

RAPPORT

Systeemanalyses natuurgebieden

Rondom Kruisland

Klant: Brabant Water

Referentie: BG6186-WM-RP-220819-0946WM

Status: Definitief/0002

Datum: 19 december 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: Systeemanalyses natuurgebieden

Sub titel: Rondon Kruisland
Referentie: BG6186-WM-RP-220819-0946WM
Status: 0002/Definitief
Datum: 19 december 2022
Projectnaam: BG6186
Projectnummer: BG6186
Auteur(s): Floris Verhagen

Opgesteld door: Floris Verhagen

Gecontroleerd door: Tom Paternotte, Arjan van Wachtendonk

Datum: 19-08-2022

Goedgekeurd door: Floris Verhagen

Datum: 19-08-2022

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, doel en leeswijzer	1
1.2	De onderzochte gebieden	1
1.3	Doel van de systeemanalyses	2
1.4	Doorlopen proces	3
1.5	Vervolg	6
2	Regionale situering	7
2.1	Hoogteligging	7
2.2	Grondwaterstroming	8
3	Oudland	9
4	Halsters laag	11
5	Zoomland	13
6	Everland, Molenbeeksbos en Sputendonks bosje	15
7	Rozenven	17
8	Gastels Laag	18
9	Cruijslandse Kreken	20

1 Inleiding

1.1 Aanleiding, doel en leeswijzer

In de afgelopen jaren hebben de provincie Noord-Brabant en Brabant Water onder andere met gemeenten, natuur- en waterorganisaties, ZLTO en bewonersorganisatie gezocht naar een kansrijke locatie voor grondwaterwinning in West-Brabant. Uitgangspunt was een locatie waar de effecten op de omgeving minimaal zijn. Hieruit kwam de omgeving van Kruisland naar voren. Het gaat om een potentiële grondwaterwinning van gemiddeld 3,5 miljoen m³ per jaar op een diepte van ongeveer 250 meter onder maaiveld uit de Formatie van Oosterhout. In het najaar van 2022 wordt een pompproef gedaan op deze diepte, om meer zekerheid te krijgen over de geohydrologische omstandigheden ter plekke.

