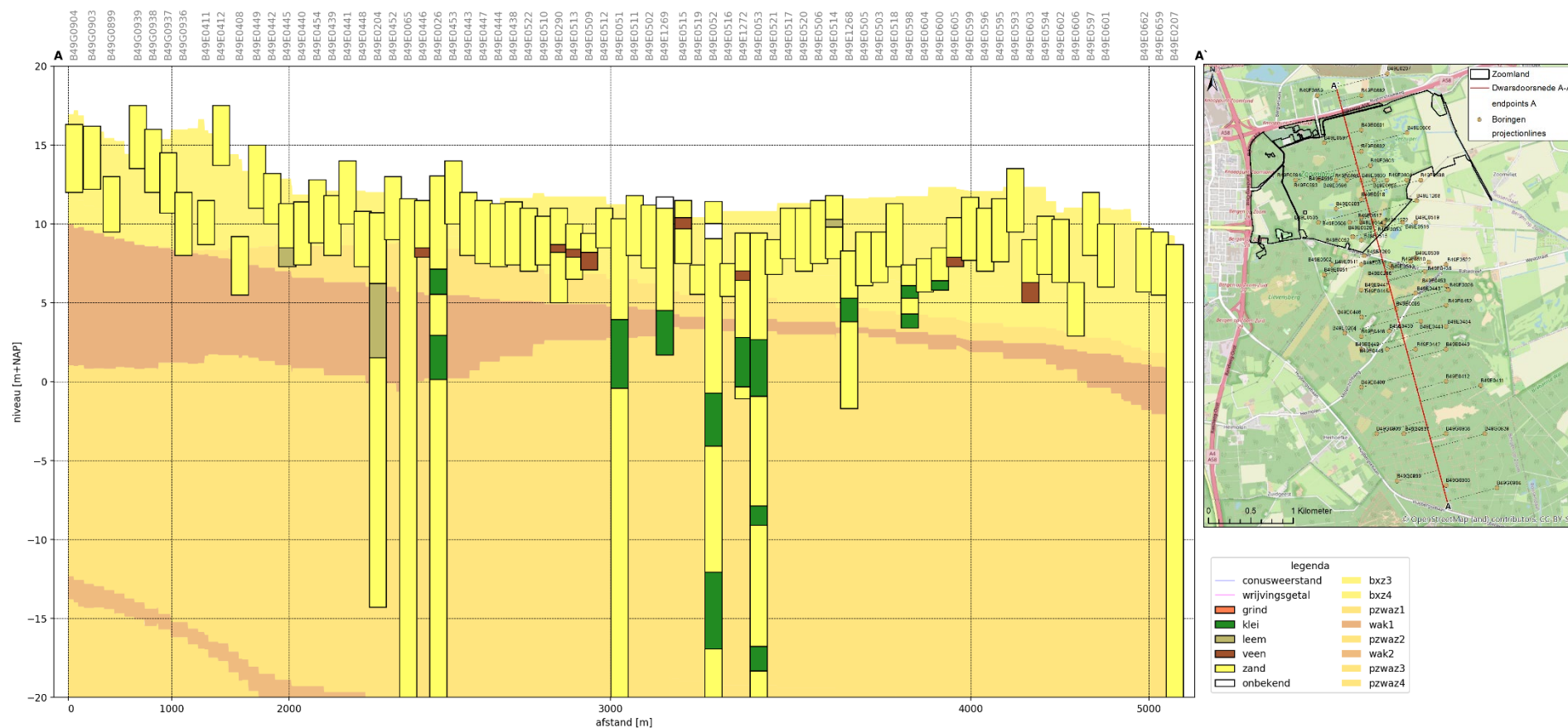
Referenties

- AHN. 2021. Actueel Hoogtebestand Nederland. Online beschikbaar: <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>; Laatste bezocht December 9, 2021.
- Alterra. 2021. Landelijke Vegetatiedatabank. *Landelijke Vegetatie Databank*. Online beschikbaar: <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/googlemapslvddata.aspx?meta=info>.
- Appelo, C. A. J., & D. Postma. 2005. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. 2nd edition. A.A. Balkema Publishers, Leiden.
- van Beers, P. W. M. 1994. *Inventarisatie Noord-Brabantse vennen 1994*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- BHIC. 2021. Brabants Historisch Informatie Centrum, Kaarten en tekeningen. Online beschikbaar: <http://www.bhic.nl/onderzoeken/kaarten>.
- BIJ12. 2021. Index Natuur en Landschap. Online beschikbaar: <https://www.bij12.nl/onderwerpen/natuur-en-landschap/index-natuur-en-landschap/de-index-natuur-en-landschap/>.
- Bles, B., & B. Steeghs. 1974. *Ruilverkavelingsgebied Kruisland - Wouw: de bodemgesteldheid delen 1 en 2*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Bureau Lantschap. 2009. *Ontgonnen verleden - Regiobeschrijvingen provincie Noord-Brabant*. Directie Kennis, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ede.
- Caspers, T. 2012. *Landgoederen in Noord-Brabant - het lief en leed dat landgoed heet*. Picture Publishers.
- Cassaert, M. 2013. *Het ABC van de Turf - 5 eeuwen turfwinning tussen Antwerpen en Breda*. Regionaal Landschap de Voorkempen vzw, Zoersel. Online beschikbaar: <https://www.rldevoorkempen.be/publicaties/alle-publicaties/abc-van-de-turf>.
- van Dam, H., G. H. P. Arts, J. D. M. Belgers, D. Tempelman, C. Dijkers, L. Janmaat, & M. A. A. de la Haye. 2005. *Huidige toestand en vervolgaanpak Brabantse Vennen*. Aquasense en Alterra, Wageningen.
- Geologische Dienst Nederland. 2021. Grondwatertools. Online beschikbaar: <https://www.grondwatertools.nl/grondwatertools-viewer>; Laatste bezocht June 10, 2021.
