

RAPPORT

Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant

Halsters Laag

Klant: Brabant Water N.V.

Referentie: BG6186-WM-RP-220818-1249WM

Status: Definitief/0002

Datum: 25 november 2022

Titel document: Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant

Ondertitel: Halsters Laag
Referentie: BG6186-WM-RP-220818-1249WM
Status: 0002/Definitief
Datum: 25 november 2022
Projectnaam:
Projectnummer: BG6186
Auteur(s): RHDHV

Opgesteld door: RHDHV

Gecontroleerd door: RHDHV

Datum: 25-11-2022

Goedgekeurd door: RHDHV

Datum: 25-11-2022

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: Halsters Laag	3
2.2	Opzet van het onderzoek	4
3	Onderdelen van het systeem	6
3.1	Ontstaansgeschiedenis	6
3.2	Hoogteligging	11
3.3	Geologie en bodemopbouw	13
3.4	Hydrologie	19
3.4.1	Oppervlaktewater	19
3.4.2	Grondwater	21
3.5	Vegetatie	28
4	Ecohydrologische interpretatie en sleutelfactoren	31
4.1	Samenvatting van de bouwstenen	31
4.2	Ecohydrologische interpretatie	33
4.3	Sleutelfactoren en autonome ontwikkeling	35
5	Relatie met het hydrologisch model	37
5.1	Beschikbare metingen	37
5.2	Grondwaterstand en stijghoogte	37
5.3	Kwel en wegzijging	39
5.4	Effect van maatregelen en tijdreeksanalyse	40
5.5	Aanbeveling voor het grondwatermodel	42
	Referenties	43

Bijlagen

Duurlijngrafieken voor een aantal peilbuizen in Halsters Laag

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 bijvoorbeeld aan lokale leemvoorkomens. 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 nu berekende invloedssfeer. 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 en het Smitendonksbosje.
5. Rozenven.
6. Gastels Laag.
7. Cruijslandse Kreken.

Voor elk van deze gebieden wordt een ecohydrologische systeemanalyse uitgevoerd. In dit rapport is de systeemanalyse voor Halsters Laag beschreven. Naast onderdeel van Natuurnetwerk Brabant, is Halsters Laag óók een zogenoemde Natte Natuurparel. Het gebied is 281 hectare groot. Het areaal *gerealiseerde natuur* binnen de Natte Natuurparel is grotendeels in eigendom bij Staatsbosbeheer en deels in eigendom bij het Landgoed Dassenberg en enkele particulieren. Het areaal *nog te realiseren natuur* is in eigendom bij enkele agrariërs en particulieren.

1.2 Doel

Doel van het onderzoek is om systeemkennis op te doen. Een ecohydrologische systeemanalyse is hiervoor een prima middel. Een dergelijke analyse maakt inzichtelijk 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 Halsters Laag 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.

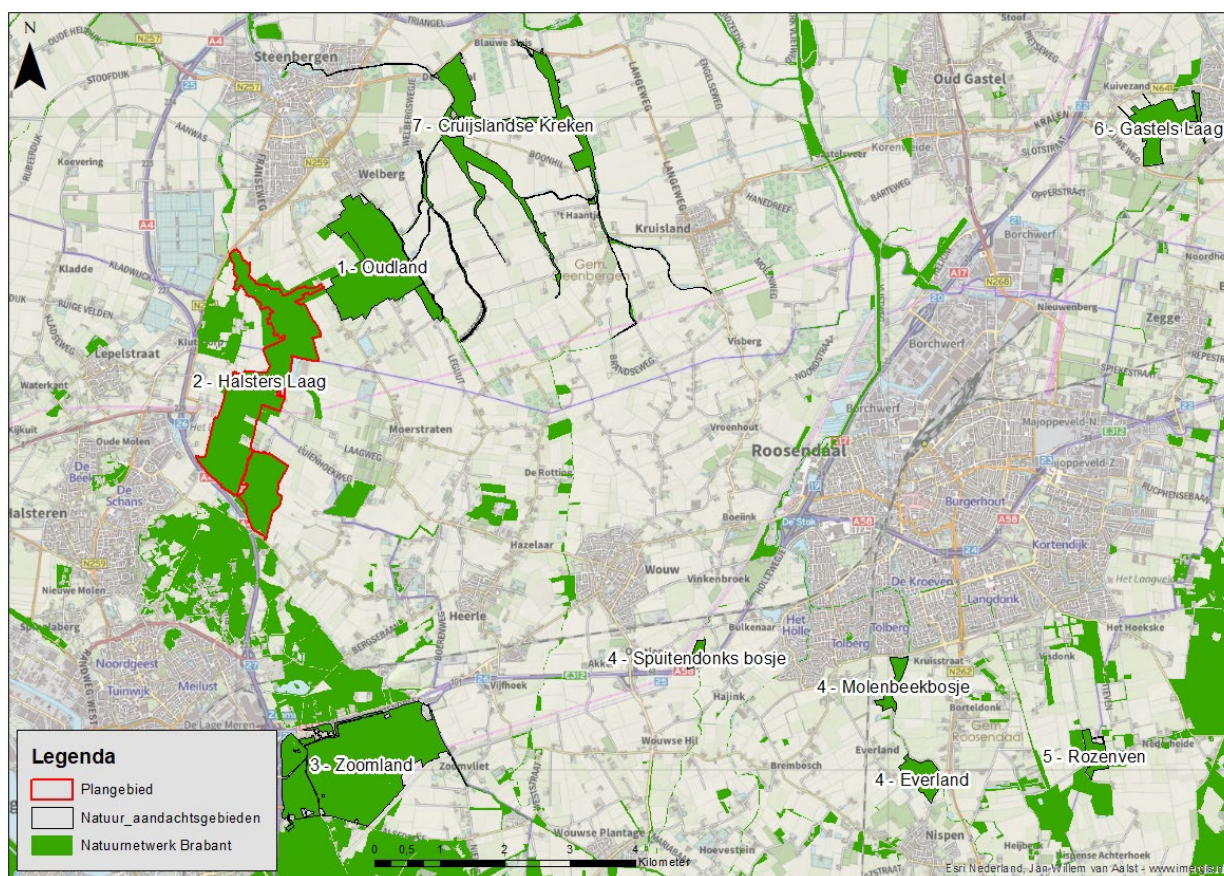
Deze rapportage gaat niet in op:

- 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: vermesting 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.

1.3 Leeswijzer

Onderstaand wordt eerst 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 een reflectie gegeven op de berekende grondwaterstanden en stijghoogten met het geohydrologisch model.



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

2 Onderzoeksgebied en opzet van het onderzoek

2.1 Onderzoeksgebied: Halsters Laag

Het onderzoeksgebied bevindt zich ten noordoosten van Bergen op Zoom en ten zuiden van Steenbergen. Figuur 2-2 geeft de ligging van deze deelgebieden en tevens de belangrijkste toponiemen (rood omlijnd) die in deze rapportage worden gebruikt^{1 2}.

Halsters Laag ligt geheel binnen provincie Noord-Brabant, binnen de gemeenten Bergen op Zoom, Steenbergen en Roosendaal. Het gebied ligt aan weerszijden van de watergang Ligne of Bergsche Water (in het vervolg: De Ligne). Het wordt aan de zuidkant begrensd door de weg Laageinde (parallelweg van de snelweg A4) en de Schansbaan en aan de noordkant door het Oudlandsdijkje. Aan de noordwestkant ligt het particuliere Landgoed Dassenberg, bestaande uit bossen en bouwland in een lanenstructuur. Enkele natte bossen en natuurterreinen in het Halsters Laag maken deel uit van dit landgoed. Aan de noordoostkant ligt Natte Natuurparel Oudland. Halsters Laag ligt op de Naad van Brabant, waar pleistoceen zand overgaat in zeekleigebied.

In dit rapport wordt Halsters Laag verdeeld in drie deelgebieden, van elkaar gescheiden door De Ligne, met ieder een afwijkende geologische opbouw en hydrologie. Het deelgebied Noord omvat Oudlands Laag en een deel van Halsters Laag, het deelgebied Zuid-Oost omvat Het Laag en het deelgebied Zuid-West omvat het Halsters Laag ten westen van De Ligne. De beschrijving van de onderdelen van het systeem van Halsters Laag in dit rapport gebeurt mede aan de hand van deze deelgebieden.



Figuur 2-1 Deelgebied Zuid-West in het Halsters Laag. Foto: mei 2022.

¹ De benaming voor de verschillende gebieden in Halsters Laag volgt uit de vroegere Gemeentelijke indeling. Het Oudlands Laag ligt in de gemeente Steenbergen. Het Halsters Laag ligt ten westen van De Ligne in de vroegere gemeente Halsteren. Het Laag ligt ten oosten van De Ligne in de gemeente Bergen op Zoom en voor een klein deel in de vroegere gemeente Wouw.

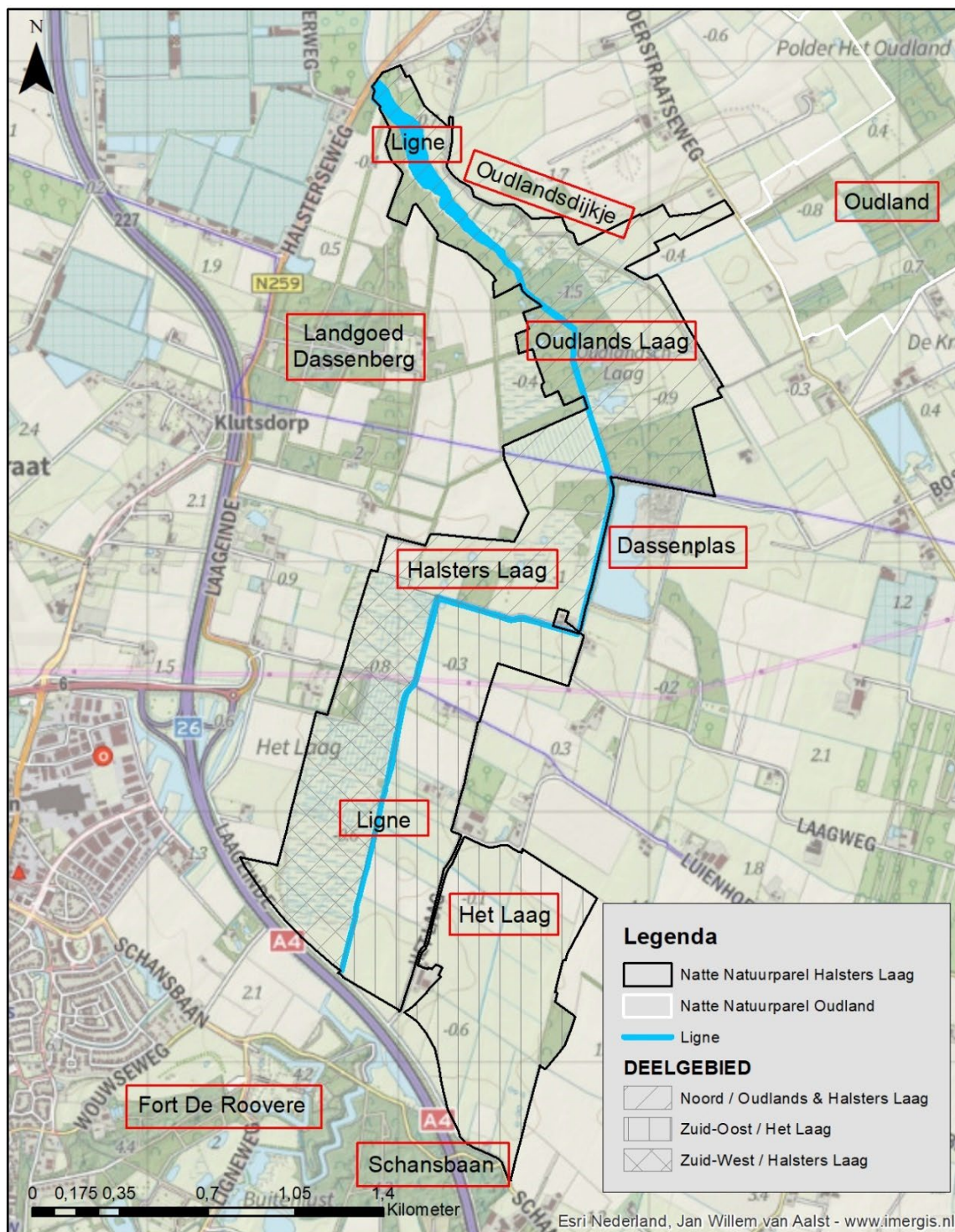
² Staatsbosbeheer hanteert een iets andere indeling. In het object Het Laag (dat ook delen van Oudland omvat) worden de gebieden Oudlands Laag en Halsters Laag onderscheiden. Als grens wordt hier ook de gemeentegrens van Steenbergen gehanteerd (Courbois et al. 2016).

2.2 Opzet van het onderzoek

Het onderzoek richt zich primair op het inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van Halsters Laag. 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. Dat volgt in hoofdstuk 4. 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 (Bles and Steeghs 1974; AHN 2021; Dinoloket 2021; TNO 2021).
- Bestaande hydrologische informatie (Dinoloket 2021; Ebbens 2021; Hydronet 2021).
- Informatie over vegetaties, flora en fauna (Cools et al. 2006; Courbois et al. 2016; Alterra 2021, SBB 2021).
- Historisch geografische informatie en uit de literatuur beschikbare, relevante onderzoeksresultaten (Leenders 2013) en (historische) kaarten (BHIC 2021; Kadaster 2021; Nationaal Archief 2021).
- Recente ontwikkelingen in en rondom Halsters Laag (Groen Ontwikkelfonds Brabant 2021; Topografische Dienst 2021).



Figuur 2-2 Geografische ligging van het onderzoeksgebied Halsters Laag, met de begrenzing van de Natte natuurparel als zwarte lijn en wit gearceerd de ligging van drie deelgebieden. In rood omkaderd de belangrijkste toponiemen, gebruikt in deze rapportage. In lichtblauw de ligging van De Ligne.

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.

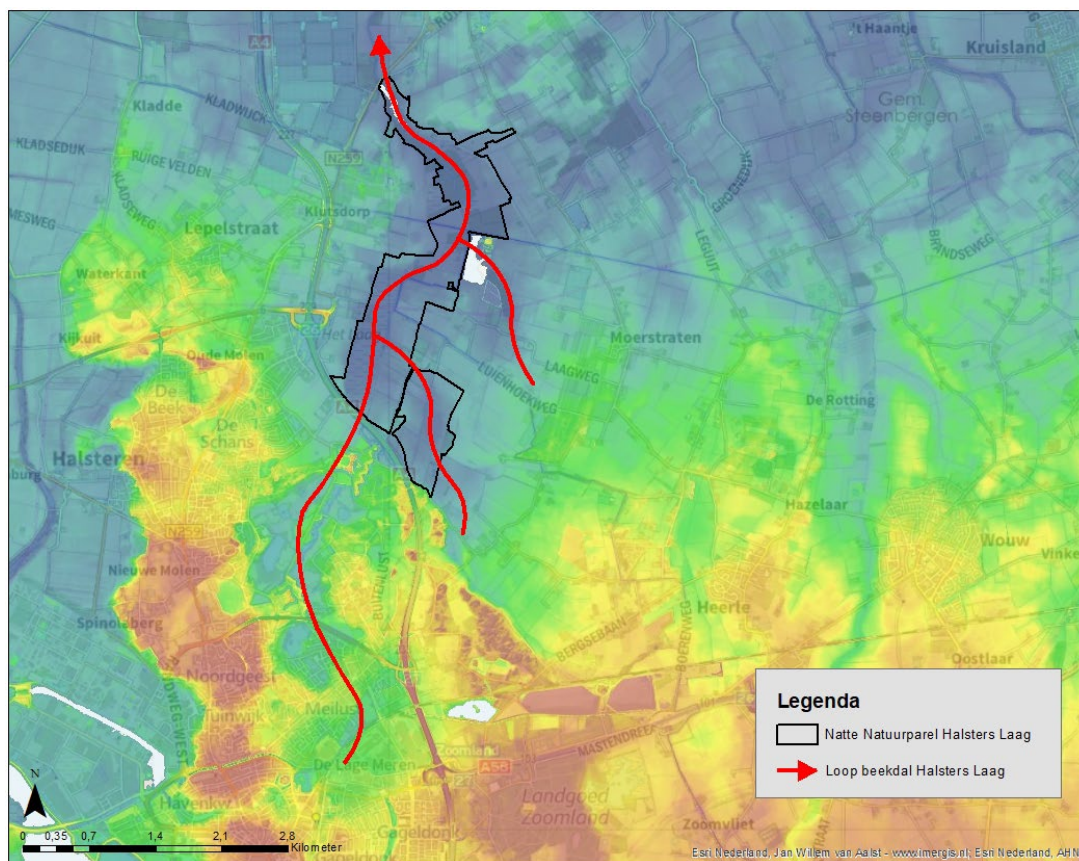
3 Onderdelen van het systeem

Onderstaand worden de aan geologie, bodem, hoogteligging en hydrologie gerelateerde aspecten besproken met betrekking tot Halsters Laag. Gestart wordt met een beschrijving van de ontstaansgeschiedenis van Halsters Laag. 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

Het laaggelegen gebied ten noordoosten van de Brabantse Wal dat bekend staat als Halsters Laag stamt uit het Laat-Pleistoceen, het Eemien, zo'n 120.000 jaar geleden. In deze warme periode tussen de voorlaatste (Saalien) en de laatste ijstijd (Weichselien) heeft het water een aantal zuid – noord lopende beekdalen uitgesleten in het dekzandplateau van westelijk Noord-Brabant (Figuur 3-1). Zo is ook het Halsters Laag ontstaan.

In de laatste ijstijd zijn deze beekdalen in West-Brabant onder invloed van sterke westenwinden deels opgevuld en afgesnoerd. Het geologische beekdal ten zuiden van Halsters Laag is met stuifzanden opgevuld tot aan de huidige Schansweg. In dit zuidelijke deel van het geologische beekdal liggen enkele natte laagten en wateren, zoals de Grote Melanen en Kleine Melanen. Aan de noordkant is Halsters Laag deels met stuifzanden opgevuld bij Landgoed Dassenberg (zie verder paragraaf 3.2). In de zo ontstane afgesloten laagte ontstond een meer dat in het Holoceen vervolgens opgevuld raakte; eerst met laagveen en daarna met hoogveen. Dit veengebied waterde af naar het noordwesten via een smalle laagte tussen het Landgoed Dassenberg en het Oudland.



Figuur 3-1 Beekdal Halsters Laag, ontstaan in het Eemien en later deels met zand opgevuld in het Weichselien. Ondergrond AHN (2021).

Ontginningsgeschiedenis

Tot aan de 12^e eeuw was West-Brabant dunbevolkt. Grote delen van het gebied bestonden uit moerassen, natte laagten en venen. Een van de weinige bewoonde plekken was De Zoom of Brabantse Wal, waarop onder andere Bergen op Zoom en Halsteren liggen. Vanwege de vraag naar brandstof vanuit de steden in Vlaanderen, werd in West-Brabant vanaf de 12^e eeuw het veen ontgonnen (Renes 1984a, 1984b). De te vervenen gebieden werden in blokken uitgegeven door de landsheren uit Bergen op Zoom en Breda. Met de vervening van Halsters Laag en veengebieden in het aangrenzende Oudland werd rond 1260 begonnen vanuit Steenbergen. Steenbergen diende als overslagplaats voor de turf en van hieruit werden turfvaarten in de richting van Halsters Laag aangelegd. De Ligne is ontstaan uit deze turfvaarten en dateert in oorsprong uit deze tijd (Leenders 2013).