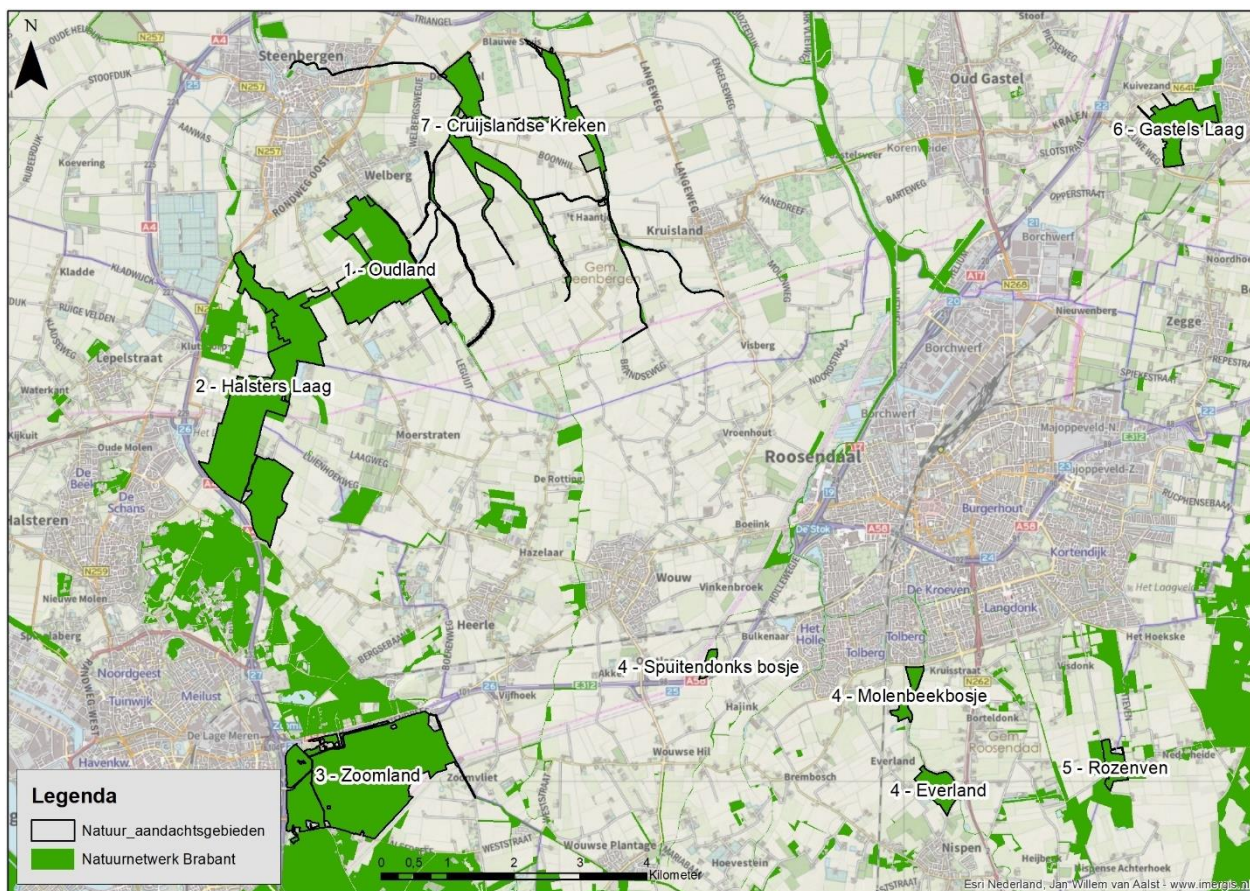
Natuurgebieden liggen op relatief grote afstand en de hydrologische effecten worden gedempt door de aanwezigheid van ondiepe kleilagen. De precieze effecten op natuurgebieden worden in een vervolgfase gedetailleerd in beeld gebracht als onderdeel van de vergunningaanvraag voor het onttrekken van grondwater. Als voorbereiding hierop zijn zeven relevante natuurgebieden beschreven in een Landschap ecologische systeemanalyse (LESA), waarin de samenhang van het ecologisch functioneren van de natuurgebieden in relatie tot het watersysteem is uitgewerkt. Voor elk gebied is een aparte LESA opgesteld, waarin uitgebreid wordt ingegaan op de ontstaanswijze van het gebied en de relatie tussen ondergrond, bodem, hydrologie, waterkwaliteit en vegetatie. Het accent ligt hierbij op ecohydrologische aspecten. In voorliggend rapport wordt een samenvatting gegeven van de zeven deelstudies. In het inleidende eerste hoofdstuk is beschreven op welke wijze de rapporten tot stand zijn gekomen en hoofdstuk 2 geeft een overkoepelende beschrijving van het gebied waarin de zeven natuurgebieden liggen.

1.2 De onderzochte gebieden

Er zijn systeemanalyses opgesteld voor zeven gebieden (Figuur 1-1):

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

Deze systeemanalyses zijn in zeven aparte rapporten opgenomen (Royal HaskoningDHV, 2022a-g). Voor het Gastels Laag is een aanvullend rapport gemaakt over de grondwaterkwaliteit (KWR, 2022).



Figuur 1-1: Ligging natuurgebieden (aangeduid met hun toponiem) waarvoor een systeemanalyse is opgesteld Groene polygonen: Natuurnetwerk Brabant (provincie Noord-Brabant 2021).