- Haans, J. C. F. M. 1948. *Een bodemkartering van de omgeving van Bergen op Zoom*. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Hydronet. 2021. *HydroNET Portal*. Online beschikbaar: <https://portal.hydronet.com/login.aspx>; Laatste bezocht April 29, 2021.
- Kadaster. 2021. TopoTijdreis. Online beschikbaar: <http://topotijdreis.nl/>.
- Leenders, K. 2013. *Verdwenen venen. Een onderzoek naar de ligging en exploitatie van thans verdwenen vennen in het gebied tussen Antwerpen, Turhout, Geertruidenberg en Willemstad 1250-1750*. Picture Publishers, Woudrichem.
- Nationaal Archief. 2021. Nationaal Archief, Militaire en topografische kaarten. Online beschikbaar: <https://www.nationaalarchief.nl/onderzoeken/kaarten/militaire-en-topografische-kaarten>.
- NDFF. 2021. Nationale Databank Flora en Fauna. Online beschikbaar: <https://ndff-ecogrid.nl/>.
- Provincie Noord-Brabant. 2018. *Brabantse Wal - Beheerplan*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Provincie Noord-Brabant. 2020. *Natuurbeheerplan Noord-Brabant - Algemene tekst en kaarten*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Royal HaskoningDHV. 2019. *Update Hydrologische Gereedschapskist Noord-Brabant*. Royal HaskoningDHV.
- Schouwenaars, J., S. van der Schaaf, & J. von Asmuth. 2019. De waterhuishouding van hoogvenen. in A. Jansen en A. Grootjans (red.) *Hoogvenen - landschapsecologie, behoud, beheer, herstel*, Uitgeverij Noordboek.
- SOVON. 2021. SOVON Broedvogelmonitoring Brabantse Wal. Online beschikbaar: <https://stats.sovon.nl/stats/gebied/1000128>.
- TNO. 2021. Dinoloket Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond. Online beschikbaar: <https://www.dinoloket.nl/>; Laatste bezocht June 9, 2021.
- TNO. 2003. *Lithostratigrafische nomenclator ondiepe ondergrond*. TNO, Utrecht. Online beschikbaar: <https://www.dinoloket.nl/nomenclator-ondiep>; Laatste bezocht July 26, 2017.
- Waterschap Brabantse Delta. 2021. Vastgestelde Legger Oppervlaktewater. Online beschikbaar: <https://www.brabantsedelta.nl/legger>.
- de Wilde, A. 2020. *Verdieping ecologische verkenning effecten nieuwe onttrekking – effecten op Natura2000-gebied de Brabantse Wal*. Royal HaskoningDHV, Eindhoven.