Figuur 3-2 Natte Natuurparel Halsters Laag op een kaart uit 1628. Uitsnede uit de "Kaerte verlonende de grontteijckeningen der steden Bergen op den Zoom, Steenbergen met de omliggende forten, wateren, morassen, dijcken &c, tusschen ende omtrent derselve gelegen, alsoo derselve door last van Sijn Princel. Excell. met de velmate sijn afgemeten ende gecarteert in de maand van sept. anno 1628 bij Fran. Van Schoten, professor der fortificatiën tot Leyden". Bron: Brabants Historisch Informatiecentrum; archieftoegang 343-001685 (BHIC 2021).

Aan het eind van de 80-jarige Oorlog werd Halsters Laag opgenomen in de verdedigingslinie van Bergen op Zoom - Steenbergen (Renes 1984a). In 1628 werd begonnen met de aanleg van inundatiegebieden en een reeks forten en versterkingen op de zwakke punten in deze linie. Bij Steenbergen werd een inundatiesluis aangelegd, waarmee zout water via De Ligne in Halsters Laag kon worden ingelaten (Figuur 3-2). Ten zuiden van Halsters Laag dienden de Grote Melanen en Kleine Melanen als natuurlijke verdediging. Fort De Roovere is aangelegd op een zwakke plek in de linie bij de Schansweg, waar het geologische beekdal met stuifzand was opgevuld.

Aan het eind van de 18^e eeuw verviel het belang van Halsters Laag als inundatiegebied. Het gebied dat achterbleef was een moeras en was grotendeels te nat om als hooiland of weiland in gebruik genomen te worden. Wel werd er weer turf gewonnen. Op een topografische kaart voor Steenberg en omgeving uit 1841 (Figuur 3-3; Nationaal Archief 2021) is zichtbaar dat op verschillende plaatsen vanaf de hoge gronden aan de rand van Halsters Laag wordt begonnen met turfwinning in zogenaamde eendagsputten. Uiteindelijk is zo heel Halsters Laag opnieuw verveend. Vanaf de jaren 30 van de vorige eeuw is een deel van deze uitgeveende gronden geleidelijk aan begreppeld en in gebruik genomen als grasland.

Recente ontwikkelingen

In de jaren 70 is op een terrein van 15 hectare grenzend aan De Ligne en het Oudlands Laag, nu de Dassenplas (zie Figuur 1-1), een zandwinlocatie gerealiseerd. De winning liep door tot in de jaren 90. Vanwege de ligging direct naast de Natte Natuurparel Halsters Laag en het (mogelijk) verdrogend effect wordt de plas vanaf 2004 weer opgevuld met schone grond en baggerspecie en heringericht tot een natuurlijk plas- drasgebied (Dagelijks Bestuur Waterschap Brabantse Delta 2020; Hagens 2021). Op basis van de ruimte voor berging van 1 miljoen m³ grond/baggerspecie kan een waterdiepte van 8 tot 10 meter worden aangenomen³. Inmiddels is de Dassenplas tot de helft van de oppervlakte opgevuld.

Eind jaren tachtig van de vorige eeuw is in het gebied rondom Halsters Laag de Ruilverkaveling Kruisland-Wouw uitgevoerd. In deze ruilverkaveling is de waterhuishouding van het omringende hoge land dat via De Ligne afwatert, verbeterd ten behoeve van de landbouw. In deelgebied Zuid-Oost / Het Laag en aan de oostzijde van deelgebied Noord zijn voorheen sterk begreppelde percelen geëgaliseerd. De mogelijkheden voor akkerbouw zijn hier verbeterd. De laagste delen van Halsters Laag zijn in de ruilverkaveling ongemoeid gebleven. In latere jaren zijn ook hier percelen verbeterd, vermoedelijk door bezanding.

Een recente ontwikkeling is het natuurbeheer door Staatsbosbeheer van natte bossen en graslanden in Halsters Laag. In het Oudlands Laag en het Halsters Laag liggen oudere reservaatgebieden met natte schraallanden. In 1995 zijn in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag op 3 hectare, en in 1996 in het Oudlands Laag in deelgebied Noord op 2 hectare, ondiepe plassen en oeverzones ingericht. In het 2009 is in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag een oppervlakte van ruim 30 hectare ingericht. Na maaiveldverlaging is de begreppelingsstructuur uit de jaren 50 weer tevoorschijn gekomen en zijn enkele ondiepe plassen gerealiseerd. In 2019 zijn ook op Landgoed Dassenberg enkele laaggelegen graslandpercelen grenzend aan de Natte Natuurparel in het Oudlands Laag als natuur ingericht. Opmerkelijk is de inrichting van een particulier perceel in het ten noorden van de Schansbaan in deelgebied Zuid-Oost / Het Laag waarbij een reeks poelen is verbonden met een ontwateringssloot (Figuur 3-4; Groen Ontwikkefonds Brabant 2021; Topografische Dienst 2021). Tenslotte is in 2020 ten zuiden van de Schansweg de EVZ Kraggeloo gerealiseerd direct grenzend aan het stuifduincomplex van de Brabantse Wal. Daarbij is de oude ontwaterende Kraggeloo verondiept.

³ Over de diepte van de plas bestaat onduidelijkheid. In een nieuwsbericht vermeldt de eigenaar van de Dassenplas een diepte van 25 meter. Het waterschap meldt dat er ruimte is voor de berging van 1 miljoen m³ grond. Bij een wateroppervlak van 12 hectare is de diepte van de plas circa 8 tot 10 meter.



Figuur 3-3 Topografische kaart voor Halsters Laag en omgeving verkend in 1837 (Nationaal Archief 2021). De witte lijn geeft de begrenzing van Halsters Laag, en de zwarte lijn de begrenzing van Oudland (rechts).

Resumé ontstaansgeschiedenis

- Halsters Laag is van oorsprong een beekdal dat is uitgesleten in de hogere zandgronden van West-Brabant. Dit beekdal is later op enkele plekken opgevuld met stuifzand. Het zo ontstane meer is vervolgens dichtgegroeid met veen.
- Halverwege de 12e eeuw is vanuit Steenberg en gestart met de turfwinning in Halsters Laag. Daartoe zijn turfvaarten aangelegd die het gebied doorsneden. De huidige Ligne is ontstaan uit deze turfvaarten.
- Aan het eind van de 80-jarige Oorlog is Halsters Laag als inundatiegebied deel gaan uitmaken van de verdedigingslinie tussen Bergen op Zoom en Steenberg en.

- Nadat het belang van Halsters Laag als inundatiegebied was afgenomen is het gebied opnieuw verveend. Vanaf de jaren 30 van de vorige eeuw is een deel van de uitgeveende gronden begreppeld en in gebruik genomen als grasland.
- De meest recente ontwikkeling in Halsters Laag is maaiveldverlaging ten behoeve van natuurontwikkeling in 1995 en 1996 in Halsters Laag & Oudlands Laag, in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag (2009) en op enkele percelen van Landgoed Dassenberg in het Oudlands Laag (2019).



Figuur 3-4 Luchtfotobeelden van de inrichting van natuurterreinen in Halsters Laag. Bovenste foto's Inrichting Het laag in 2009: links vóór inrichting in 2008, rechts na inrichting in 2010. Onderste foto's inrichting op particulier terrein: links inrichting op Landgoed Dassenberg net buiten Halsters Laag, rechts inrichting in de zuidoosthoek van Het Laag (Topografische Dienst 2021).

3.2 Hoogteligging

Halsters Laag ligt rondom ingesloten tussen dekzandruggen en stuifduincomplexen (Figuur 3-5). Aan de oostzijde loopt een dekzandrug vanaf Heerle en Wouw door tot aan Steenberg. Natte Natuurparel Oudland grenzend aan het Oudlands Laag, ligt op een lager gedeelte van deze dekzandrug. Aan de westzijde van Halsters Laag liggen de noordelijke uitlopers van de Brabantse Wal. De Brabantse Wal loopt door tot aan Landgoed Dassenberg. Aan de noordwestzijde vernauwt het Halsters Laag tot een smal dal (circa 150 meter) tussen Landgoed Dassenberg en het Oudlandsdijkje. De Ligne volgt in grote lijnen de laagten in het terrein en stroomt door dit dal naar het noordwesten.

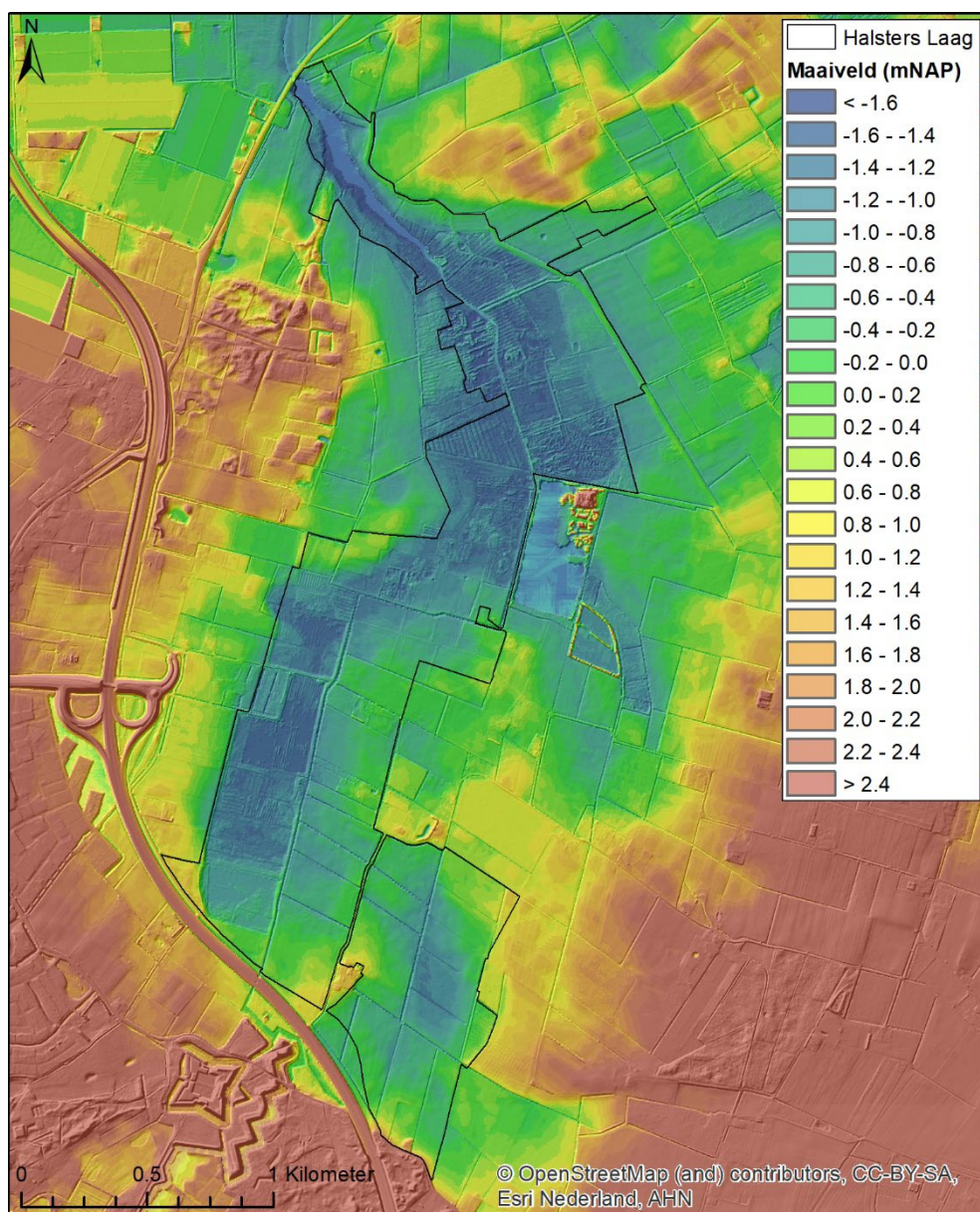
Halsters Laag ligt diep tussen de omringende dekzandruggen. Het maaiveld in het Halsters Laag ligt vrij vlak en varieert tussen -1,5 en +0,6 meter NAP. De laagste terreindelen liggen in het natuurgebied. In deelgebied Noord / Oudlands & Halster Laag varieert het maaiveld tussen -1,5 en -1,2 meter NAP. Deelgebied Zuid-West / Halsters Laag is grotendeels in 2009 ingericht. Hier is op delen een maaiveldverlaging uitgevoerd van 40 tot 60 cm en varieert het maaiveld tussen -1,5 en -0,8 meter NAP. Het maaiveld in deelgebied Noord is eveneens sterk vergraven. Dat is terug te voeren op turfwinning en begreppeling en vermoedelijk ook bezanding van percelen voor beweiding. Beide deelgebieden kennen een sterk microreliëf.

Het deelgebied Zuid-Oost / Het Laag is grotendeels nog niet ingericht en heeft een hoogteligging tussen -1,20 en +0,4 meter NAP (met enkele kopjes tot +1,0 meter NAP). Het ontbreken van microreliëf weerspiegelt het landbouwkundig gebruik.

De hoge delen van de dekzandruggen rondom Halsters Laag liggen op 4 tot 8 meter +NAP. Op de Brabantse Wal liggen stuifduincomplexen op Landgoed Dassenberg en aan de zuidzijde bij Fort De Roovere ten zuiden van de Schansweg. Op Landgoed Dassenberg bereiken de toppen van deze duinen een hoogte tot 5 meter + NAP. Bij de Schansweg reiken de toppen van deze stuifduinen van 7 meter + NAP tot ruim 12 meter + NAP. Het hoogteverschil tussen het Halsters Laag en de toppen van de aangrenzende stuifduinen is hier 7 meter.

Resumé hoogteligging

- Het maaiveld in Halsters Laag varieert tussen -1,5 en +0,6 meter NAP.
- Het Halsters Laag wordt omringd door dekzandruggen en stuifduincomplexen. De dekzandruggen zijn tot +4 meter NAP hoog. De toppen van de hoogste stuifduinen reiken aan de zuidzijde tot 12 meter + NAP.
- In het noordwesten vernauwt het Halsters Laag tot een smal dal (circa 150 meter) waardoorheen De Ligne stroomt.
- In het gedeelte dat als natuur wordt beheerd varieert het maaiveld overwegend tussen -1,5 en -0,8 meter NAP. De laagste delen vinden we in deelgebied Noord aan weerszijden van De Ligne en direct ten westen van De Ligne.
- Het maaiveld in de natuur kent een sterk microreliëf deels als gevolg van vroegere turfwinning, deels als gevolg van begreppeling ten behoeve van beweiding.
- De hoogste delen van Halsters Laag zijn de grotendeels nog naar natuur om te vormen en nog in te richten gedeelten in deelgebied Zuid-Oost / Het Laag.



Figuur 3-5 Maaiveldhoogte Halsters Laag (zwarte polygoon) in meter + NAP (AHN 2021).

3.3 Geologie en bodemopbouw

Ondergrond

Halsters Laag ligt op de overgang van het Brabantse zandgebied naar de zeekleigebieden. Aan het maaiveld liggen overwegend venige en deels antropogene (opgebrachte grond) afzettingen uit het Holoceen (groen HLc in Figuur 3-6). In delen van het gebied komen ook dekzandafzettingen voor uit het Weichselien, de Formatie van Boxtel (geel BXz in Figuur 3-6). Dit zijn dekzandkopjes die vanaf de flanken tot in Halsters Laag doorlopen (TNO 2021).

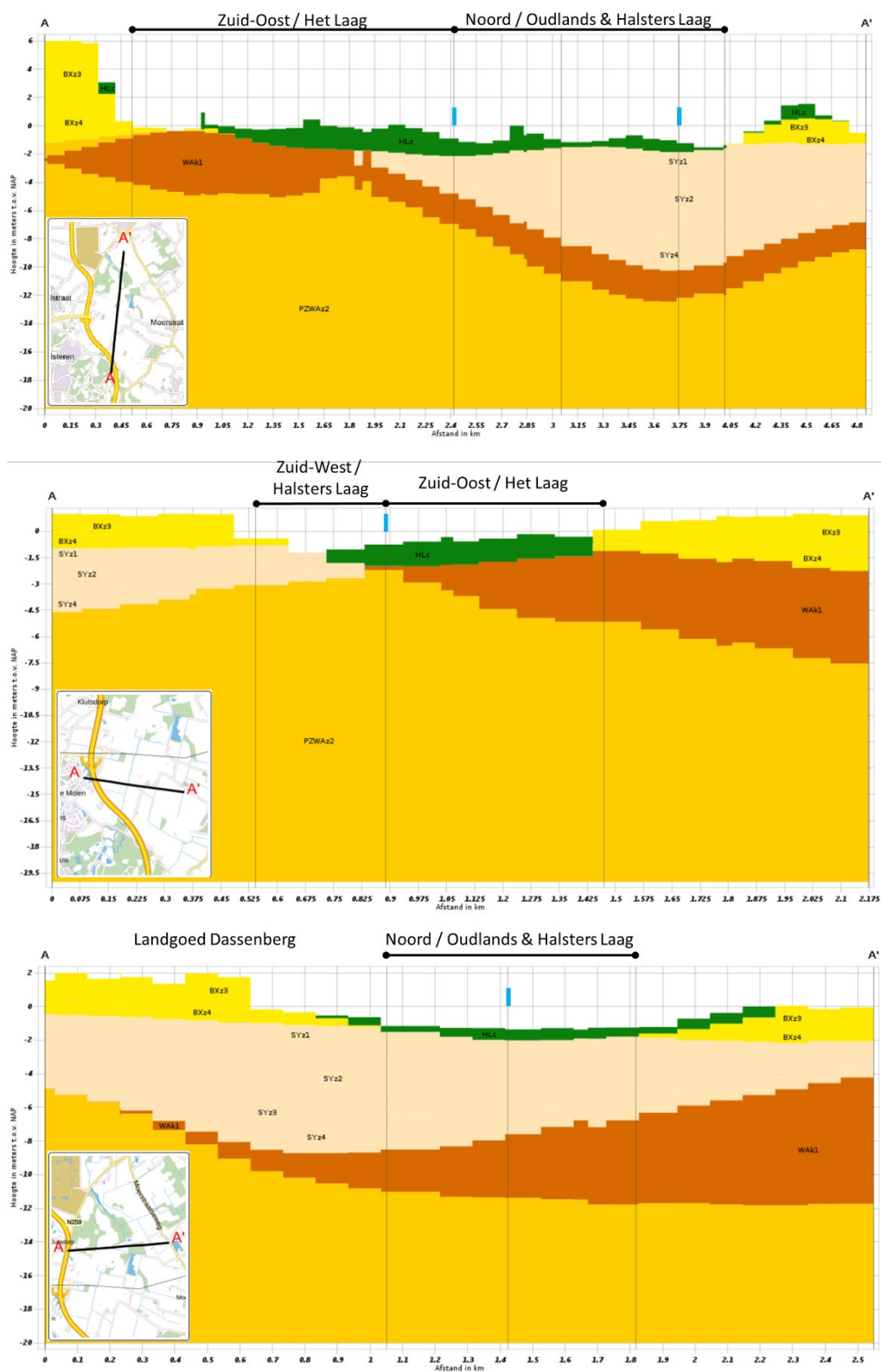
De veenafzettingen rusten overwegend op de Formatie van Stramproy (beige SYz in Figuur 3-6). Deze formatie uit het Vroeg-Pleistoceen bestaat vooral uit zandige afzettingen. Het zijn eolische afzettingen of afzettingen vanuit een riviersysteem uit het zuiden, het huidige Scheldebekken (TNO 2021). De Formatie van Stramproy loopt door in de omgeving (Oudland, Landgoed Dassenberg) en bereikt onder deelgebied Noord een maximale dikte van 8 meter. In deelgebied Zuid-Oost / Het Laag wigt de Formatie van Stramproy uit tegen de eerste kleiige eenheid van de Formatie van Waalre. De Formatie van Stramproy is goed doorlatend, al zijn lokaal wel kleiige laagjes aanwezig.