1.3 Doel van de systeemanalyses

Doel van de systeemanalyses is het vergroten van systeemkennis en inzicht in de sleutelprocessen die de (ontwikkeling van de) natuurwaarden in een gebied bepalen. De rapportages geven inzicht in het ecohydrologisch functioneren van de natuurgebieden en de invloed hiervan op de vegetatie. Natuurgebieden in een ruime straal rond Kruisland zijn geselecteerd voor een systeemanalyse, dit betekent niet dat er ook daadwerkelijk effecten van de winning hoeven te zijn. Het inzicht uit de systeemanalyses wordt in een vervolgfase gebruikt bij de te maken effectbeschrijving voor de voorgenomen nieuwe winning Kruisland in West-Brabant. Tevens leveren de systeemanalyses nadere informatie over het grondwatersysteem, wat benut wordt voor verdere verbetering en verfijning van het grondwatermodel

Afbakening waar de systeemanalyses NIET over gaan

- de manier waarop natuurdoelen in het veld gerealiseerd kunnen worden;
- advies over een optimale inrichting (aanpassingen in de waterhuishouding, afgraven van bovengrond);
- andere invloeden dan hydrologie op het realiseren van natuurdoelen (vermesting, stikstofdepositie of versnippering van natuurgebieden).

1.4 Doorlopen proces

De systeemanalyses zijn opgesteld door Royal HaskoningDHV in opdracht van Brabant Water. Er is meegewerkt door een groep van experts van waterschap Brabantse Delta en de terreinbeheerders om gebiedsspecifieke informatie aan te leveren en mee te denken over de aanpak en de resultaten van de analyse (Tabel 1-1). Deze expertgroep is gedurende het onderzoek regelmatig betrokken, eerst in plenaire (digitale) bijeenkomsten, later in kleinere bijeenkomsten per natuurgebied.

Tabel 1-1: Betrokken experts per natuurgebied.

Gebied	Staatsbosbeheer		Brabants Landschap		Waterschap Brabantse Delta	Natuur monumenten
	Hans Backx	Daniel Coenen	Hans Schep	Erik de Jonge	Jaco van Heemskerk	Martin Mos
Oudland	√		√		√	
Halsters Laag	√				√	
Zoomland			√	√	√	
Molenbeek	√					
Rozenven						√
Gastels Laag	√	√			√	
Cruislandse Kreen			√	√	√	

De systeemanalyses zijn in zes stappen tot stand gekomen:

1. Eerst is een analyse gemaakt welke natuurgebieden potentieel beïnvloed zouden kunnen worden door de nieuwe grondwaterwinning (Royal HaskoningDHV, 2020). Er werd geconcludeerd dat er geen directe effecten zijn op Natura2000-gebieden. Er worden geen grondwatereffecten verwacht op de Brabantse Wal waar grondwaterafhankelijke vennen liggen. Ter hoogte van het Zoomland, onderdeel van N2000 gebied de Brabantse Wal worden mogelijk wel grondwatereffecten verwacht. Echter dit gebied heeft een status van Vogelrichtlijngebied en is hiervoor niet afhankelijk van grondwater. In het mogelijke beïnvloedingsgebied van Kruisland liggen meerdere grond- en oppervlaktewaterafhankelijke en onder het NNB beschermde natuurgebieden. In deze eerste analyse is vastgesteld dat hier nader onderzoek voor gewenst is. Dit betreft vooral de Natte Natuurparels, het Rozenven en Het Gastels Laag.
2. Er is een Plan van Aanpak (Royal HaskoningDHV, 2021a) opgesteld met een voorstel hoe de systeemanalyses uit te werken: welke onderdelen moeten hierin terugkomen, welke data en literatuur is beschikbaar en welke gebieden moeten nader beschreven worden. De oorspronkelijke keuze van de zeven gebieden (Oudland, Halsters Laag, Zoomland, Percelen langs Molenbeek, Rozenven, Gastels Laag en Cruislandse kreen) is gebaseerd op de berekeningen met het grondwatermodel en de natuurdoeltypen.
3. Het resultaat van deze analyse is voorgelegd in een Expertbijeenkomst Natuur op 4 februari 2021. Door de terreinbeheerders zijn suggesties gedaan voor zes extra te onderzoeken natuurgebieden (Buitenlust / Dal van de Ligne, Pottersbos, Hopmeer, Spuitendonksbosje, Molenbeekbosje en Dassenberg). Op basis van hydrologische criteria is besloten om drie van deze gebieden toe te voegen aan de lijst van te beschrijven gebieden (Tabel 1-2). Spuitendonksbosje en Molenbeekbosje zijn opgenomen in de systeemanalyse voor de Molenbeek. De lage delen van Dassenberg maken onderdeel uit van de systeemanalyse voor Halsters Laag.