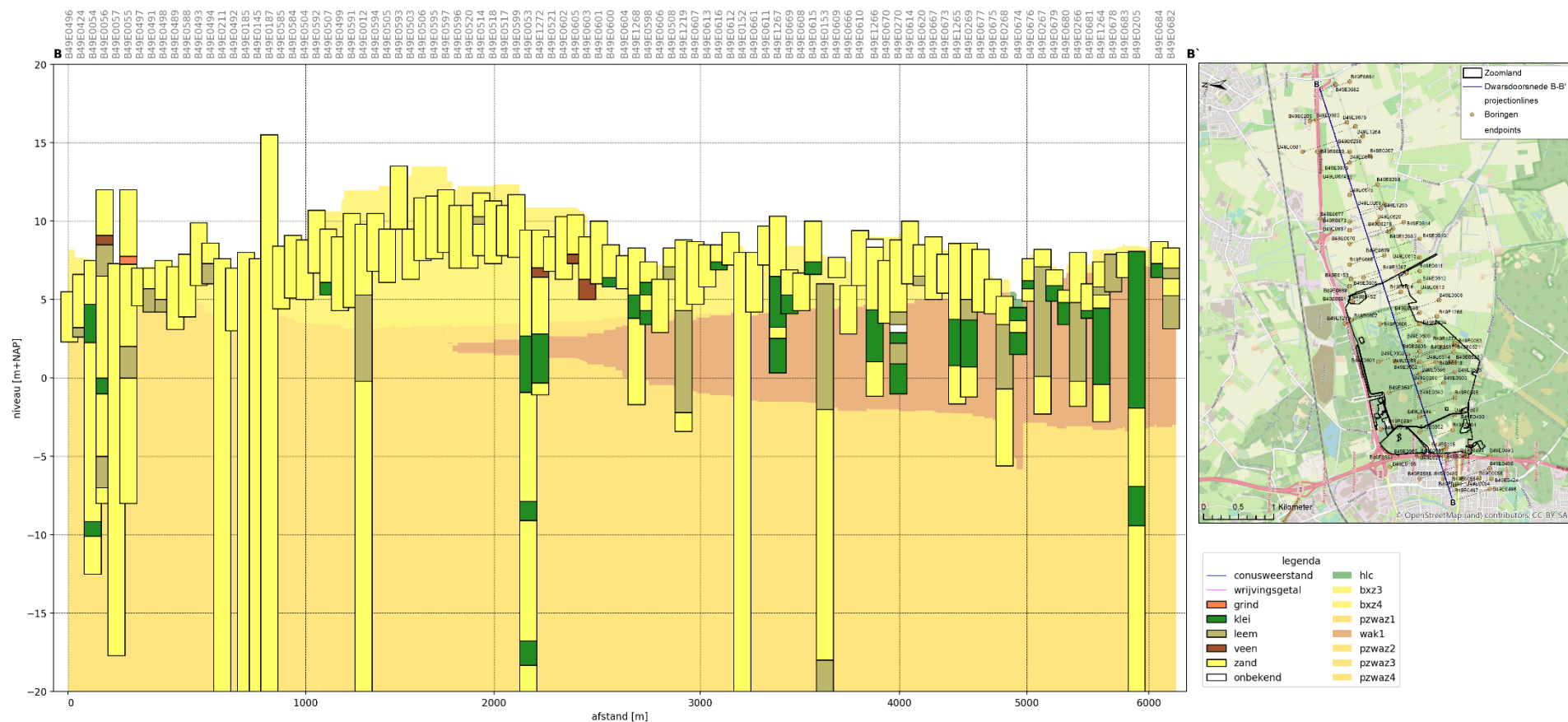
Bijlage 1

Aanvullende kaarten en grafieken

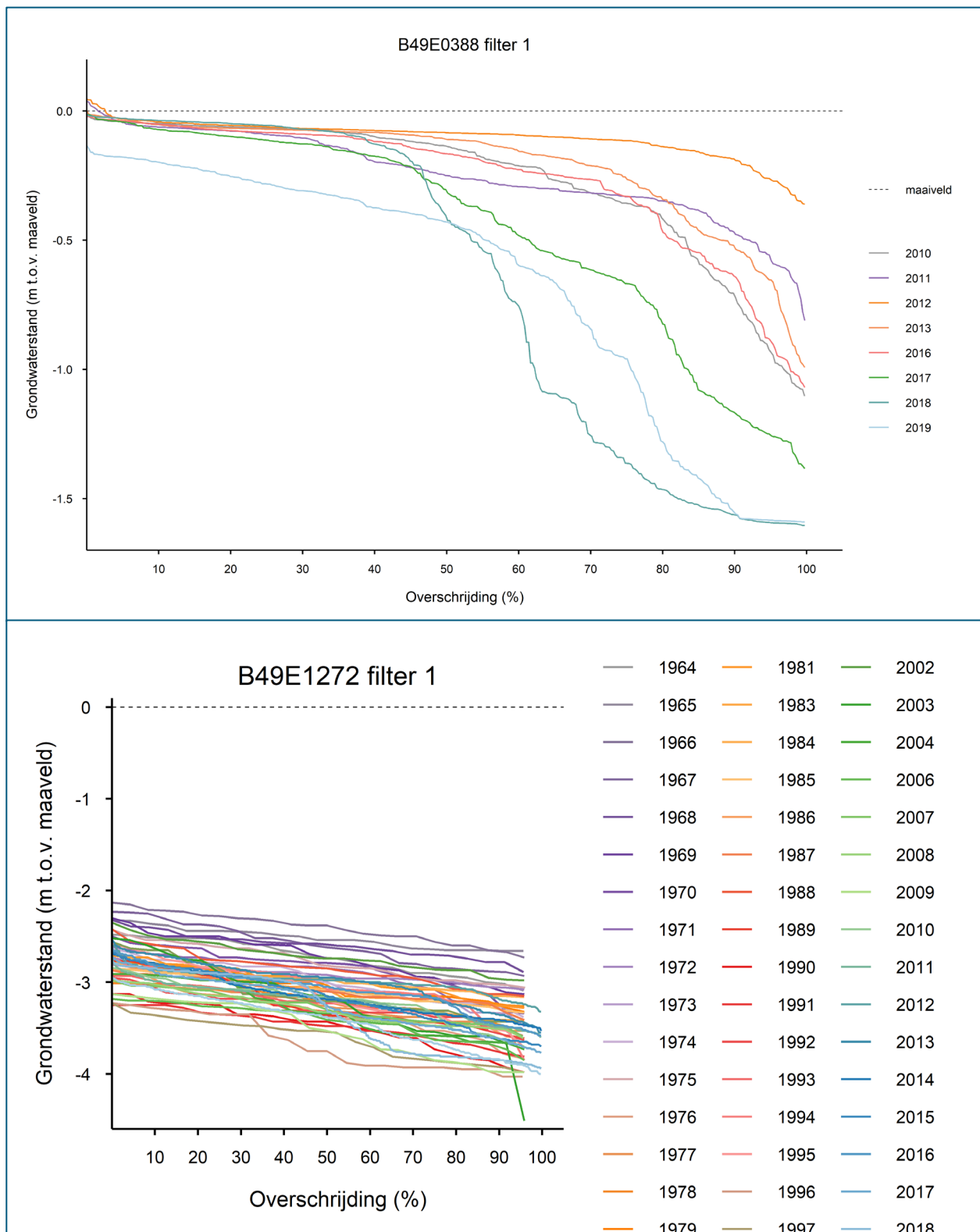




Figuur B-0-1 Geologische dwarsdoorsnede (zuid-noord) met weergave van de verschillende formaties volgens Regis II V2.2 en de beschikbare boringen (TNO 2021).



Figuur B-0-2 Geologische dwarsdoorsnede (zuid-noord) met weergave van de verschillende formaties volgens Regis II V2.2 en de beschikbare boringen (TNO 2021). Opvallend is de grote hoeveelheid boringen met een ondiepe scheidende laag (veen of klei) ter hoogte van de Zeezuiper tussen 2000 en 3000 meter.



Figuur B-0-3 Duurlijnen van de stijghoogtereeks van twee verschillende peilbuizen. Boven toont duurlijnen van een peilbuis nabij de Zeezuiper, waar de grondwaterstanden gedurende een groot deel van het jaar tot aan of vlak onder maaiveld komen. Onder toont duurlijnen van een infiltratiesituatie op de hoge stuifzanden, waar de grondwaterstanden jaarrond ver onder maaiveld liggen.