De eerste weerstand biedende laag in de ondergrond is de eerste kleiige eenheid van de Formatie van Waalre (roodbruin Wak1 in Figuur 3-6). Deze formatie bestaat in West-Brabant uit Vroeg-Pleistocene estuariene afzettingen (van Oosten 1967; TNO 2021). Hoewel de Waalre klei in de regel getypeerd wordt als een kleipakket, is deze formatie vaak sterk gelaagd en bestaat uit kleiafzettingen met inschakelingen van zand, leem en veen. Daarmee is allerm minst zeker dat deze weerstand biedende laag overal vergelijkbaar van weerstand is. Lokaal kan de doorlatendheid relatief hoog zijn.

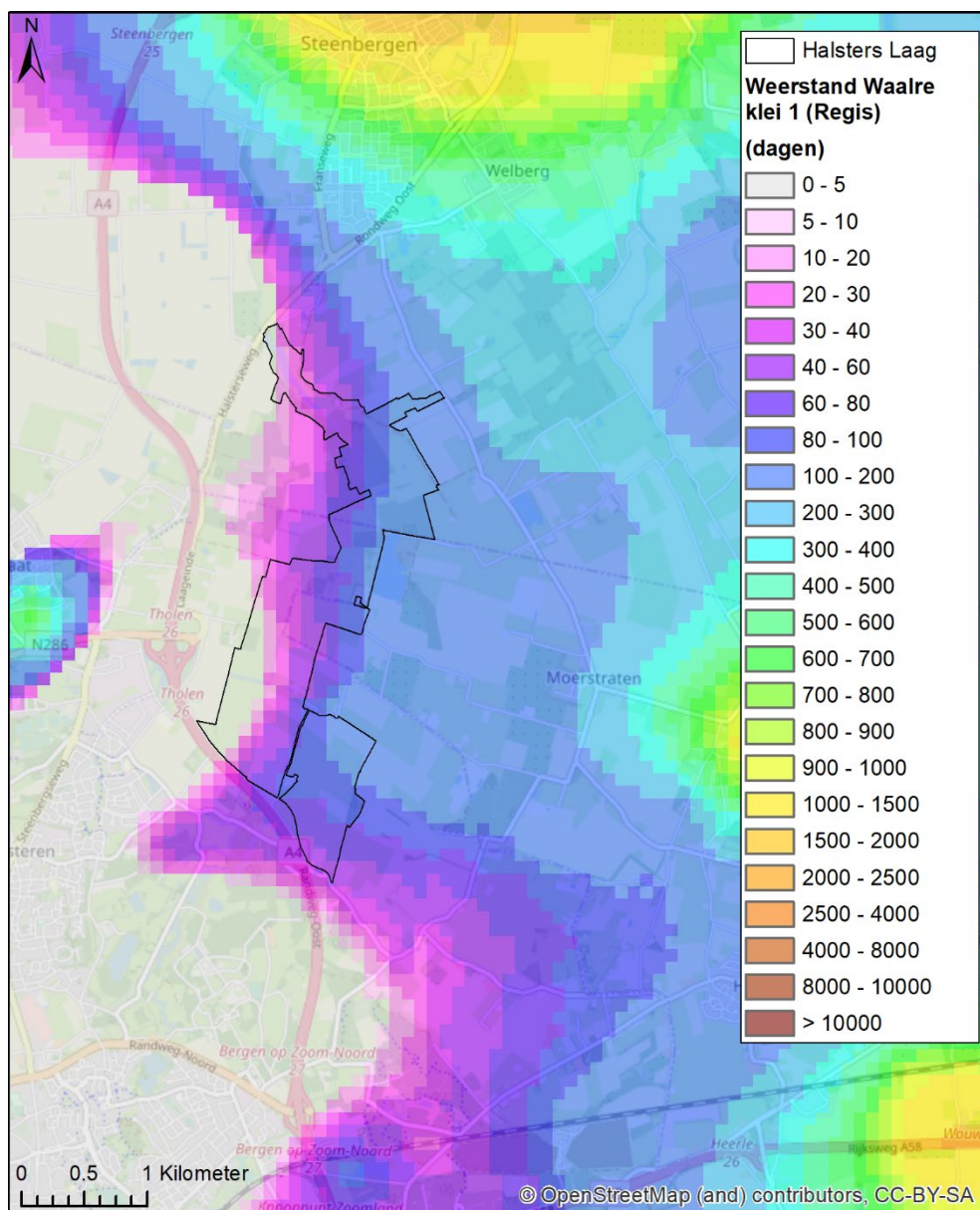
De Waalre klei wordt vrijwel overal onder Halsters Laag aangetroffen (Figuur 3-7). Alleen onder deelgebied Zuid-West ontbreekt de Waalre klei grotendeels. De dikte neemt af van 4 tot 5 meter aan de oostrand tot 2 meter aan de westrand van Halsters Laag. In deelgebied Zuid-Oost / Het Laag wordt de Waalre klei aangetroffen dicht onder maaiveld (Figuur 3-6). De Waalre klei heeft hier een dikte tot 4 meter en wordt afgedekt grotendeels door Holocene afzettingen en deels door stuifzanden van de Formatie van Boxtel. In de diepe boring B49E0142 in Het Laag is de Waalre klei aangetroffen op 1 meter onder maaiveld met een dikte van ruim 5 meter en bestaat uit zeer fijn, sterk kleiig zand. Zuidelijk van Halsters Laag wigt de Waalre klei uit onder het stuifzandgebied ten zuiden van de Schansweg.

Een aantal zaken vallen op aan de bodemopbouw onder Halsters Laag. Onder deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag vormt de Waalre klei als het ware een kom tot 8 meter diep die is opgevuld met de zandige afzettingen van de Formatie van Stramproy. Deze kom loopt door tot onder Oudland (zie aldaar). Grondwater dat vanaf de flanken en met name vanuit het oosten over de Waalre klei toestroomt kan zich in deze kom verzamelen. Gecombineerd met het feit dat Halsters Laag omringd wordt door hogere zandgronden en een smalle uitstroomopening heeft voor De Ligne naar het noordwesten, zijn de grondwaterstanden hier van nature constant hoog (cf. paragraaf 3.2). De Dassenplas ligt op de rand van deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag. Bij een diepte van 8 tot 10 meter is mogelijk ook de Waalre klei weggegraven. In dat geval ontstaat een kortsluiting tussen het diepe en het ondiepe grondwaterpakket. In het ondergrondmodel Regis II V2.2 is de Waalre klei onder de Dassenplas wel aanwezig.

In deelgebied Zuid-Oost waar de Waalre klei dicht aan het oppervlak voorkomt, grenst Halsters Laag aan een stuifzandcomplex met hoge stuifduinen ten zuiden van de Schansweg. De Waalre klei wigt uit onder dit stuifzandcomplex. Grondwater dat naar het noorden wegstroomt blijft hier dicht aan maaiveld. De gronden zijn van nature nat (zie ook Figuur 3-2 en Figuur 3-3). In deelgebied Zuid-West ten westen van De Ligne, ontbreekt juist een weerstand biedende laag dieper in de ondergrond.



Figuur 3-6 Enkele dwarsdoorsneden met toponiemen voor de bodemopbouw onder Halsters Laag zoals weergegeven in Dinoloket in het ondergrondmodel Regis II V2.2. De blauwe streepjes markeren de locatie van De Ligne. Boven: oriëntatie Zuid-Noord. Midden en onder: oriëntatie West-Oost.



Figuur 3-7 Ruimtelijke verbreiding Waalre klei uit Dinoloket.

Bodem

Ten behoeve van de ruilverkaveling Kruisland-Wouw is in 1974 een gedetailleerde bodemkartering gemaakt (Bles and Steeghs 1974). Halsters Laag valt binnen dit ruilverkavelingsgebied. In deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag bestaan de bodems overwegend uit koopveengronden op zand (hVc). Dit zijn veengronden met een kleiige moerige eerdlaag met de zandondergrond dieper dan 80 cm beginnend. Naar de oostflank richting Oudland gaan deze bodems over in moerpodzolgronden op zand (vWp).

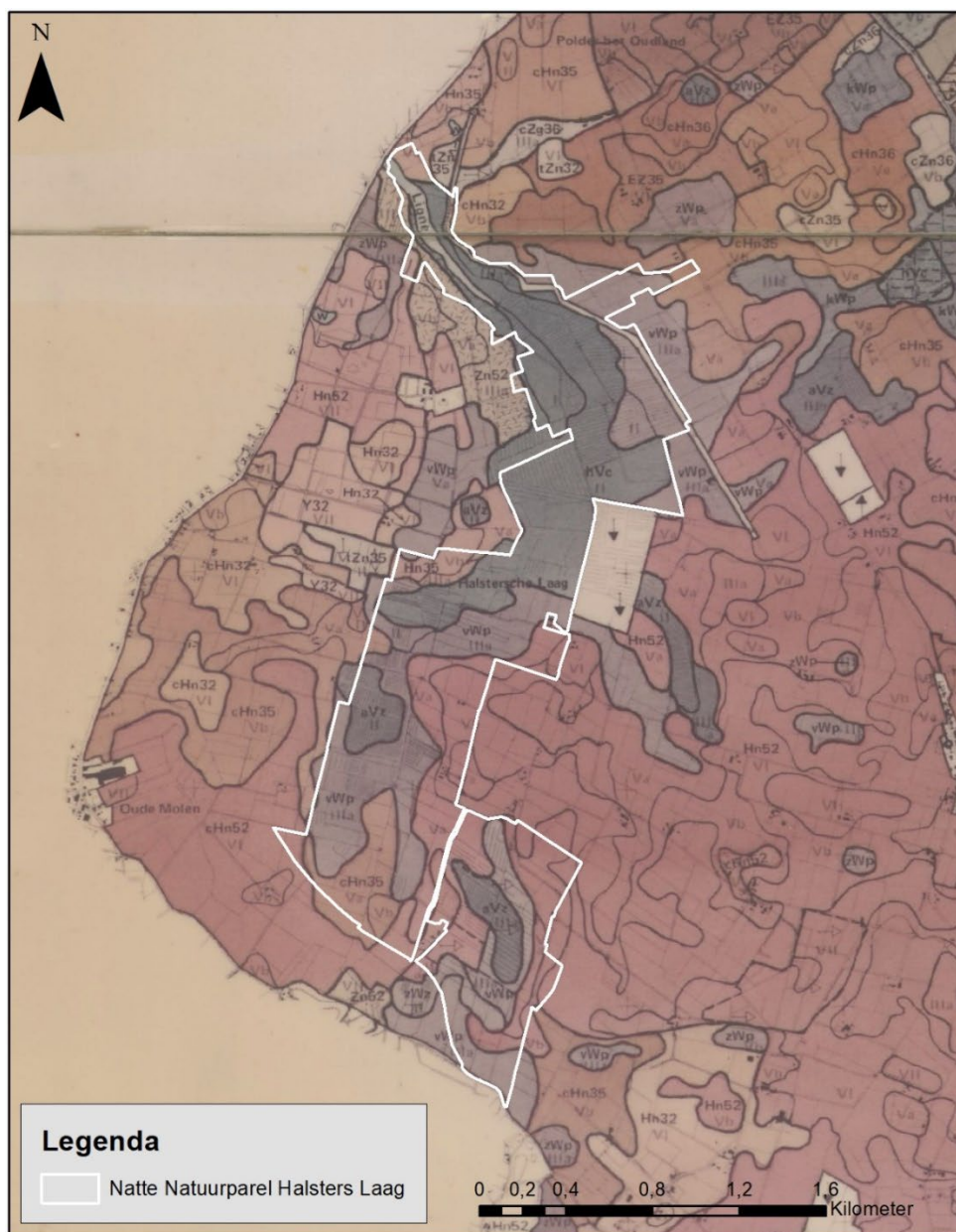
De natste delen in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag bestaan uit madeveengronden op zand (aVp). De moerige eerdlaag is hier kleiarm. In de drogere delen gaan deze over in moerpodzolgronden en op de flanken in laarpodzolgronden (leemarm cHn52 of lemig cHn35). De bodem in deelgebied Zuid-Oost bestaat overwegend uit laarpodzolgronden. (cHn52 en CHn35). Opvallend op de bodemkaart zijn hier

de moerige en veengronden (vWp en aWz). Dit is in lijn met het voorkomen van Waalre klei ondiep in de ondergrond. Op deze natte ondergrond heeft zich veen ontwikkeld.

De bijzondere lagenkaart geeft inzicht in de ontwikkeling van Halsters Laag; Figuur 3-9). In het Halsters Laag in deelgebied Noord en in deelgebied Zuid-West is onder de veengronden (aVz en hVc) en de moerpodzolgronden (vWp) een meerbodem aangetroffen. Deze in stilstaand water afgezette laag van 20 tot 30 cm dikte, bevat veel lutum en humus en is slecht-doorlatend. In verschillende delen van Halsters Laag is ook leem aangetroffen binnen 120 cm onder maaiveld. Het voorkomen van leem in deelgebied Zuid-Oost valt samen met het voorkomen van Waalre klei dicht onder maaiveld volgens Regis II.

Resumé geologie en bodemopbouw

- Grote delen van Halsters Laag zijn bedekt met veengronden. In het centrale deel en het noorden zijn dit koopveengronden met een kleiige moerige eerdlaag. De madeveengronden in delen van Het Laag hebben een kleiarne eerdlaag.
- Onder Halsters Laag vormt de Waalre klei de eerste weerstand biedende laag.
- Onder deelgebied Noord van Halsters Laag vormt de Waalre klei een kom tot 8 meter diep. Deze kom is opgevuld met zandige afzettingen van de Formatie van Stramproy. Deze kom loopt door tot onder Oudland. Grondwater dat vanaf de flanken en met name vanuit het oosten over de Waalre klei toestroomt kan zich in deze kom verzamelen.
- Het is niet duidelijk of bij zandwinning in de Dassenplas de Waalre klei is doorgraven en zo kortsluiting is ontstaan tussen ondiep en dieper grondwater onder deelgebied Noord.
- In deelgebied Zuid-Oost, Het Laag komt de Waalre klei dicht aan het oppervlak voor en wigt uit onder een stuifzandgebied ten zuiden van Halsters Laag. Grondwater dat naar het noorden wegstroomt blijft hier dicht aan maaiveld.
- In deelgebied Zuid-West ontbreekt een weerstand biedende laag in de diepere ondergrond. Ondiep in de bodem komt hier een meerbodem voor. Deze is slecht doorlatend.



Figuur 3-8 Bodemkaart (1:20.000) vervaardigd ten behoeve van de ruilverkaveling Kruisland – Wouw (Bles and Steeghs 1974). De witte lijn geeft de begrenzing van Halsters Laag.

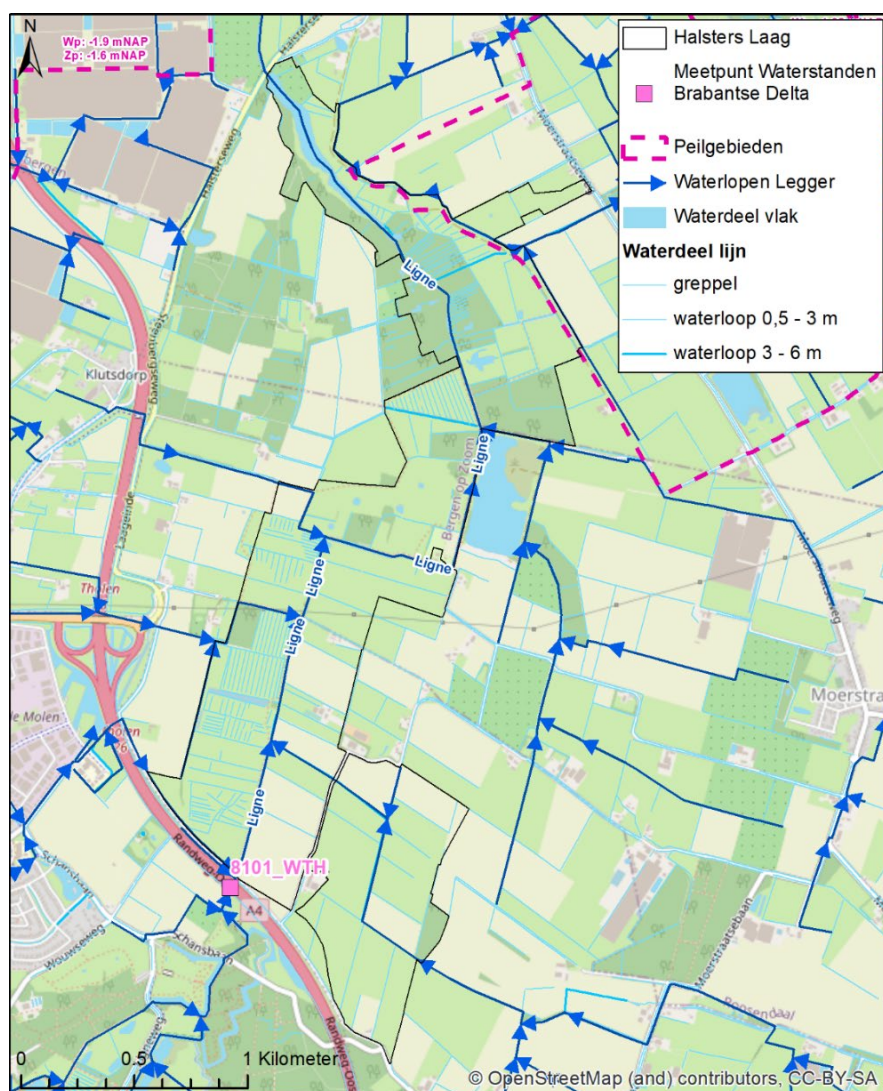


Figuur 3-9 Bijzondere lagenkaart volgens (Bles and Steeghs 1974). m: meerbodem 20 à 30 cm dik, voorkomend tussen 20 à 80 cm - mv, v1: meer dan 40 cm moerig materiaal beginnend tussen 40 en 80 cm - mv, w: 15 à 40 cm moerig materiaal beginnend tussen 40 en 80 cm - mv, liggende pijl: vergraven gronden, pijl naar beneden: afgegraven gronden. Punten geven oude klei of leemvoorkomens binnen 120 centimeter beneden maaiveld (5/>12: 5 = begindiepte; >12 = einddiepte; in dm - mv). Rode lijn geeft de begrenzing van Halsters Laag.

3.4 Hydrologie

3.4.1 Oppervlaktewater

Natte Natuurparel Halsters Laag watert af op De Ligne. Deze watergang doorsnijdt het Halsters Laag van zuid naar noord (Figuur 3-10 en Figuur 3-11). De Ligne is de hoofdafwatering voor een groter oppervlaktewater-systeem dat ook het stedelijk gebied van Halsteren en van Bergen op Zoom – Noord, en het landelijk gebied ten westen en ten zuiden van Moerstraten omvat. In deelgebied Zuid-West / Halsters Laag doorsnijden enkele kleinere waterlopen vanaf het landbouw- en stedelijk gebied ten westen van Halsters Laag het in 2009 ingerichte gebied en wateren af op De Ligne. Ook de landbouwgebieden ten oosten van Halsters Laag, de EVZ Kraggeloo en delen van Oudland wateren via diepe watergangen af op de Ligne.



Figuur 3-10 Overzicht Oppervlaktewatersysteem Halsters Laag. De Waterlopen Brabantmodel komen overeen met de legger van het waterschap (Waterschap Brabantse Delta 2021).