4. De zeven systeemanalyses zijn uitgewerkt in de periode maart 2021 – januari 2022. De analyse van elk afzonderlijk gebied is met een groep van experts besproken (Tabel 1-1). In de bespreking zijn suggesties gedaan voor verbetering van de analyse, voor het gebruik van aanvullende data of zijn er aanbevelingen gedaan voor verdieping van de analyse door het uitvoeren van aanvullend veldwerk.
5. De systeemanalyses zijn verder uitgewerkt na uitvoering van aanvullend veldwerk.
6. De resultaten van de systeemanalyses zijn op hoofdlijnen besproken met de experts op 26 september 2022. Alle rapporten zijn gedeeld en er is nog de mogelijkheid gegeven op commentaar op de rapporten. Hiervan is gebruik gemaakt door Natuurmonumenten en de provincie Noord-Brabant. De selectie van natuurgebieden waarvoor een LESA is gemaakt is niet meer verder aangepast. Bijvoorbeeld het gebied van de Smalle Beek is niet in een aparte LESA opgenomen omdat de verwachte grondwaterstandsveranderingen klein zijn.

Tabel 1-2: Afweging per natuurgebied voor opstellen van een LESA.

Natuurgebied	Berekende effect op grondwater stand #	Berekende effect op kwel #	GW afhankelijk	Gemaakte keuze voor uitvoeren systeemanalyse
Oudland	< 2 cm	< 20 mm/jaar	Ja	Ja
Halsters Laag	< 2 cm	< 20 mm/jaar	Ja	Ja
Zoomland	< 5 cm	< 20 mm/jaar	Ja	Ja
Percelen langs Molenbeek	<25 cm	> 350 mm/jaar (lokaal)	Ja	Ja
Rozenven	< 10 cm	< 20 mm/jaar	Ja	Ja
Gastels Laag	< 2 cm	< 20 mm/jaar	Ja	Ja
Cruislandse Kreken	< 2 cm	< 40 mm/jaar	Ja	Ja
Buitenlust / Dal Ligne	< 1 cm	< 20 mm/jaar	Ja, deels (graslanden)	Nee
Pottersbos	< 2 cm	< 20 mm/jaar	Nee (droog productiebos)	Nee
Hopmeer	< 2 cm	< 20 mm/jaar	Ja (vochtige weidevogelgrasland)	Nee
Sputendonsbosje	< 2 cm	< 20 mm/jaar	Misschien (Haagbeuken / Essenbos)	Ja
Molenbeekbosje	2 cm	> 50 mm/jaar (lokaal)	Ja, vochtig bos met productie en oud bosrelict elzenbroekbos	Ja
Dassenberg	< 2cm	< 20 mm/jaar	Deels (zwak gebufferd ven en kruidenrijk grasland)	Ja, voor lage delen van gebied binnen analyse Halsters Laag

Effecten zijn berekend met een eerste versie van het geohydrologisch model. Dit model wordt nog verbeterd met aanvullend veldwerk en een pompproef.

Voor drie gebieden is aanvullend veldwerk uitgevoerd om kennisleemtes op te lossen in het inzicht in de systeemwerking van het gebied (Tabel 1-3). In het Everland bij de Molenbeek is een diepe peilbuis geplaatst tot onder de Waalreklei met twee filters voor monitoring van grondwaterkwaliteit en kwantiteit.