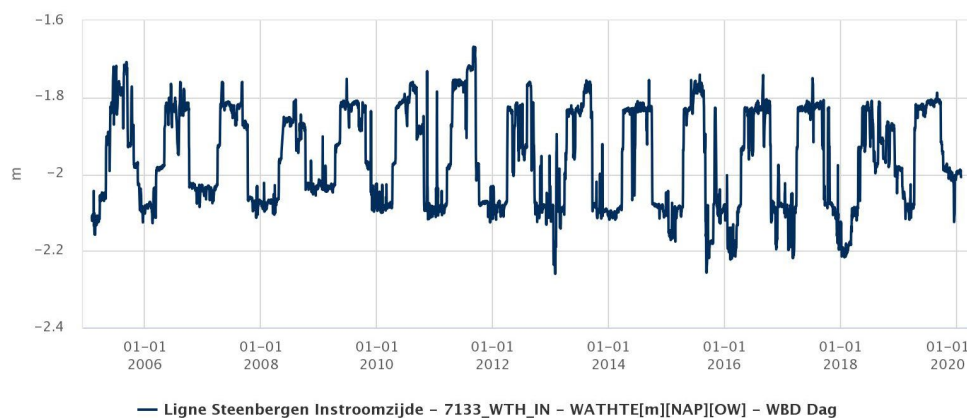
Naar het noorden watert De Ligne bij Steenberg af op de Steenbergsche Vliet. Het waterpeil in De Ligne wordt gereguleerd door een gemaal bij Steenberg. Waterschap Brabantse Delta hanteert een winterpeil van 1,83 meter – NAP en een zomerpeil van 2,10 meter – NAP (Figuur 3-12). Deze peilen werken uiteraard door tot in Halsters Laag. Uit de hand opgenomen meetreeksen van twee peilschalen langs De Ligne ter hoogte van Oudlands Laag (P49E0003) en ter hoogte van Het Laag (P49B0007) kan het waterpeil in De Ligne worden afgeleid⁴. Ter hoogte van Oudlands Laag heeft De Ligne een gemiddeld winterpeil van 1,97 meter – NAP en een gemiddeld zomerpeil van 1,78 meter – NAP. Ter hoogte van Het Laag is het gemiddeld winterpeil 1,93 meter – NAP en het gemiddeld zomerpeil 1,76 meter – NAP. Het verhang in De Ligne in Halsters Laag is in de winter 1,6 cm/km en in de zomer 0,8 cm/km.



Figuur 3-11 De Ligne ter hoogte van Halsters Laag. Foto mei 2022

In deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag staat De Ligne 's-winters 0,7 tot 0,4 meter en 's-zomers 0,5 tot 0,2 meter onder maaiveld. In deelgebied Zuidwest is het waterpeil in De Ligne aanmerkelijk lager dan het maaiveld in de aangrenzende natuurterreinen. In de winter staat De Ligne 1,1 tot 0,4 meter en in de zomer 0,9 tot 0,2 meter onder maaiveld. Het is aannemelijk dat De Ligne hier de zandondergrond onder de meerbodem in het aangrenzende natuurterrein draineert (cf. Figuur 3-9). Dat geldt evenzeer voor de waterlopen die het gebied ten westen van Halsters Laag ontwateren.

⁴ In Dinoloket zijn de hand opgenomen meetreeksen opgenomen van twee peilschalen P49E0003 ter hoogte van Oudlands Laag en P49B0007 ter hoogte van Het Laag. Alleen voor de periode oktober 2006 t/m december 2012 zijn bruikbare data beschikbaar. De locaties van beide peilschalen staan aangegeven in Figuur 3-17.



— Ligne Steenberg Instroomzijde - 7133_WTH_IN - WATHT[m][NAP][OW] - WBD Dag
 Figuur 3-12 Oppervlaktewaterstanden in De Ligne bij Steenberg. Winterpeil van 1 oktober tot 1 april van 2,10 meter – NAP, zomerpeil van 1 april tot 1 oktober van 1,83 meter – NAP (Hydronet 2021).

Oppervlaktewaterkwaliteit

Waterschap Brabantse Delta heeft om inzicht te krijgen in het functioneren van het KRW-waterlichaam Ligne een systeemanalyse uitgevoerd (Beers et al. 2017). Daarin zijn ook waterkwaliteitsgegevens verwerkt (Figuur 3-13). Die gegevens laten zien dat relatief veel voedingsstoffen in De Ligne aanwezig zijn. Al aangehaald was dat via De Ligne een relatief groot gebied wordt ontwaterd, met daarin landbouwkundige en stedelijke gebruiksfuncties. Die functies weerspiegelen deels in de bekende oppervlaktewaterkwaliteitsgegevens. Echter, voor de andere oppervlaktewateren in Halsters Laag, bijvoorbeeld de terreinen van Staatsbosbeheer, ontbreken voor zover bekend kwaliteitsmetingen.

Parameter	Voorgesteld type M10		Huidig type M14	
	Oordeel	Landelijk GEP	Oordeel	GEP voor Ligne
Chloride (mg/l)	38,67	≤300	38,67	≤200
Doorzicht (m)	0,36	≥0,65	0,36	≥0,9
Fosfor totaal (mg/l)	0,13	≤0,15	0,13	≤0,09
Stikstof totaal (mg/l)	3,7	≤2,8	3,7	≤1,3
Temperatuur (°C)	21,4	≤25	21,4	≤25
Zuurgraad	6,8	5,5-8,0	6,8	5,5-8,5
Zuurstof (%)	45,07	40-120	45,07	60-120
Algen	0,69	0,60	0,56	0,60
Waterplanten	0,26	0,60	0,41	0,50
Macrofauna	0,54	0,60	0,42	0,55
Vis	0,47	0,60	0,29	0,40

Figuur 3-13 KRW-Beoordelingen voor De Ligne voor voorgestelde KRW-type M10 laagveenvaart/kanaal en huidige type M14 kreek; de kleuren geven de KRW-classes: rood is slecht; oranje is ontoereikend; geel is matig en groen is Goed Ecologisch Potentieel (GEP).

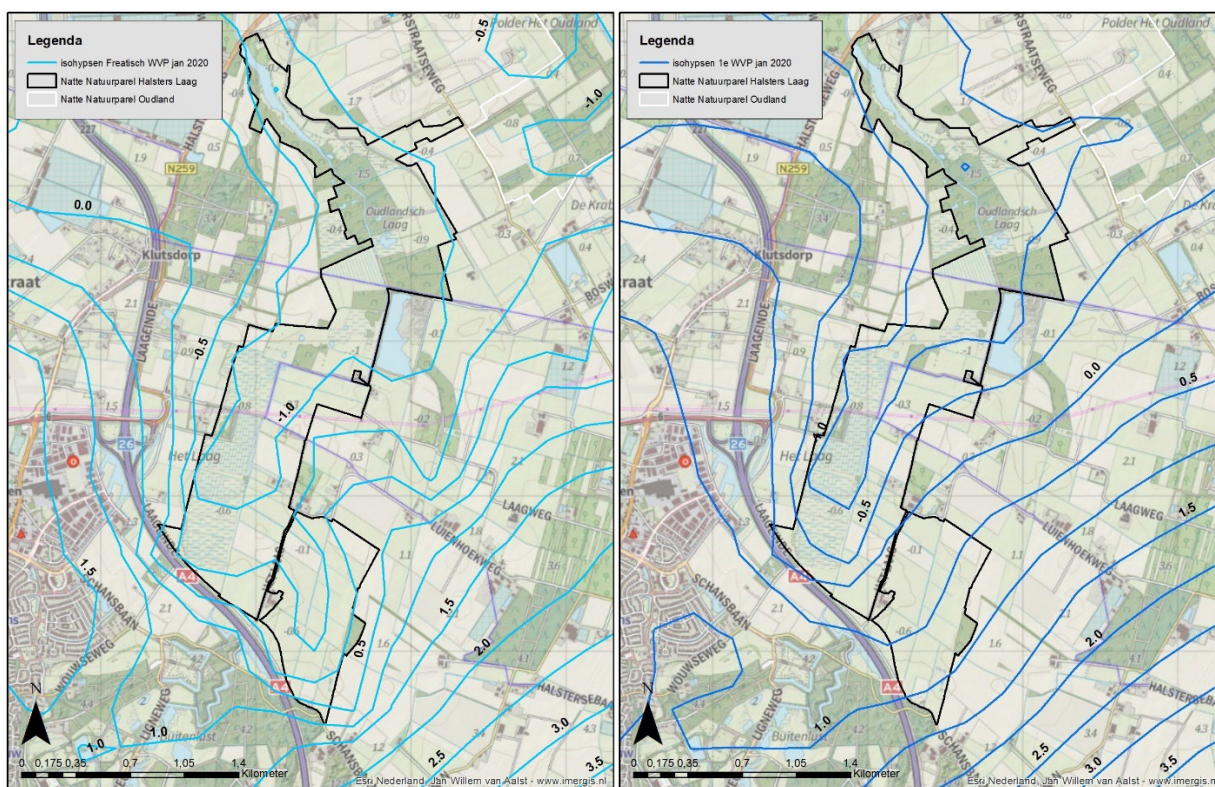
3.4.2 Grondwater

Grondwaterstroming

De hoofdrichting van de grondwaterstroming onder Halsters Laag in het eerste en het tweede watervoerende pakket is van zuidoost naar noordwest, vanaf de hoge zandruggen ten zuiden van Moerstraten richting Halsters Laag (Figuur 3-14). Lokaal stroomt ook grondwater vanaf de Brabantse Wal, omgeving Schansbaan en uit de omgeving van Halsteren en Lepelstraat, naar het Halsters Laag. In beperkte mate stroomt lokaal ook grondwater vanuit de omgeving Oudland naar het Halsters Laag.

Aan de zuid- en zuidoostzijde van Halsters Laag komt de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket uit boven de grondwaterstand in het freatische pakket. Het grillige isohypsenpatroon in het freatische pakket aan de zuidoostzijde van Halsters Laag wordt sterk beïnvloed door de diepe watergangen aldaar (zie Figuur 3-10). Ter hoogte van de Dassenplas wordt dit patroon mede beïnvloed door de grotere waterberging in de plas.

Aan de noordoostzijde is de stijghoogte in het 1^e watervoerend pakket lager dan de grondwaterstand in het freatische pakket. Aan de westzijde van Halsters Laag zijn beide stijghoogtes gelijk. Hier ontbreekt een duidelijke scheidende laag (Figuur 3-6).



Figuur 3-14 Isohypsens Freatisch Pakket en 1^e Watervoerend Pakket (Grondwatertools 2021).

Opvallend in het isohypsenpatroon in het freatische pakket is het grote verhang (korte afstand tussen isohypsen) rond het zuidelijk deel van Halsters Laag. In het zuidelijk deelgebied Het Laag is een sterke grondwaterstroming vanaf de omringende hoger gelegen zandgronden aanwezig (Grondwatertools 2021). Uittredend jong grondwater is ook in het veld zichtbaar. De berm-sloot langs de A4 op de grens met Halsters Laag kleurt roodbruin van ijzer-neerslag (Figuur 3-15) en in het talud van deze sloot en ook onder aan het talud van de snelweg staat massaal de kwelindicator veldrus (*juncus acutiflorus*).



*Figuur 3-15 Kwelverschijnselen aan de zuidrand van Halsters Laag waargenomen bij een veldbezoek op 13 april 2021. Links neerslag van ijzer in uittredend jong grondwater in de bermsloot van de weg Laageind. In de sloot duizendknoopfonteinkruid (*potamogeton polygonifolius*) en veldrus (*juncus acutiflorus*). Rechts veldrus in de berm van de weg Laageind aan de voet van het talud van de A4.*

Effect van grondwaterwinningen

In de ruime omgeving van Halsters Laag 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. 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 Halsters Laag is de verlaging in de Formatie van Oosterhout minder groot en is de berekende verlaging in freatische grondwaterstand kleiner dan 5 cm (van Wachtendonk et al. 2021). Effecten aan maaiveld zijn minder groot door de weerstand van de Waalreklei en de dempende werking van het oppervlaktewatersysteem. Agrariërs onttrekken grondwater op een diepte van ongeveer 50 meter voor beregening; het gemiddelde effect in grondwaterstand is ook kleiner dan 5 cm rond Halsters Laag (Verhagen, 2019). De effecten van industriële onttrekkingen op de grondwaterstand zijn nihil omdat deze verder weg liggen (Van Wachtendonk, 2021).

Grondwaterregime

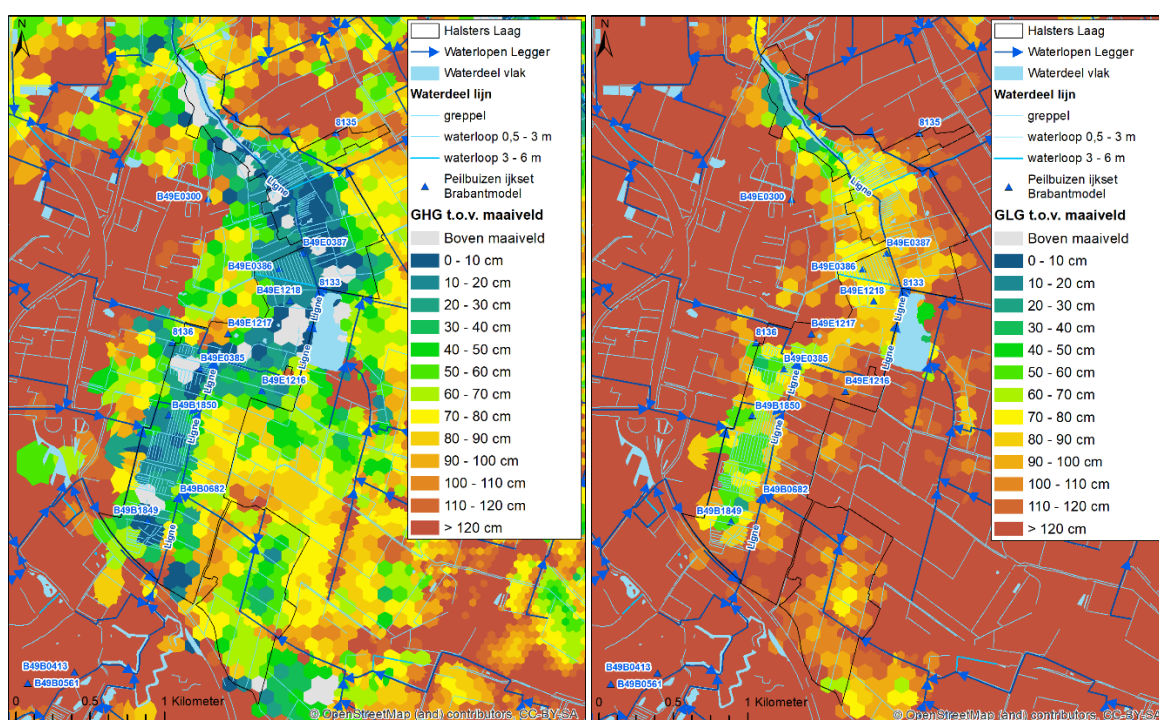
Er zijn aanzienlijke fluctuaties in de grondwaterstand (Figuur 3-16). In de winterperiode is in deelgebied Zuid-West en in deelgebied Noord lokaal sprake van grondwaterstanden tot aan of boven maaiveld. Dat hangt mede samen met de hier aanwezige slecht doorlatende meerbodem (Figuur 3-9). Ook in een zone rondom Halsters Laag worden lokaal ondiepe grondwaterstanden berekend (20 tot 50 cm onder maaiveld). In de zomerperiode blijft alleen in deelgebied Zuid-West de grondwaterstand redelijk op peil (40 tot 60 cm onder maaiveld). In deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag zakken de grondwaterstanden diep weg (70 tot 90 cm onder maaiveld). In de zone rondom Halsters Laag zakken de grondwaterstanden vrijwel overal tot meer dan 120 cm onder maaiveld.

Voor de voor het Halsters Laag beschikbare meetpunten in DINO-loket zijn voor verschillende meetpunten duurlijnen opgesteld. In Figuur 3-17 zijn de locaties en de karakteristieken weergegeven en wordt een vergelijking met de berekende GVG gemaakt. De duurlijnen zijn opgenomen in Bijlage 1. Een duurlijn laat zien binnen welke totale tijdsduur een bepaalde grondwaterstand of stijghoogte wordt overschreden.

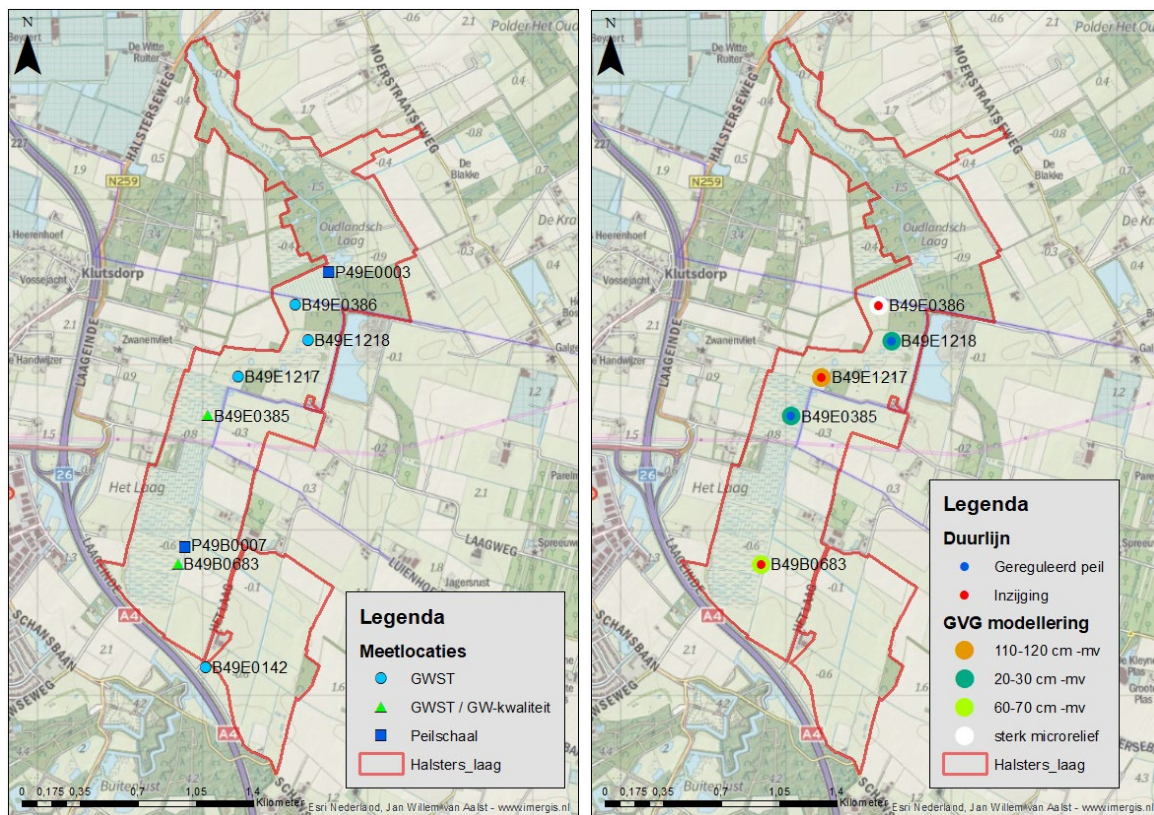
Het patroon in de peilbuizen B49E0385 en B49E1218 is typisch voor gebied met een oppervlaktewater-systeem met een gereguleerd peil. Bij een constant oppervlaktewaterpeil is ook het grondwaterpeil vrij constant. Het verschil tussen de grondwaterstand bij 10% en bij 90% overschrijding ligt in de

ordergrootte van 10 tot 20 cm. Beide meetpunten staan in laagten in het terrein. In de winter staat water korte (B49E0385) of langere (B49E1218) tijd boven maaiveld. De berekende GVG voor beide meetpunten is hiermee in overeenstemming.