De bodemopbouw rondom en de diepte van het Rozenven zijn in beeld gebracht om zo een waterbalans te kunnen opstellen. In alle de drie natuurgebieden zijn bodem- en/of grondwatermonsters genomen voor een beter inzicht in de herkomst van het grondwater en de bodemkenmerken. Bij het Gastels Laag was nog relatief weinig informatie beschikbaar. Een nieuw geplaatste diepe peilbuis, een raai van ondiepe peilbuizen, kartering van de bodemopbouw en de analyse van de (grond)waterkwaliteit geeft de benodigde informatie voor de systeemanalyse.

Tabel 1-3: Uitgevoerd veldwerk in 2021 in de natuurgebieden.

	Kartering bodemopbouw	(grond) waterkwaliteit monsters	Uitbreiding hydrologisch meetnet	Inmeten waterstanden / topografie
Molenbeek (Everland)		√	√	
Rozenven	√	√		√
Gastels Laag	√	√	√	√

1.5 Vervolg

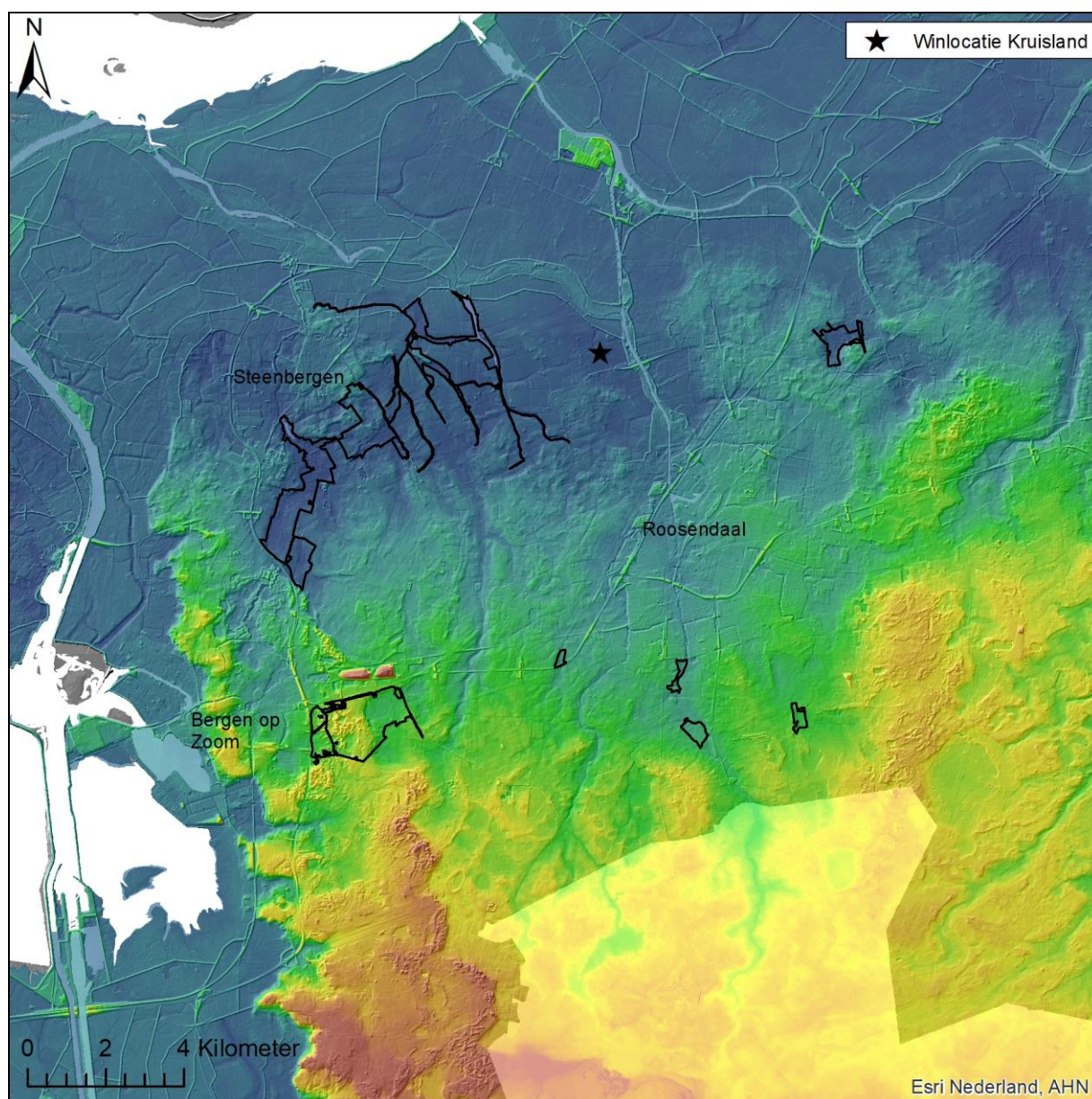
De systeemanalyses vormen de basis voor de ecohydrologische effectenstudie die zal worden uitgevoerd ten behoeve van de vergunningaanvraag voor een grondwaterwinning voor drinkwaterproductie bij Kruisland. In de effectenstudie wordt samen met de systeemanalyses een geohydrologisch model gebruikt voor het berekenen van de effecten op grondwaterstand en kwel in de natuurgebieden ten gevolge van het onttrekken van grondwater bij Kruisland. In deze effectanalyse wordt ook ingegaan op de effecten van omliggende grondwateronttrekking voor drinkwater, industrie en landbouw.

Het geohydrologisch model is gebaseerd op het Brabantmodel (Royal HaskoningDHV, 2019). Dit model wordt nog verbeterd met aanvullend veldwerk, een pompproef (najaar 2022), vernieuwde inzichten van TNO over de diepe bodemopbouw en informatie uit de systeemanalyses. De systeemanalyses hebben hiervoor meer inzicht gegeven in zowel lokale aspecten zoals het voorkomen van ondiepe leemvoorkomens als meer regionale aspecten zoals de verbreiding van de Waalreklei in de ondergrond. Tevens hebben de systeemanalyses relevante kennis voor het grondwatermodel geleverd ten aanzien van de doorwerking van lokale waterhuishouding op de hydrologie.

2 Regionale situering

2.1 Hoogteligging

De nieuw geplande winning Kruisland is relatief laag gelegen in de landschappelijke gradiënt. Ten zuiden liggen de hoger gelegen zandgronden van het Brabants Massief, met in het zuidwesten de uitloper van de Brabantse Wal. Het Zoomland bevindt zich op en langs de noordelijke uitloper van de Brabantse Wal. De Molenbeek (bij Nispen) snijdt zich door dit hooggelegen gebied heen. Ten westen hiervan zijn de beekdalen van de Rissebeek en Wouwse Beek zichtbaar. Op de overgang van de pleistocene zandgronden naar de zeekleigronden bevindt zich de Naad van Brabant. De natuurgebieden Gastels Laag, Oudland en Halsters Laag zijn gelegen in dit overgangsgebied. Ten noorden hiervan ligt het peilbeheerste gebied dat grotendeels onder zeeniveau is gelegen. In dit gebied liggen de Cruislandse kreken als natuurlijke resten van de historische overstromingen vanuit zee.