Het patroon van de duurlijnen in de peilbuizen B49B0683, B49E386 en B49E1217 duidt op wegzijging. De overschrijdingskans neemt vrij lineair af. De gemeten wegzijging tussen 10% en 90% overschrijding, ligt in de grootteorde van 40 tot 60 cm. Deze drie meetpunten staan op hogere kopjes in het terrein. Grondwater bereikt het maaiveld niet. De berekende GVG voor B49B0683 is in overeenstemming met de meetreeksen. De twee andere buizen staan op locaties met grote lokale hoogteverschillen. De berekende GVG-waarden wijken daardoor af.



Figuur 3-16 Berekende Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG: A) en GLG (B).



Figuur 3-17 Links locatie van de peilbuizen en peilschalen waarnaar in dit rapport wordt verwezen (Dinoloket 2021). Rechts interpretatie van de duurlijnen en vergelijking er met de berekende GVG.

Voor het zuidoostelijk deel van Halsters Laag is een peilbuis B49E0142 beschikbaar met een meetreeks vanaf 1973 tot 2008, met een ondiep filter in, en een diep filter onder de Waalre klei (Figuur 3-18). Dit gebied is voor een groot deel nog in landbouwkundig gebruik. Deze peilbuis staat op een hogere kop aan de zuidrand van het gebied. Grondwater bereikt het maaiveld niet.

In de meetreeks is zichtbaar dat rond 1990 de Ruilverkaveling Kruisland-Wouw in uitvoering is genomen en de waterhuishouding is aangepast. De stijghoogten gemeten na 1990 zijn structureel decimeters lager dan in de periode daarvoor. Verder valt op dat de stijghoogte in het diepe filter onder de Waalre klei structureel hoger is dan in het ondiepe filter. Tot 1990 is het stijghoogteverschil zo'n 60 cm, na 1990 loopt dit op naar 80 cm. Grondwater dat vanaf de hogere zandgronden ten zuiden van Halsters Laag naar het noorden stroomt zorgt voor een opwaartse grondwaterdruk onder de Waalre klei die in het zuidoostelijk deel van Halsters Laag dicht aan maaiveld komt.

Grondwaterkwaliteit

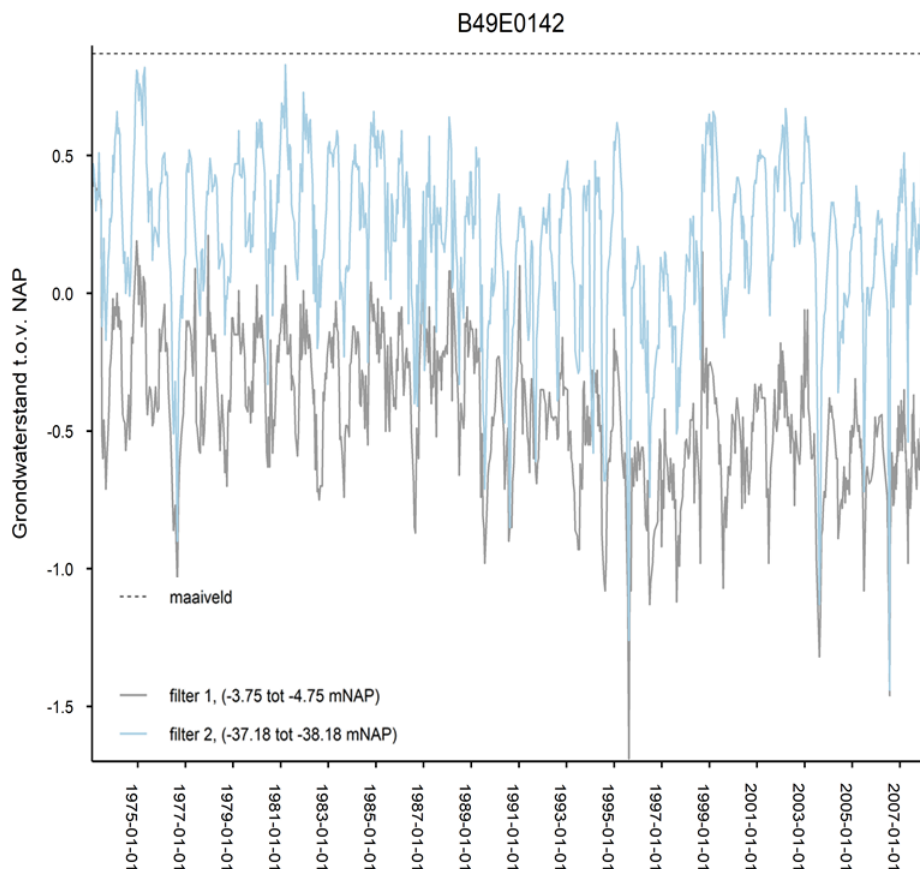
Gegevens over de grondwaterkwaliteit zijn beschikbaar voor twee peilbuizen B49B0683 en B49E0385 uit het Brabants meetnet grondwaterkwaliteit in deelgebied Zuid-West. Beide peilbuizen staan in het in 2009 ingerichte natuurterrein. De gegevens in Tabel 3-1 laten zien dat zwak zuur, zwak tot zeer zwak gebufferd grondwater naar het gebied toestroomt. Aannemelijk is dat dit jonge grondwater afkomstig is vanaf de flanken aan de zuid- en aan de westzijde van Halsters Laag. In beide meetreeksen is de landbouwinvloed zichtbaar. Het grondwater in buis B49B0683, afkomstig vanaf de zuidflank is wat sterker gebufferd en minder door landbouw beïnvloed. Het grondwater in buis B49E0385, meer centraal gelegen in Halsters Laag is sterker door landbouw beïnvloed met hoge waarden voor ammonium.

Tabel 3-1 Grondwaterkwaliteitsgegevens uit het Brabants meetnet grondwaterkwaliteit voor peilbuizen B49B0683 en B49E0385 in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag. Range van de meetwaarden voor de periode 2004 – 2015 (B49B0683) en 2004 – 2019 (B49E0385) (Bal et al. 2001; Bobbink et al. 2007; Runhaar et al. 2009).

Peilbuis	EGV µS/cm	pH-veld	HCO ₃ mg/l	Ionen Ratio meq/l	Fe mg/l	Ca mg/l	NH ₄ mg N/l	NO ₃ mg N/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l
B49B0683	150 - 170	5,85 - 6,14	47,9 - 56,2	0,51 - 0,63	1,7 - 7,6	9 - 14	0,33 - 0,61	0,01 - 0,10	3 - 20	9,9 - 17
B49E0385	170 - 246	5,29 - 5,98	20,5 - 34,8	0,17 - 0,29	7,4 - 16	2,1 - 7,8	1,20 - 2,93	0,01 - 0,10	2,5 - 35	26 - 41

Resumé Hydrologie

- Halsters Laag watert af op De Ligne. Deze watergang doorsnijdt het Halsters Laag van zuid naar noord. De Ligne is de hoofdafwatering voor een groter oppervlaktewatersysteem dat ook het stedelijk gebied van Bergen op Zoom en Halsteren en het landelijk gebied ten zuiden van Moerstraten omvat.
- Het peil in De Ligne wordt gereguleerd door een gemaal bij Steenberg. Ter hoogte van Oudlands Laag heeft De Ligne een gemiddeld winterpeil van 1,97 meter – NAP en een gemiddeld zomerpeil van 1,78 meter – NAP. Ter hoogte van Het Laag is het gemiddeld winterpeil 1,93 meter – NAP en het gemiddeld zomerpeil 1,76 meter – NAP.
- Het waterpeil in De Ligne ligt in deelgebied Noord vrij dicht aan aangrenzend maaiveld. In deelgebied Zuid-West ligt De Ligne echter diep ingesneden in het terrein. Het is aannemelijk dat De Ligne hier het natuurterrein draineert.
- Uit een analyse van ecologische sleutelfactoren volgt dat de ecologische toestand voor De Ligne over het geheel genomen voldoet voor het KRW-type M10 laagveenvaart/kanaal.
- De hoofdrichting van de grondwaterstroming onder Halsters Laag in het eerste watervoerende pakket is van zuidoost naar noordwest. Lokaal stroomt ook grondwater vanuit het zuiden en zuidwesten naar Halsters Laag.
- Het grillige isohypsenpatroon in het freatisch pakket aan de zuidoostzijde van Halsters Laag wordt sterk beïnvloed door diepe watergangen die het gebied doorsnijden.
- Het isohypsenpatroon aan de zuidzijde van het Halsters Laag laat een groot verhang zien. In het zuidelijk deelgebied Het Laag is een sterke grondwaterstroming vanaf de omringende hoger gelegen zandgronden aanwezig.
- In de winterperiode is in Halsters Laag lokaal sprake van grondwaterstanden tot aan of boven maaiveld. In de zomerperiode blijft alleen in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag de grondwaterstand redelijk op peil (40 tot 60 cm onder maaiveld). In deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag zakken de grondwaterstanden diep weg (70 tot 90 cm onder maaiveld).
- De meetreeksen in peilbuizen in Halsters Laag laten zien dat het grondwaterregime sterk beïnvloed wordt door het peilbeheer in De Ligne. In laagten zien we een constant grondwaterpeil, op hogere kopjes is sprake van wegzijging.
- Grondwater dat vanaf de hogere zandgronden aan de zuidzijde naar Halsters Laag stroomt, zorgt voor een opwaartse grondwaterdruk onder de Waalre klei die in deelgebied Zuid-Oost / Het Laag dicht aan maaiveld komt.
- Gegevens over de grondwaterkwaliteit voor twee peilbuizen in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag laten zien dat hier jong, zwak zuur en zwak tot zeer zwak gebufferd grondwater toestroomt. Beide buizen hebben een merkbare landbouwinvloed.



Figuur 3-18 Peilbuis B49E0142 aan de zuidzijde van “Halsters Laag” met een meetreeks vanaf 1973 tot 2008 met het ondiepe filter 1 in de Waalre klei en het diepe filter 2 onder de Waalre klei in matig grof zand van de Formatie van Peize en Waalre. De locatie van deze peilbuis staat aangegeven in Figuur 3-17.

3.5 Vegetatie

Over natuur en landschap van het Halsters Laag is kennelijk weinig gepubliceerd. Zo gaf de database van Natuurtijdschriften (2021) slechts 2 vermeldingen voor Halsters Laag in een artikel over nieuwe vondsten van zeldzame planten in het tijdschrift Gorteria. Gorteria vermeldt de vondst van moeras-kartelblad (*Pedicularis palustris*) en de terugkeer na decennia van afwezigheid, van teer guichelheil (*Anagallis tenella*) (van der Meijden and Holverda 2006). Het doorzoeken van de archieven van De Levende Natuur, Landschap en H2O leverde geen onderzoeken of verslagen relevant voor deze rapportage. Voor het schrijven van dit rapport is een veldbezoek gemaakt in april 2021 en mei 2022, zijn foto's gemaakt (Figuur 3-19), maar is geen vegetatiekartering gehouden.

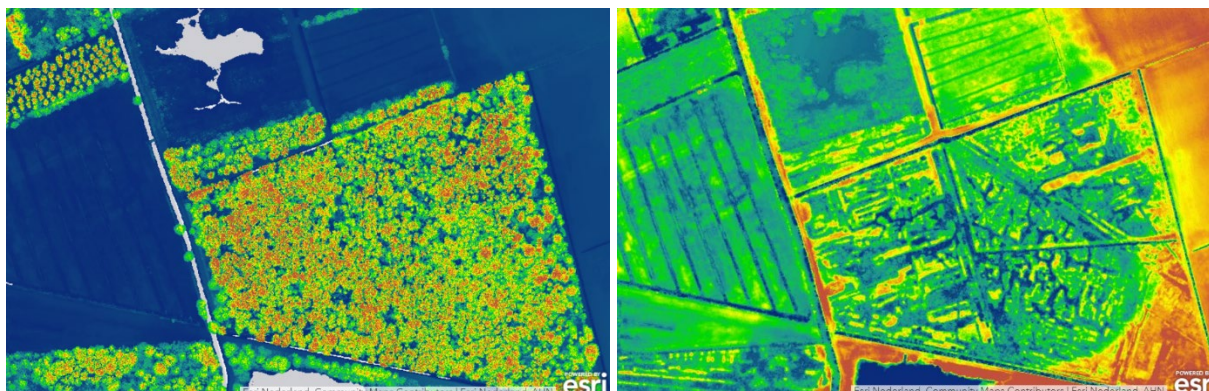
De meest recente vegetatiegegevens komen uit een vegetatie- en florakartering voor de terreinen van Staatsbosbeheer in Halsters Laag (Courbois et al. 2016). Hierbij lag de focus op de oorspronkelijke reservaatgronden en bossen in Oudlands Laag en Halsters Laag en op het in 2009 ingerichte deelgebied Zuid-West. Daarbij is ook de verbreiding van een aantal aandachtsoorten gekarteerd. De gegevens uit deze vegetatiekartering, zijn hieronder samengevat. Voor de reservaatgronden in Oudlands Laag ontbreken vegetatiegegevens. Door Staatsbosbeheer is informatie over de verbreiding van plantensoorten beschikbaar gesteld. Oudere floragegegevens zijn opgenomen in (Cools et al. 2006; Cools 2008). Voor de particuliere natuurterreinen in Halsters Laag zijn beperkt gegevens beschikbaar in de Landelijke Vegetatiedatabank (Alterra 2021).



Figuur 3-19 Veenpluis (links) en gele lis (rechts). Foto's mei 2022.

Bossen

De bossen in Halsters Laag komen overwegend voor op uitgeveende terreindelen die vervolgens niet meer in cultuur zijn gebracht. Deze terreinen hebben een sterk microreliëf met uitgeveende stukken en stroken restveen. In de vegetatiekartering zie je dat terug. Het grootste areaal wordt ingenomen door zomereik (*Quercus robur*) met in de ondergroei zwarte els (*Alnus glutinosa*) en gewone braam (*Rubus fruticosus*). De zomereiken op de drogere stroken restveen domineren het vegetatiebeeld (Figuur 3-20). Daar waar zomereik ontbreekt komen meer voedselrijke elzenbroekbossen voor met in de ondergroei, oeverzegge (*Carex riparia*), riet (*Phragmites australis*) en/of hennegras (*Calamagrostis canescens*), en op de natste delen ook struweel van grauwe wilg (*Salix cinerea*). Een deel van het bos bestaat uit aanplant van canadapopulier of van es (*Fraxinus excelsior*).



Figuur 3-20 AHN3 beelden van bosgebieden in Halsters Laag. Links AHN3-ruw, rechts AHN3-maaiveld. Het bosbeeld wordt gedomineerd door de bomen op de hoger gelegen veenrestanten.

Grasland- en heidevegetaties

Matig voedselrijke graslanden en heidevegetaties komen in Halsters Laag voor in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag. In het oorspronkelijk reservaatgebied in Halsters Laag betreft het overwegend rompgemeenschappen van het Verbond van Biezenknoppen en Pijpenstrootje (r16Aa), en natte heiden van het Dopheiverbond (r11Aa) en overgangen daartussen. Bijzondere soorten in het oorspronkelijk reservaat zijn spaanse ruiter (*Cirsium dissectum*), blauwe knoop (*Succisa pratensis*), teer guichelheil (*Anagallis tenella*), moerasviooltje (*Viola palustris*), klein glidkruid (*Scutellaria minor*), stekelbrem (*Genista anglica*) en wilde gagel (*Myrica gale*).

In het in 2009 ingerichte deel betreft het vooral pioniervegetaties met een groter aandeel veldrus (*Juncus acutiflorus*). Enkele beter ontwikkelde vegetaties in het oorspronkelijk reservaatgebied en in het meest zuidelijke deel worden gerekend tot de Veldrus-associatie (r16Aa2). Veldrusvegetaties met tandjesgras (*Danthonia decumbens*) komen voor op de overgang naar natte heiden. Op natte tot vochtige standplaatsen in zwak zuur tot neutraal milieu komen veldrusvegetaties met geelgroene zegge (*Carex demissa*) of met moerasstruisgras (*Agrostis canina*) voor. Op relatief zure, natte tot zeer natte plekken komen veldrusvegetaties met zwarte zegge (*Carex nigra*) of met veenmossen (*Sphagnum spec.*) voor.

In de graslandvegetaties in dit ingerichte deel komen onder andere teer guichelheil (*Anagallis tenella*), moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*) en kleverige ogentroost (*Parentucellia viscosa*) voor. De grasland- en heidevegetaties in Halsters Laag zijn kenmerkend voor voedselarme, vochtige tot natte, meestal zwak zure zand of veengrond (Schaminée et al. 2019). De Veldrusvegetaties hier zijn kenmerkend voor plekken waar ondiep, neutraal tot zuur grondwater afstroomt.

Moeras- en watervegetaties

In Halsters Laag in recent ingerichte terreindelen komen een aantal goed ontwikkelde vegetaties voor uit de oeverkruid klasse. De vegetatie in de waterplas in het Oudlands Laag in deelgebied Noord wordt gerekend tot de Naaldwaterbies-associatie (r6Ad1). Deze komt voor op periodiek droogvallende plaatsen, waar zuur en voedselarm water in contact staat met neutraal tot basisch voedselrijker water. In deelgebied Zuid-West komen vegetaties voor die worden gerekend tot de Pilvaren-associatie (r6Ac1), associatie van vloftende bies (r6Ac2), Associatie van Veelstengelige waterbies (r6Ac3) en de Associatie van Draadzegge en Veenpluis (SBB_9B2). Dit zijn vegetaties van voedselarme, meestal zwak zure, soms zwak gebufferde wateren. Een deel van deze wateren valt periodiek droog (Schaminée et al. 2019). Kenmerkend voor het gebied zijn moerashertshooi (*Hypericum elodes*), galigaan (*Cladium mariscus*), draadzegge (*Carex lasiocarpa*), kleinste egelskop (*Sparganium natans*) en drijvende waterweegbree (*Luronium natans*). Galigaan en drijvende waterweegbree zijn beide soorten van de Habitatrichtlijn.

Over grotere oppervlakten komen in het ingerichte deel ten westen van De Ligne in zwak zure milieus moeras- en watervegetaties voor. Het gaat dan om de RG7 Knolrus-Veenmos uit de Oeverkruid-klasse en de RG1 Zwarte zegge-Moerasstruisgras uit het Verbond van Zwarte zegge. In de moerasvegetaties valt het aandeel soorten van natte graslanden op, zoals kale jonker (*Cirsium palustre*), veldrus (*Juncus acutiflorus*) en moerasrolklaver (*Lotus pedunculatus*). De moerasvegetaties in het Oudlands Laag en Halsters Laag zijn gerekend tot de voedselrijke rietlanden.

Overige terreindelen

Staatsbosbeheer beheert verspreid over Halsters Laag een aantal percelen als Kruiden-en faunarijk grasland. De vegetatiekartering geeft geen beeld van de vegetatieontwikkeling in deze graslanden.

Er zijn beperkt vegetatie- en floragegevens beschikbaar voor de natuurterreinen in particulier bezit in Halsters Laag. De Landelijke Vegetatie Databank (Alterra 2021) geeft 14 vegetatieopnamen op 5 locaties buiten de terreinen van Staatsbosbeheer. Een groot deel van de terreinen in particulier beheer bestaat uit bos. Afgaand op luchtfoto's en de AHN gaat het hier ook om bossen op sterk vergraven terrein, waarbij zomereiken het bosbeeld domineren.

Resumé vegetatie

- De bossen in Halsters Laag staan overwegend op uitgeveende en derhalve sterk vergraven terreingedeelten. Zomereiken op hoge kopjes domineren het bosbeeld. De ondergroei bestaat uit zwarte els en soorten kenmerkend voor voedselrijke moerasbossen.
- De grasland- en heidevegetaties in Halsters Laag zijn kenmerkend voor voedselarme, vochtige tot natte, meestal zwak zure zand of veengrond. Veldrusvegetaties komen over een groter areaal voor. Hier indiceren deze vegetaties oppervlakkig afstromend, min of meer zuur grondwater
- Op de natste plekken in Het Laag komen vegetaties voor uit Pilvaren-associatie, Associatie van Vlottende bies of Associatie van Veelstengelige waterbies. Dit zijn vegetaties van voedselarme, meestal zwak zure, soms zwak gebufferde wateren. Een deel van deze wateren valt periodiek droog. In Oudlands Laag komt de Naaldwaterbies-associatie voor op periodiek droogvallende plaatsen, waar zuur en voedselarm water in contact staat met neutraal tot basisch voedselrijker water.

4 Ecohydrologische interpretatie en sleutelfactoren

De in hoofdstuk 3 uitgewerkte bouwstenen en aandachtspunten worden in dit hoofdstuk eerst samengebracht tot een ecohydrologische interpretatie voor het functioneren van Halsters Laag. 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

- Halsters Laag is van oorsprong een beekdal dat is uitgesleten in de hogere zandgronden van West-Brabant. Dit beekdal is later op enkele plekken opgevuld met stuifzand. Het zo ontstane meer is vervolgens dichtgegroeid met veen.
- Halverwege de 12e eeuw is vanuit Steenberg gestart met de turfwinning in Halsters Laag. Daartoe zijn turfvaarten aangelegd die het gebied doorsneden. De huidige Ligne is ontstaan uit deze turfvaarten.
- Aan het eind van de 80-jarige Oorlog is Halsters Laag als inundatiegebied deel gaan uitmaken van de verdedigingslinie tussen Bergen op Zoom en Steenberg.
- Nadat het belang van Halsters Laag als inundatiegebied was afgenomen is het gebied opnieuw verveend. Vanaf de jaren 30 van de vorige eeuw is een deel van de uitgeveende gronden begreppeld en in gebruik genomen als grasland.
- De meest recente ontwikkeling in Halsters Laag is maaiveldverlaging ten behoeve van natuurontwikkeling in 1995 en 1996 in Halsters Laag & Oudlands Laag, in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag (2009) en op enkele percelen van Landgoed Dassenberg in het Oudlands Laag (2019).

Hoogteligging

- Het maaiveld in Halsters Laag varieert tussen -1,5 en +0,6 meter NAP.
- Het Halsters Laag wordt omringd door dekzandruggen en stuifduincomplexen. De dekzandruggen zijn tot +4 meter NAP hoog. De toppen van de hoogste stuifduinen reiken aan de zuidzijde tot 12 meter + NAP.
- In het noordwesten vernauwt het Halsters Laag tot een smal dal (circa 150 meter) waardoorheen De Ligne stroomt.
- In het gedeelte dat als natuur wordt beheerd varieert het maaiveld overwegend tussen -1,5 en -0,8 meter NAP. De laagste delen vinden we in deelgebied Noord aan weerszijden van De Ligne en direct ten westen van De Ligne.
- Het maaiveld in de natuur kent een sterk microreliëf deels als gevolg van vroegere turfwinning, deels als gevolg van begreppeling ten behoeve van beweiding.
- De hoogste delen van Halsters Laag zijn de grotendeels nog naar natuur om te vormen en nog in te richten gedeelten in deelgebied Zuid-Oost / Het Laag.

Geologie en bodem

- Grote delen van Halsters Laag zijn bedekt met veengronden. In het centrale deel en het noorden zijn dit koopveengronden met een kleiige moerige eerdlaag. De madeveengronden in delen van Het Laag hebben een kleiarne eerdlaag.
- Onder Halsters Laag vormt de Waalre klei de eerste weerstand biedende laag.
- Onder deelgebied Noord van Halsters Laag vormt de Waalre klei een kom tot 8 meter diep. Deze kom is opgevuld met zandige afzettingen van de Formatie van Stramproy. Deze kom loopt door tot onder Oudland. Grondwater dat vanaf de flanken en met name vanuit het oosten over de Waalre klei toestroomt kan zich in deze kom verzamelen.
- Het is niet duidelijk of bij zandwinning in de Dassenplas de Waalre klei is doorgraven en zo kortsluiting is ontstaan tussen ondiep en dieper grondwater onder deelgebied Noord.
- In deelgebied Zuid-Oost, Het Laag komt de Waalre klei dicht aan het oppervlak voor en wigt uit onder een stuifzandgebied ten zuiden van Halsters Laag. Grondwater dat naar het noorden wegstroomt blijft hier dicht aan maaiveld.
- In deelgebied Zuid-West ontbreekt een weerstand biedende laag in de diepere ondergrond. Ondiep in de bodem komt hier een meerbodem voor. Deze is slecht doorlatend.

Hydrologie

- Halsters Laag watert af op De Ligne. Deze watergang doorsnijdt het Halsters Laag van zuid naar noord. De Ligne is de hoofdafwatering voor een groter oppervlaktewatersysteem dat ook het stedelijk gebied van Bergen op Zoom en Halsteren en het landelijk gebied ten zuiden van Moerstraten omvat.
- Het peil in De Ligne wordt gereguleerd door een gemaal bij Steenbergen. Ter hoogte van Oudlands Laag heeft De Ligne een gemiddeld winterpeil van 1,97 meter – NAP en een gemiddeld zomerpeil van 1,78 meter – NAP. Ter hoogte van Het Laag is het gemiddeld winterpeil 1,93 meter – NAP en het gemiddeld zomerpeil 1,76 meter – NAP.
- Het waterpeil in De Ligne ligt in deelgebied Noord vrij dicht aan aangrenzend maaiveld. In deelgebied Zuid-West ligt De Ligne echter diep ingesneden in het terrein. Het is aannemelijk dat De Ligne hier het natuurterrein draineert.
- Uit een analyse van ecologische sleutelfactoren volgt dat de ecologische toestand voor De Ligne over het geheel genomen voldoet voor het KRW-type M10 laagveenvaart/kanaal.
- De hoofdrichting van de grondwaterstroming onder Halsters Laag in het eerste watervoerende pakket is van zuidoost naar noordwest. Lokaal stroomt ook grondwater vanuit het zuiden en zuidwesten naar Halsters Laag.
- Het grillige isohypsenpatroon in het freatisch pakket aan de zuidoostzijde van Halsters Laag wordt sterk beïnvloed door diepe watergangen die het gebied doorsnijden.
- Het isohypsenpatroon aan de zuidzijde van het Halsters Laag laat een groot verhang zien. In het zuidelijk deelgebied Het Laag is een sterke grondwaterstroming vanaf de omringende hoger gelegen zandgronden aanwezig.
- In de winterperiode is in Halsters Laag lokaal sprake van grondwaterstanden tot aan of boven maaiveld. In de zomerperiode blijft alleen in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag de grondwaterstand redelijk op peil (40 tot 60 cm onder maaiveld). In deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag zakken de grondwaterstanden diep weg (70 tot 90 cm onder maaiveld).

- De meetreeksen in peilbuizen in Halsters Laag laten zien dat het grondwaterregime sterk beïnvloed wordt door het peilbeheer in De Ligne. In laagten zien we een constant grondwaterpeil, op hogere kopjes is sprake van wegzijging.
- Grondwater dat vanaf de hogere zandgronden aan de zuidzijde naar Halsters Laag stroomt, zorgt voor een opwaartse grondwaterdruk onder de Waalre klei die in deelgebied Zuid-Oost / Het Laag dicht aan maaiveld komt.
- Gegevens over de grondwaterkwaliteit voor twee peilbuizen in deelgebied Zuid-West / Halsters Laag laten zien dat hier jong, zwak zuur en zwak tot zeer zwak gebufferd grondwater toestroomt. Beide buizen hebben een merkbare landbouwinvloed.

Vegetatie

- De bossen in Halsters Laag staan overwegend op uitgeveende en derhalve sterk vergraven terreingedeelten. Zomereiken op hoge kopjes domineren het bosbeeld. De ondergroei bestaat uit zwarte els en soorten kenmerkend voor voedselrijke moerasbossen.
- De grasland- en heidevegetaties in Halsters Laag zijn kenmerkend voor voedselarme, vochtige tot natte, meestal zwak zure zand of veengrond. Veldrusvegetaties komen over een groter areaal voor. Hier indiceren deze vegetaties oppervlakkig afstromend, min of meer zuur grondwater.
- Op de natste plekken in Het Laag komen vegetaties voor uit Pilvaren-associatie, Associatie van Vlottende bies of Associatie van Veelstengelige waterbies. Dit zijn vegetaties van voedselarme, meestal zwak zure, soms zwak gebufferde wateren. Een deel van deze wateren valt periodiek droog. In Oudlands Laag komt de Naaldwaterbies-associatie voor op periodiek droogvallende plaatsen, waar zuur en voedselarm water in contact staat met neutraal tot basisch voedselrijker water.

4.2 Ecohydrologische interpretatie

Halsters Laag was van oudsher een nat en ontoegankelijk gebied. Met de turfwinning in Halsters Laag werd in de 13e eeuw begonnen. Na een periode als inundatiegebied te zijn gebruikt, is de turfwinning doorgegaan tot begin vorige eeuw. De laagste delen van Halsters Laag zijn na de vervening nooit intensief in agrarisch gebruik geweest. Delen van het uitgeveende terrein zijn verlaten en begroeid met een combinatie van zomereik op stukken restveen en moerasbos in de veenputten. Delen zijn bezand en begreppeld om nog enige grasproductie mogelijk te maken.

De hoogtekaart (Figuur 3-5) en isohypsenkaart (Figuur 3-14) laten zien dat grondwater vanaf de hogere zandgronden zich verzamelt in Halsters Laag met overwegend veengronden en moerige gronden (Figuur 3-8). In de lage delen vormt een meerbodem van enkele decimeters dik een sterk weerstand biedende laag (Figuur 3-9).

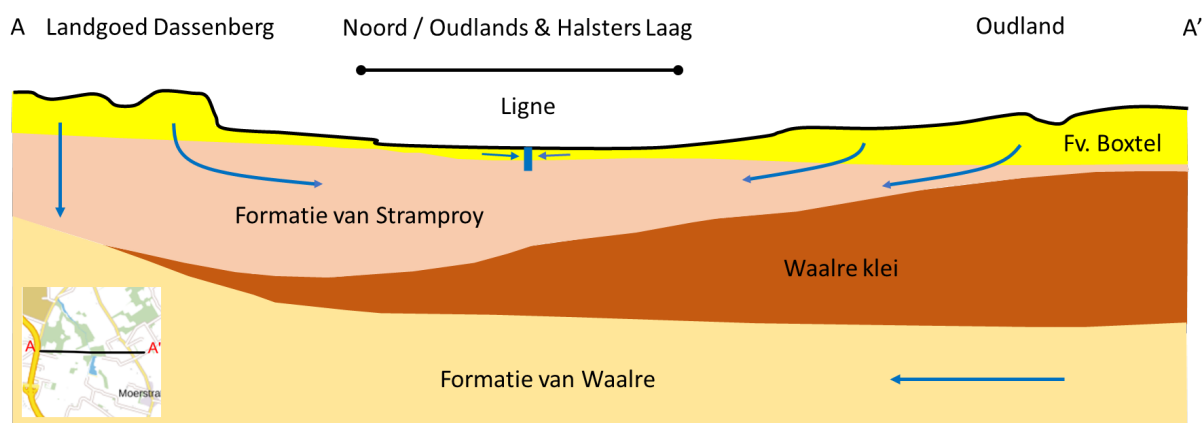
Onder grote delen van Halsters Laag vormt de Waalre klei een weerstandbiedende laag. Deze laag, bestaande uit klei met inschakelingen van zand, leem en veen, is 2 tot 4 meter dik. In deelgebied Zuid-Oost komt de stijghoogte onder de Waalre klei uit boven de grondwaterstanden in het 1^e watervoerende pakket. In deelgebied Zuid-West ontbreekt deze laag juist (Figuur 3-7).

Halsters Laag wordt ontwaterd door De Ligne die van Zuid naar Noord door het gebied loopt. De Ligne is de hoofdafwatering voor het stedelijk gebied van Bergen op Zoom en Halsteren en het landelijk gebied ten zuiden van Moerstraten. Deze heeft een gereguleerd winter- en zomerpeil. Vanaf de landbouwgronden op flanken takken verschillende watergangen en sloten aan op De Ligne. Deze doorsnijden de natuurterreinen in Halsters Laag (Figuur 3-10). De afvoer van water via De Ligne loopt door een smalle opening naar het noordwesten.

Noord / Oudlands & Halsters Laag

In het noordelijke en centrale deel van het gebied vormt de Waalre Klei een kom tot 8 meter diep in de ondergrond, opgevuld met goed doorlatende zanden van de Formatie van Stramproy. In een systeemsschets Figuur 4-1 is dit uitgewerkt. In deze kom verzamelt zich grondwater dat vanuit het zuiden en vanaf de flanken van Oudland en Landgoed Dassenberg toestroomt.

Het waterpeil in De Ligne is hier relatief hoog ten opzichte van het aangrenzend maaiveld. De Ligne staat 's-winters 0,7 tot 0,4 meter en 's-zomers 0,5 tot 0,2 meter onder maaiveld. In de vegetatie zien we dit terug. De naaldwaterbies-vegetatie in een plas in Oudlands Laag is kenmerkend voor locaties waar zuur en voedselarm water in contact komt met neutraal tot basisch en voedselrijker water. De ondergroei in de bospercelen bestaat uit wilgenstruweel of elzenbroekbos met voedselminnende soorten als gewone braam, oeverzegge, riet of hennegras. De zomereiken die het bosbeeld hier domineren staan op drogere stukken restveen die na de vervening zijn achtergebleven.

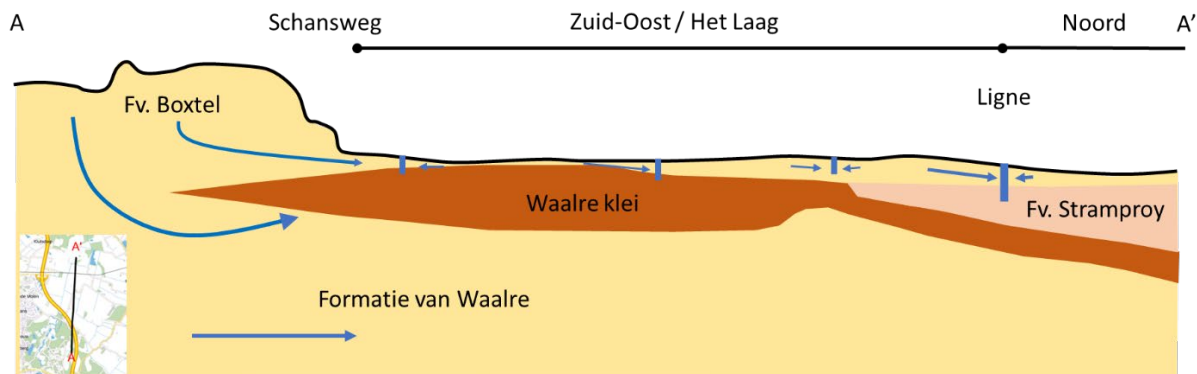


Figuur 4-1 Systeemsschets deelgebied Noord / Oudlands & Halsters Laag.

Zuid-Oost / Het Laag

Ondanks dat de zuidoosthoek van Halsters Laag 1 tot 1,5 meter hoger ligt dan de rest van het gebied, is het van oorsprong kletsnat (Figuur 3-1 en Figuur 3-2). Hier ligt de Waalre klei dicht aan maaiveld en deze is bedekt met moerige gronden en veen, of met dekzand. In een systeemsschets (Figuur 4-2) is dit uitgewerkt. De Waalre klei wiggt uit onder een complex van hoge stuifduinen net ten zuiden van Halsters Laag. Door opbolling van grondwater onder dit stuifduincomplex ontstaat hier een opwaartse grondwaterdruk onder de Waalre klei. Grondwater stroomt vanaf het zuiden over de Waalre klei naar het noorden. Het watervoerende pakket is hier relatief dun. Het gebied wordt gemakkelijk nat.

De waterhuishouding is echter afgestemd op landbouwkundig gebruik. Het gebied wordt doorsneden door diepe sloten en watergangen met aan de westzijde de diep in het terrein ingesneden Ligne. Grondwaterstanden zakken uit tot 100 of meer dan 120 cm onder maaiveld. Kwel is alleen zichtbaar in sloten aan de zuidrand van dit gebied. Het beheer van de al verworven verspreid liggende natuurpercelen is nu gericht op Kruiden- en faunarijk grasland (N12.02) dat ook onder drogere omstandigheden gerealiseerd kan worden.



Figuur 4-2 Systeemschets deelgebied Zuid-Oost / Het Laag.

Zuidwest / Halsters Laag

In het in 1995 en 2009 ingerichte deelgebied Zuid-West zorgt een dicht onder maaiveld aanwezige meerbodem voor natte omstandigheden en plasvorming. In de ondergrond ontbreekt grotendeels de Waalre klei die in de andere deelgebieden van Halsters Laag juist zorgt voor natte omstandigheden. De Ligne en de waterlopen die het gebied ten westen van Halsters Laag ontwateren snijden hier diep in het terrein in. In de winter staat De Ligne 1,1 tot 0,4 meter onder maaiveld. In de zomer staat het peil twee decimeter hoger. Dit peil heeft zijn weerslag op de grondwaterstanden in het gebied. Het is aannemelijk dat het watersysteem hier de zandondergrond onder de meerbodem in het aangrenzende natuurterrein draineert. Waar in de winter in delen van het gebied nog water op maaiveld staat, zakken deze in de loop van het jaar uit naar 40 tot 60 cm onder maaiveld. Duurlijnen van peilbuizen in het gebied laten zien dat inzijging overheerst. In de vegetatie zie je dat terug. Deze bestaat overwegend uit vochtige heiden, kleine zeggenvegetaties, vegetaties van zwak gebufferde vennen en minder goed ontwikkelde veldrusvegetaties met geelgroene zegge, moerasstruisgras, zwarte zegge en veenmossen.

4.3 Sleutelfactoren en autonome ontwikkeling

De in paragraaf 4.2 uitgewerkte systeemschets geeft aan dat ontwatering van het gebied en de veranderingen daarin de sleutelfactor is die de ontwikkelingen en de potentie voor Halsters Laag bepalen. De potenties waarnaar op grond van het provinciale Natuurbeheerplan worden gestreefd, zijn weergegeven in Figuur 4-3. De daarbij behorende hydrologische randvoorwaarden zijn opgenomen in Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Referentiewaarden voor de Gemiddeld Voorjaars Grondwaterstand (GVG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en grondwaterinvloed (Bal et al. 2001; Ertsen et al. 2005; Runhaar et al. 2009). GLG en GVG uitgedrukt in centimeter boven of beneden maaiveld (cm +/-mv).