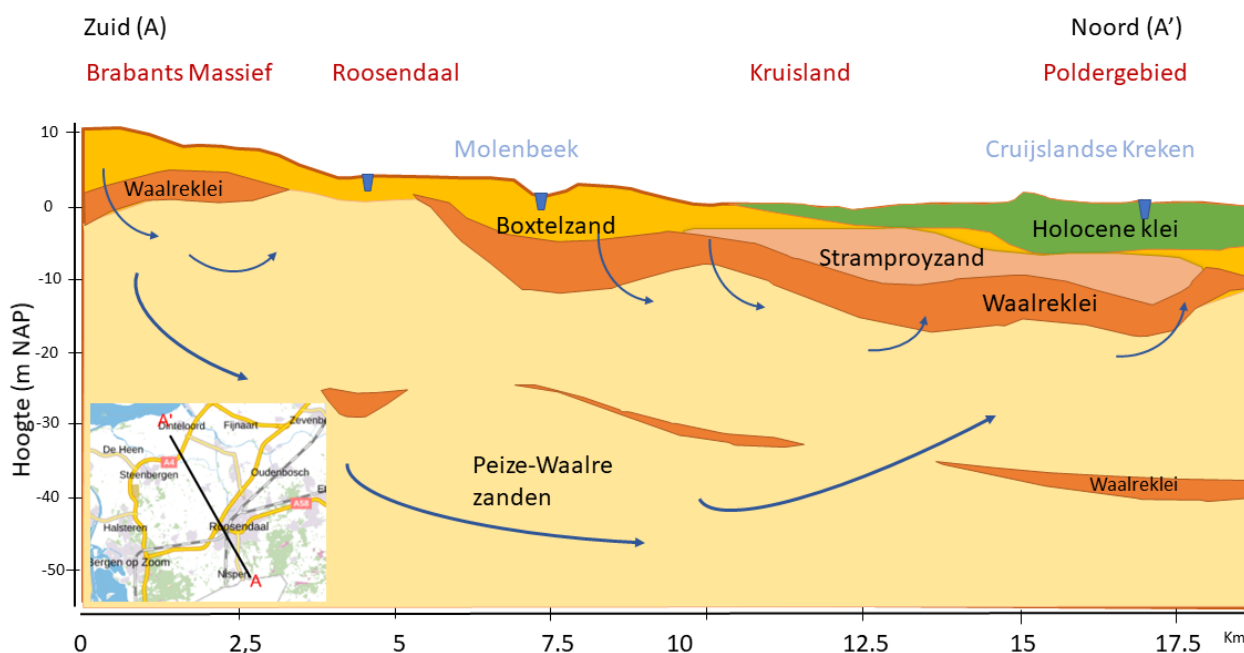


Figuur 2-1: Maaiveldhoogte (m+NAP) volgens het AHN3 (AHN 2021) met de ligging van de onderzochte natuurgebieden.

2.2 Grondwaterstroming

Figuur 2-2 geeft een schematisch beeld van de geohydrologische opbouw van West-Brabant. Het profiel loopt vanaf het hoger gelegen zuiden van het Brabants Massief over de stad Roosendaal, de geplande winningslocatie in Kruisland naar het poldergebied in het noorden. Er kunnen regionaal twee watervoerende pakketten worden onderscheiden die van direct belang zijn voor de hydrologie in de natuurgebieden; het ondiepe pakket boven de Waalreklei (bovenste klei-afzetting van de formatie van Waalre) en het diepere pakket onder de Waalreklei. Het diepere pakket bestaat uit de Peize Waalrezanden, soms onderbroken door kleilagen. Het ondiepe watervoerende pakket bestaat in het zuiden uit de stuifzanden van de Buxtelformatie en in het noorden grotendeels uit de Stramproy zanden. Beide lagen kunnen ook leemlaagjes bevatten, waarop ondiep grondwater kan stagneren. Voorbeelden zijn de Zeezuiper in het Zoomland en het Rozenven. Naar het noorden toe wordt de afdekkende holocene kleilaag steeds dikker. Veen is voor een groot deel weggegraven, maar komt ook nog steeds in deze geologische laag voor.

Grondwater infiltreert op de hogere gronden en stroomt regionaal van zuid naar noord. Globaal is het gebied ten zuiden van Kruisland een infiltratiegebied (met uitzondering van beekdalen zoals de Molenbeek) en ten noorden hiervan een kwelgebied. De mate waarin grondwater van het ene naar het andere watervoerende pakket kan stromen is afhankelijk van de dikte van de Waalreklei. Deze dikte van de Waalreklei verschilt per locatie. Ten zuiden van Roosendaal is de laag vrij dun of ontbreekt plaatselijk geheel. Op deze plaatsen zijn het diepere en ondiepe watervoerende pakket met elkaar verbonden.