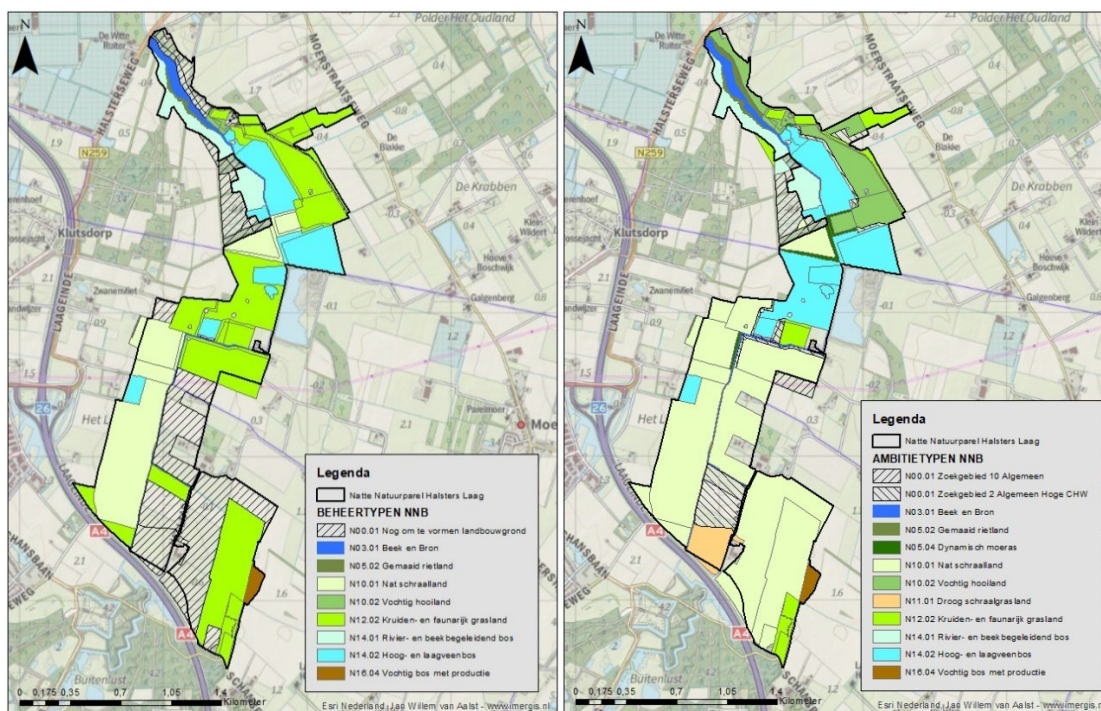
Natuurbeheertype	GVG (cm +/-mv)	GLG (cm +/-mv)	Grondwater invloed
Moeras (N05.01)	+20 / -20	-40 / -80	- ¹
Nat schraalland (N10.01)	+5 / -20	-20 / -60	Ja, basenarm
Vochtig hooiland (N10.02)	-5 / -50	-20 / -80	Ja, basenrijk ²
Kruiden- en faunairij grasland (N12.02)	> -40	> -60	-
Rivier- en Beekbegeleidend bos (N14.01)	+20 / -20	-40 / -80	Ja, aangereikt
Hoog- en Laagveenbos (N14.02)	+20 / -40	-20 / -80	Ja

¹ Goed ontwikkeld rietmoeras gedijt slecht bij de aanwezigheid van uitsluitend zuur regenwater.

² Schoon, niet verrijkt oppervlaktewater kan deze functie overnemen, vergelijkbaar met de vroegere praktijk van bevoeiing.

Ofschoon er voldoende grondwater toestroomt naar Halsters Laag, zijn de grondwaterstanden niet overall optimaal voor de natuurambities die worden nagestreefd. De grondwaterstanden in het natuurterrein zijn over het geheel aan de lage kant voor nat schaalland (N10.01), rivier- en beekbegeleidend bos (N14.01) en hoog- en laagveenbos (N14.02). De berekende GVG- en GLG-waarden voldoen net aan of net niet aan de referentiewaarden voor deze ambitietypen. Voor de ambitie vochtig hooiland (N10.02) aan de oostzijde van Oudlands Laag zakt de GLG te ver weg (>120 cm onder maaiveld). In deelgebied Zuid-Oost / Het Laag is de waterhuishouding ingericht op landbouwkundig gebruik. Staatsbosbeheer beheert haar terreinen hier voornamelijk als kruiden- en faunairijk grasland. De GVG en GLG voor nat schraalland (N10.01) wordt hier sowieso niet gehaald.

Een evaluatie van de Natte Natuurparel Halsters Laag in opdracht van waterschap Brabantse Delta geeft vergelijkbare conclusies (Ebbens 2021). In het noordelijk deel is de grondwaterstand optimaal en de Hoog- en laagveenbossen en Natte schraallanden ontwikkelen zich positief. Aan de randen van het gebied en nabij de Ligne is de grondwaterstand te laag en wordt nog te veel kwel afgevangen door de diepe ontwatering. Juist in dit gedeelte kwam van oorsprong veel kwel tot aan het maaiveld.



Figuur 4-3 Natuurgebeertypen zoals opgenomen in het Natuurbeheerplan van provincie Noord-Brabant. Links de beheertypenkaart, rechts de ambitiekaart (provincie Noord-Brabant 2020).

Een belangrijke sleutel bij de ontwikkeling van Halsters Laag is het beheer van het oppervlaktewater-systeem. Het waterpeil in De Ligne vormt de drainagebasis voor de aangrenzende natuurterreinen. In deelgebied Noord zijn de terreinen direct grenzend aan De Ligne voldoende nat voor de beoogde natuurambities voor nat schaalland (N10.01), rivier- en beekbegeleidend bos (N14.01) en hoog- en laagveenbos (N14.02). In de richting van Oudland zakken grondwaterstanden dieper weg. In de zuidelijke deelgebieden snijdt De Ligne en het slotenstelsel dat hier op aantakt diep in het terrein. Het grondwaterregime in deelgebied Zuid-Oost is overwegend te droog voor de beoogde natuurambitie nat schaalland (N10.01). In de ingerichte terreinen in deelgebied Zuid-West past het grondwaterregime bij de zuurminnende vegetatietypen, vallend onder de natuurambitie nat schaalland (N10.01). Kenmerkende vegetaties zijn kleine zeggenmoerassen en zwak gebufferde vennen. De aanwezigheid van een meerbodem zorgt hier voor natte omstandigheden.

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. Echter soms ontbreekt het ook aan kennis en dan kan een geohydrologisch model helpen om deze gaten op te vullen. De vraag is echter of het model het hydrologisch systeem van het natuurgebied voldoende goed (in detail) beschrijft. Dit hoofdstuk gaat hier nader op in.

5.1 Beschikbare metingen

Het model is gevalideerd met meetgegevens uit de ijkset van het Brabantmodel (Royal HaskoningDHV 2019). Deze dataset is opgebouwd uit metingen van Dinoloket aangevuld met metingen van waterschap Brabantse Delta. De dataset is gecontroleerd op betrouwbaarheid, ook met tijdreeksanalyse. De verificatie wordt uitgevoerd voor de gemiddelde situatie in 2009 tot en met 2016, een periode met een redelijk 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.

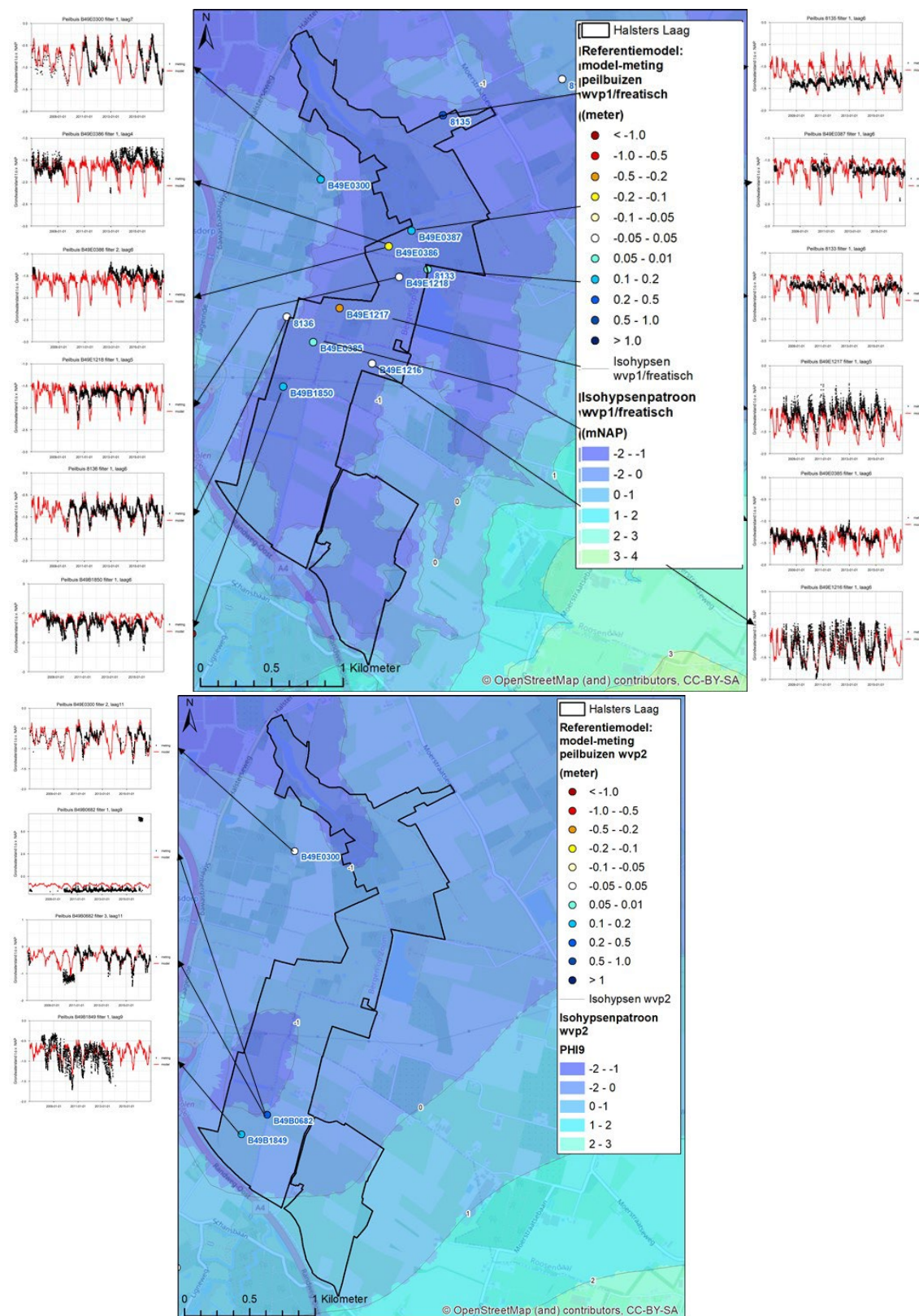
Er zijn 12 peilbuizen in (de omgeving van) het Halsters Laag die de grondwaterstand meten in het eerste / freatische pakket (Figuur 5-1). Voor het tweede watervoerende pakket zijn het vier locaties. Er is één peilbuis waar zowel de stijghoogte in het eerste als in het tweede watervoerende pakket wordt gemeten (B49E300). Voor geen enkele locatie is er een complete meetreeks beschikbaar voor de periode 2009-2016, elk reeks heeft gaten in beschikbaarheid van data.

5.2 Grondwaterstand en stijghoogte

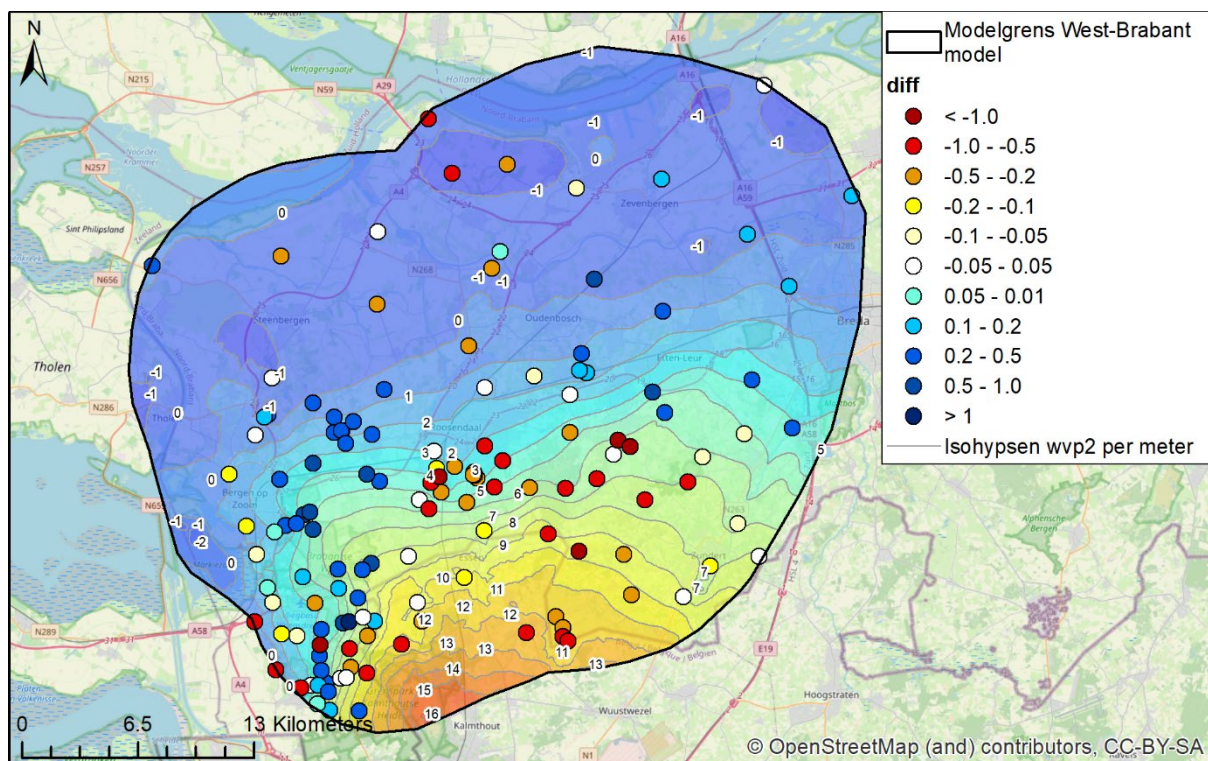
De berekende en gemeten grondwaterstanden (eerste watervoerende pakket) komen redelijk met elkaar overeen. Op twee locaties is de berekende grondwaterstand gemiddeld 10 tot 20 centimeter lager dan wat er gemeten is (peilbuizen B49E038 en B49E1217). Op wat grotere afstand van het natuurgebied zijn de berekende grondwaterstanden soms wat aan de hoge kant (Figuur 5-1).

Ook qua dynamiek komen berekeningen en metingen in het algemeen goed overeen. In het “Oudlands laag” (peilbuis 8133, 8135 en B49E0387) is er in werkelijkheid minder dynamiek in grondwaterstand dan er berekend is. De gemeten grondwaterstand vertoont niet de pieken, zowel in de winter als in de zomer, die wel berekend zijn. De oorzaak hiervan kan een incorrect landgebruikstype of bodemsoort in de modellering van de onverzadigde zone zijn, ook is het mogelijk dat de interactie met de Ligne niet goed in het model verwerkt is.

In het tweede watervoerende pakket liggen vier peilbuisfilters in het Halsters laag. In de drie zuidelijke peilbuisfilters is de berekende gemiddelde stijghoogte 10 tot 20 cm hoger dan gemeten. Vooral in de zomerperiode tijdens droge periodes zakt de stijghoogte verder weg in vergelijking met wat berekend is. Dit kan veroorzaakt worden door een te hoog doorlaatvermogen in het watervoerende pakket. Regionaal is er tussen Bergen op Zoom en Roosendaal een zone waarin een hogere stijghoogte wordt berekend dan is gemeten in peilbuizen (Figuur 5-2). Dit kan betekenen dat de weerstand van de bovenliggende Waalre klei, de onderliggende Oosterhout klei of het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket incorrect is.



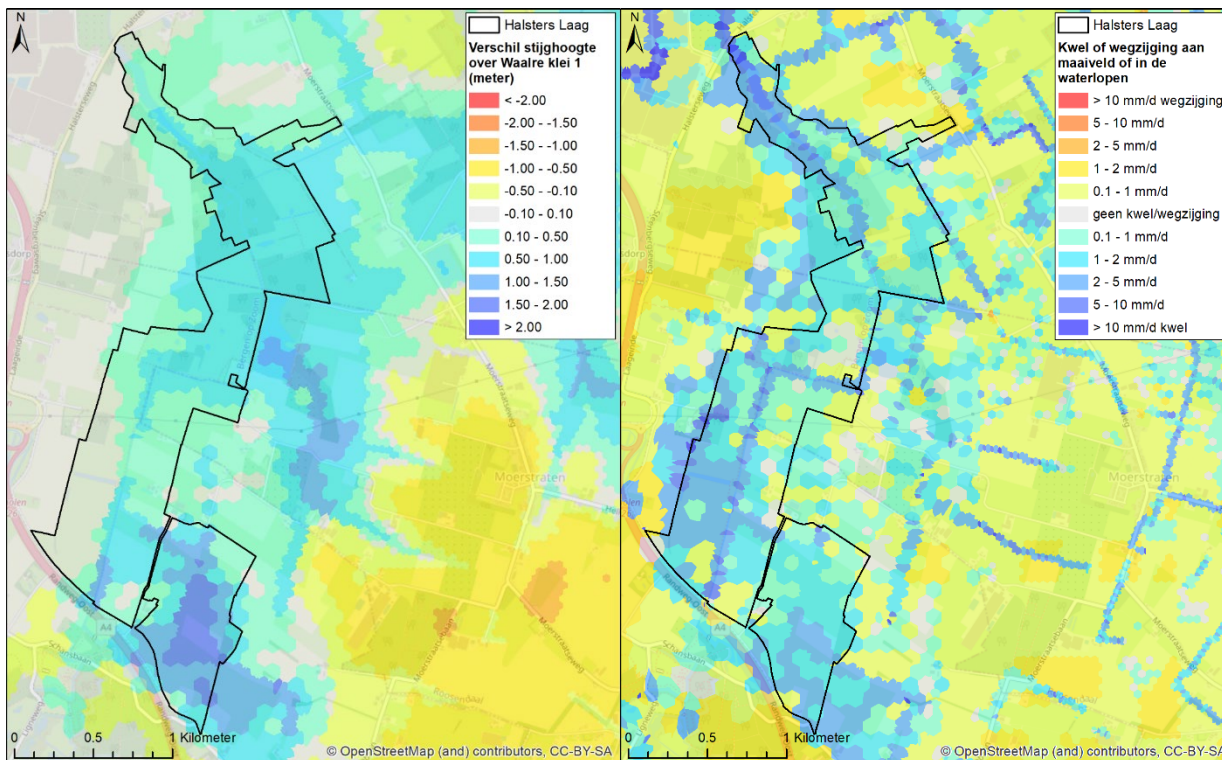
Figuur 5-1 Vergelijking tussen gemeten en berekende waarden met op de achtergrond het berekende isohypsenpatroon in het eerste Watervoerende pakket (boven) en tweede watervoerende pakket. De punten tonen de locaties van de peilbuizen met de kleur als maat hoeveel berekening en meting verschillen (in meter). De grafieken naast de kaart toont het verloop in de tijd per peilbuis: de rode lijnen zijn gemodelleerde grondwaterstanden en de zwarte punten zijn de gemeten grondwaterstanden.



Figuur 5-2 Isohypsenpatroon in het tweede watervoerende pakket (modellaag 9 t/m 17). De punten tonen de locaties van de peilbuizen waarmee het model is vergeleken. De kleur van de punten geeft aan hoeveel berekening verschilt met gemeten waarden (in meters). Bij blauwe kleuren is het model te nat, bij rode en gele kleuren is het model te droog.

5.3 Kwel en wegzijging

In grote lijnen is het gehele Halsters Laag (Figuur 5-1) sprake van een kwelsituatie, de stijghoogte in het tweede watervoerende pakket is hoger (0 - 1 meter onder NAP) dan in het bovenliggende eerste watervoerende pakket (1 - 2 meter onder NAP). Grondwater stroomt dus verticaal over de Waalreklei naar boven (Figuur 5-3). Deze kwel kan volgens de modelberekeningen tot aan maaiveld komen (rechterplaatje Figuur 5-3). De grootste kwelflux is aanwezig bij de Ligne, in het zuidwesten van het Halsters laag waar de Waalre klei ontbreekt en in het zuidoosten langs de A4. Dit zijn locaties waar op basis van de inzichten uit deze systeemanalyse ook kwel is geobserveerd.

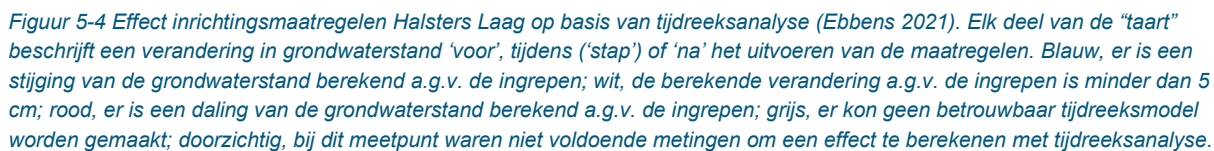


Figuur 5-3 Links: Verschil tussen stijghoogte onder de Waalre klei 1 en de grondwaterstand. Blauwe kleuren betekenen opwaartse stroming (kwel), gele en rode kleuren betekenen neerwaartse stroming (wegzijging) over deze kleilaag. Rechts: Kwel of wegzijging aan maaiveld of in de waterlopen. Blauwe kleuren geven kwel aan en geel/rode kleuren wegzijging.

5.4 Effect van maatregelen en tijdreeksanalyse

Het effect van maatregelen voor het inrichten van het Halsters Laag in het kader van de verdrogingsbestrijding is uit metingen aan te tonen als gebruik wordt gemaakt van een tijdreeksanalyse waarmee de natuurlijke invloed van neerslag en verdamping uit de meetreeks gefilterd kan worden. In het Halsters Laag zijn de maatregelen uitgevoerd in 2014. Door Ebbens (2021) is een dergelijke tijdreeksanalyse gedaan voor 19 peilbuisfilters. Ook is voor deze filters het voortschrijdende gemiddelde van de GHG en GLG bepaald.

In slechts 1 van de 19 peilbuisfilters is een aantoonbaar waterstands-verhogend effect van de maatregelen uit 2014 aangetroffen (B49E0386 filter 1, Figuur 5-4). Ook bij het voortschrijdend gemiddelde in de GHG en GLG is geen vernattende trend waargenomen. Dat heeft voor een deel te maken met de ligging van peilbuizen nabij De Ligne (dempend effect van zomer- en winterpeil) of de grote afstand tot de maatregelen. In peilbuizen nabij de ingerichte terreinen in Het Laag (B49E0384 filter 1, B49B1850 en 8136_PBF; Figuur 5-4) heeft maaiveldverlaging geresulteerd in een verlagend effect.



5.5 Aanbeveling voor het grondwatermodel

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

- Het grondwatermodel heeft soms te veel dynamiek in het Oudlands laag. Dit kan door het oppervlaktewatersysteem of door de schematisatie van de onverzadigde zone komen. Dit kan onderzocht worden met veldwerk.
- Regionaal worden systematisch te hoge stijghoogten berekend in het watervoerende pakket onder de Waalre klei ten zuiden van het Halsters laag. Extra kalibratie van het model is daarom van belang voor dit watervoerende pakket.

Referenties

- AHN. 2021. Actueel Hoogtebestand Nederland. Available online at: <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>; last accessed June 9, 2021.
- Alterra. 2021. Landelijke Vegetatiedatabank. *Landelijke Vegetatie Databank*. Available online at: <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/googlemapslvddata.aspx?meta=info>.
- Bal, D., H. M. Beije, M. Fellingier, R. Haverman, A. J. F. M. van Opstal, and F. J. van Zadelhoff. 2001. *Handboek Natuurdoeltypen*. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Beers, M., T. Claassen, J. van Heemskerk, F. L.-V. de Clundert, and J. Oosthoek. 2017. *Watersysteemanalyse Ligne Definitief 17IT009230*. Waterschap Brabantse Delta.
- BHIC. 2021. Brabants Historisch Informatie Centrum, Kaarten en tekeningen. Available online at: <http://www.bhic.nl/onderzoeken/kaarten>.
- Bles, B., and B. Steeghs. 1974. *Ruilverkavelingsgebied Kruisland - Wouw: de bodemgesteldheid delen 1 en 2*. Stichting voor Bodemkartering Wageningen, Wageningen.
- Bobbink, R., M. Hart, M. van Kempen, A. Smolders, and J. Roelofs. 2007. *Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van verdroogde natte natuurparels in Noord-Brabant*. B-WARE, Nijmegen.
- Cools, J. 2008. *Onderzoek naar beschermde planten- en diersoorten in het Halstersch Laag*. Ecologisch Adviesbureau Cools, Tilburg.
- Cools, J., H. Runhaar, Y. van der Velde, and Roelof Stuurman. 2006. *Herstel- en Ontwikkelplan Schraallanden in Noord-Brabant*. TNO.
- Courbois, M., H. Inberg, E. Simons, B. Omon, and J. de Jong. 2016. *Vegetatie- en plantensoortenkartering West Brabant 2015. Objecten: Het Laag, Westelijke Beemden, Terheijden. Staatsbosbeheer projectnummer 951*. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Dagelijks Bestuur Waterschap Brabantse Delta. 2020. artikel 60 reglement van orde vragen inzake vervuild slib.
- Dinoloket. 2021. Dinoloket Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond. Available online at: <https://www.dinoloket.nl/>.
- Ebbens, O. 2021. *Natte Natuurparel Halstersche Laag concept*. Artesia Water research Unlimited, Schoonhoven.
- Ertsen, A., P. de Louw, and J. Buma. 2005. *OGOR natuur in Brabant - Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen*. Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch.
- Groen Ontwikkelfonds Brabant. 2021. Kaart Groen Ontwikkelfonds Brabant. Available online at: <https://kaartbank.brabant.nl/viewer/app/groenontwikkelfonds>; last accessed May 12, 2021.
- Grondwatertools. 2021. Grondwatertools. Available online at: <https://www.grondwatertools.nl/grondwatertools-viewer>.
- Hagenaars, C. 2021. Waarom dumpen vrachtwagens toch steeds zand in deze plas? *BN De Stem*.
- Hydronet. 2021. Hydronet. *HydroNET Portal*. Available online at: <https://portal.hydronet.com/login.aspx>; last accessed April 29, 2021.
- Kadaster. 2021. TopoTijdreis. Available online at: <http://topotijdreis.nl/>.
- Leenders, K. 2013. *Verdwenen venen. Een onderzoek naar de ligging en exploitatie van thans verdwenen venen in het gebied tussen Antwerpen, Turhout, Geertruidenberg en Willemstad 1250-1750*. Picture Publishers, Woudrichem.
- van der Meijden, R., and W. J. Holverda. 2006. Nieuwe vondsten van zeldzame planten in 2003 en 2004. *GOR*. 32.
- Nationaal Archief. 2021. Nationaal Archief, Militaire en topografische kaarten. Available online at: <https://www.nationaalarchief.nl/onderzoeken/kaarten/militaire-en-topografische-kaarten>.
- van Oosten, M. F. 1967. Bijdrage tot de Kwartair-Geologie van westelijk Noordbrabant. *Geologie en Mijnbouw*. 46:131–146.
- 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.
- Runhaar, H., M. Jalink, H. Hunneman, J. Witte, and S. Hennekens. 2009. *Ecologische vereisten Habitattypen*. KWR, Nieuwegein.
- Schaminée, J., R. Haverman, S. Hennekens, M. Horsthuis, J. Janssen, I. D. Ronde, N. Smits, and K. Sýkora. 2019. *Veldgids Plantengemeenschappen van Nederland*. KNNV Uitgeverij, Wageningen.

TNO. 2021. Dinoloket Stratigrafische Nomenclator. Available online at:

<https://www.dinoloket.nl/stratigrafische-nomenclator>.

Topografische Dienst. 2021. Topotijdreis: 200 jaar topografische kaarten. Available online at:

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

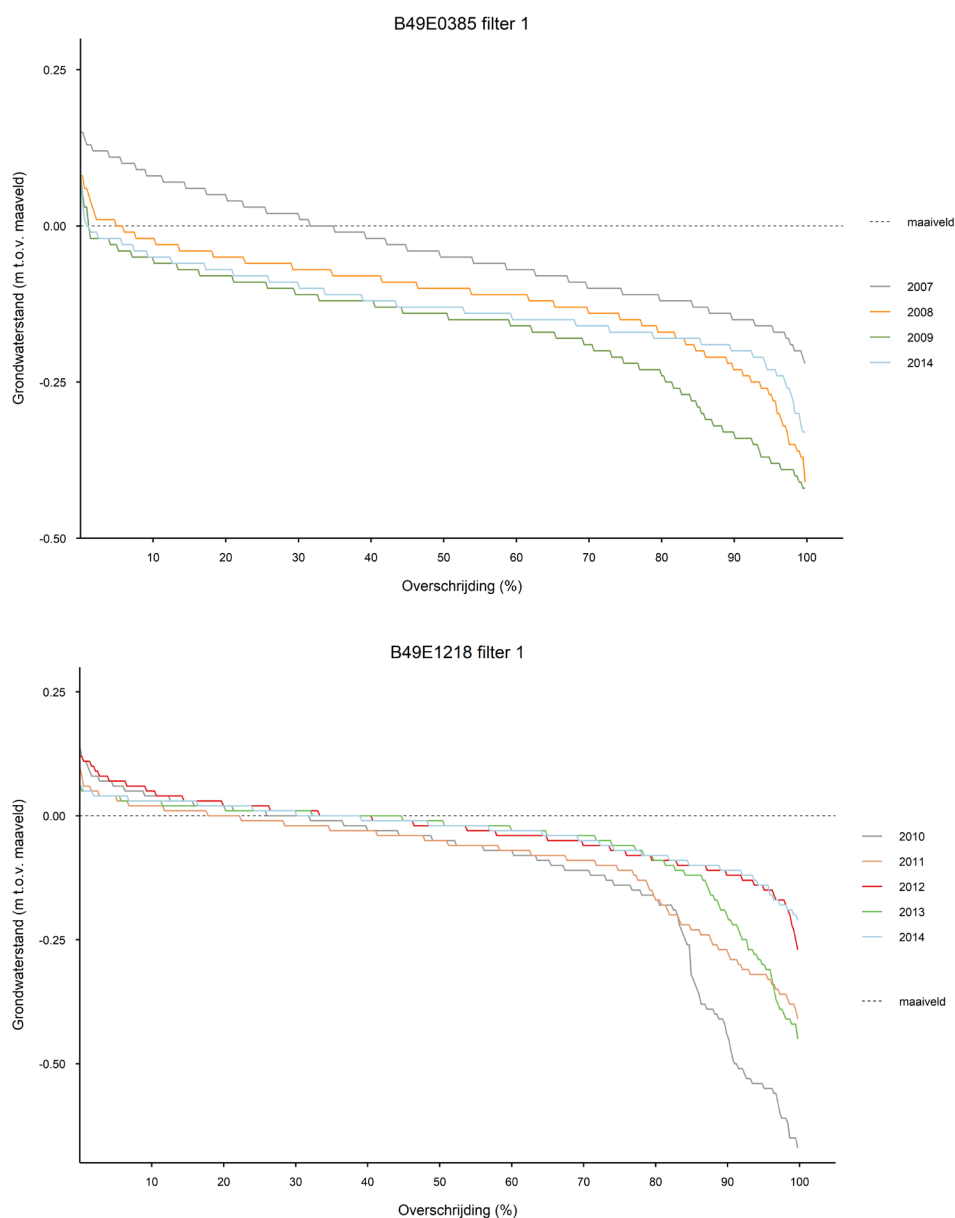
Waterschap Brabantse Delta. 2021. Vastgestelde Legger Oppervlaktewater. Available online at:

<https://www.brabantsedelta.nl/legger>.

Bijlage 1

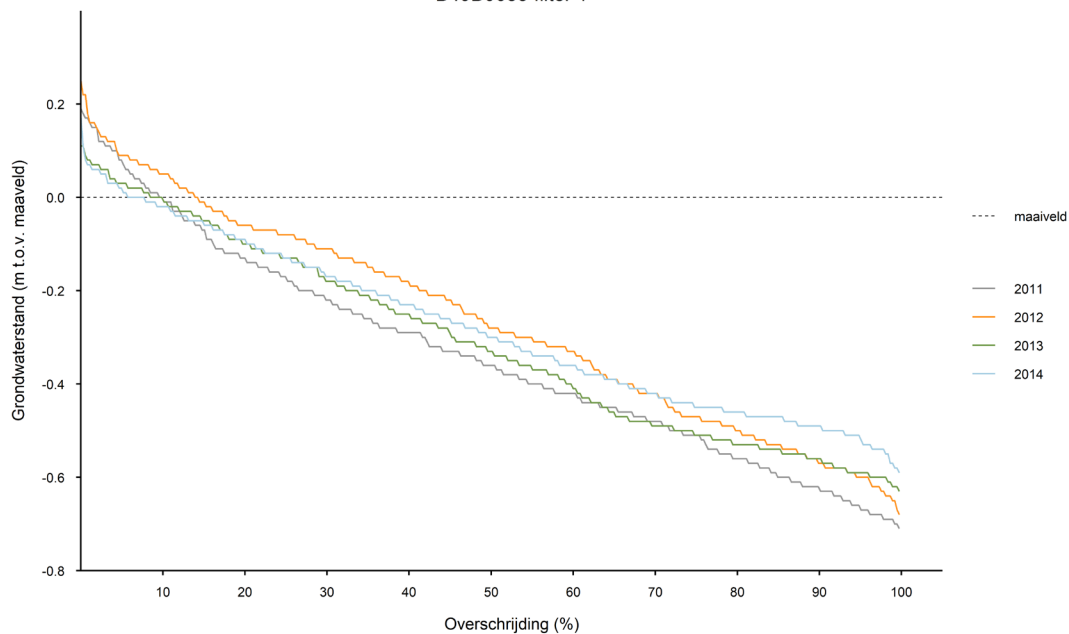
Duurlijngrafieken voor een aantal
peilbuizen in Halsters Laag

In deze bijlage zijn duurlijnen weergegeven voor een aantal peilbuizen in de deelgebieden Noord en Zuid-West van Halsters Laag. Zie voor de locatie van de peilbuizen Figuur 3-17 in paragraaf 3.4.2.

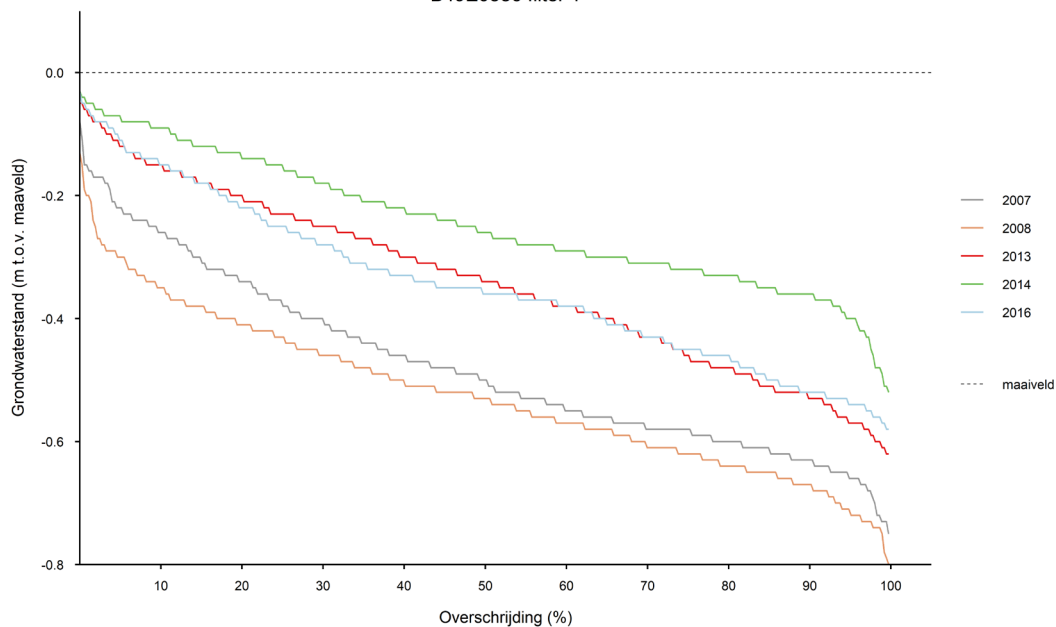


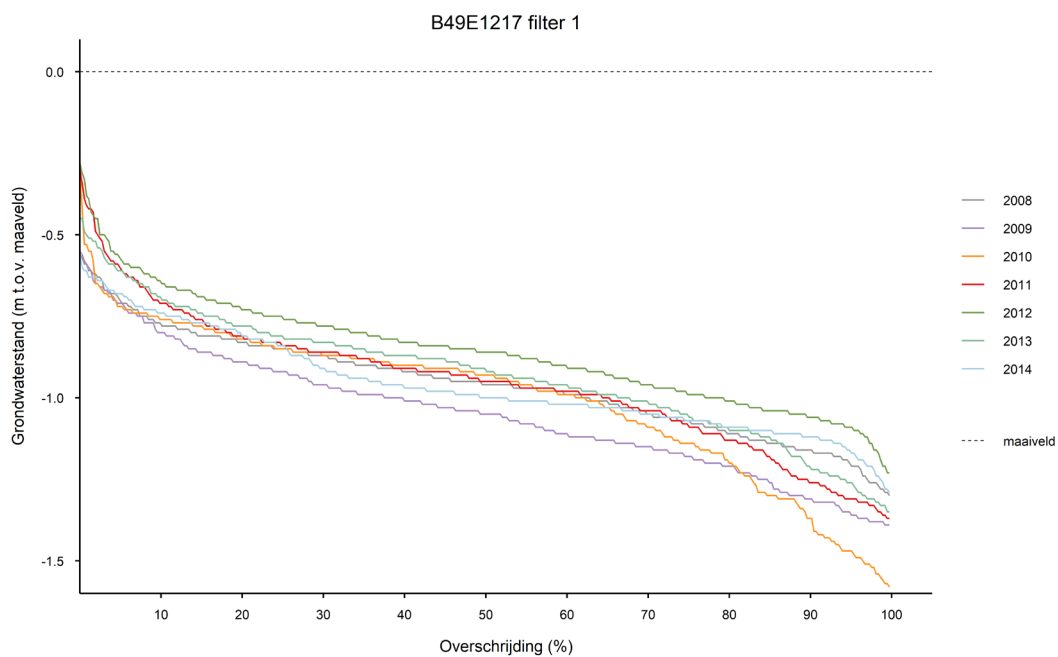
Figuur bijlage-1 Duurlijnen voor het grondwaterverloop in de peilbuizen B49E0385 en B49E1218. De grondwaterstand blijft door het jaar heen tamelijk constant. (Het verschil tussen de grondwaterstand bij 10% en bij 90% overschrijding ligt in de ordegrootte van 10 tot 20 cm). De locaties van beide peilbuizen staan aangegeven in Figuur 3-17.

B49B0683 filter 1



B49E0386 filter 1





Figuur bijlage-2 Duurlijnen voor het grondwaterverloop in de peilbuizen B49B0683, B49E0386 en B49E1217. Hier is sprake van wegzijging. De locaties van de drie peilbuizen staat aangegeven in Figuur 3-17.