Figuur 2-2: Schematische weergave van de geohydrologie van West-Brabant met de richting van de grondwaterstroming.



3. Oudland

3 Oudland

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor het Oudland (Royal HaskoningDHV, 2022a). Meer uitgebreide informatie is in dit rapport te vinden.

Oudland ligt op een uitloper van een zandrug en ligt relatief laag in het landschap, omgeven door zeekleiafzettingen. Hier lag vroeger een uitgestrekt veengebied waaruit veen tot diep in de negentiende eeuw is ontgonnen. Dijken om het gebied beschermden het waardevolle veen tegen de kracht van de zee. Het gebied bestaat historisch gezien uit een afwisseling van bossen, kleinschalig coulisselandschap en graslanden. Met name in het zuidelijke deel kwamen enkele nattere, mogelijk beperkt of niet ontgonnen gronden voor (ter hoogte van Krabben). Eind jaren tachtig van de vorige eeuw is in het gebied een ruilverkaveling uitgevoerd, waarmee het landschap het karakter heeft gekregen zoals we dat nu kennen. De dijken zijn behouden gebleven, maar de kleinschaligheid van het landschap -buiten de landgoederen- is verdwenen. De ontwatering is sterk geïntensiveerd voor de landbouw, en daarmee zijn de natte plekken grotendeels verdwenen.

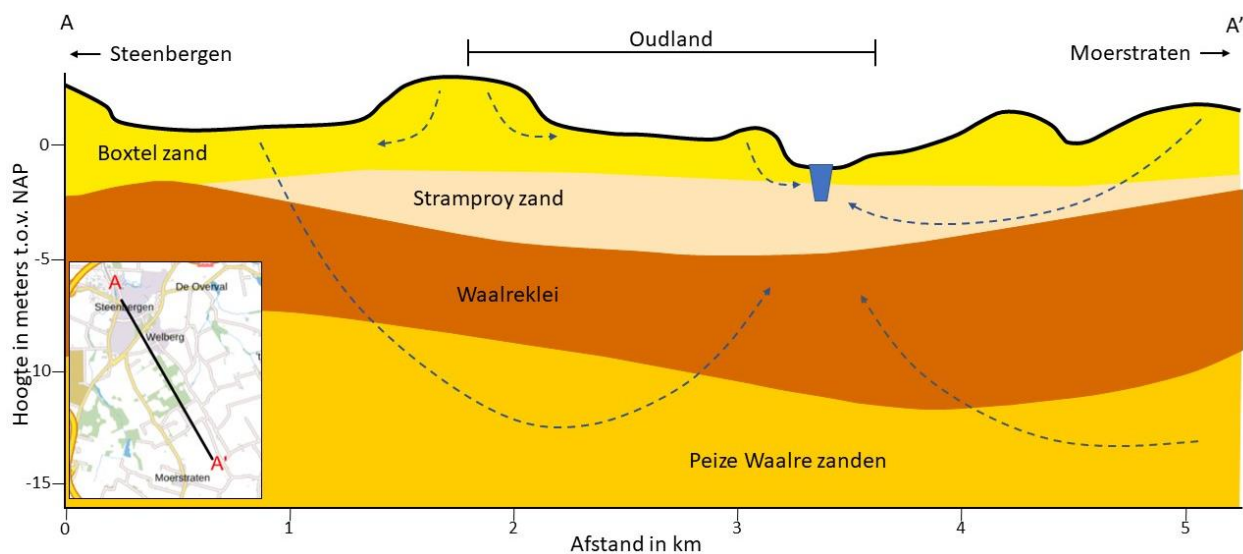
Oudland heeft alle potentie om een nat gebied te zijn, zoals ook blijkt uit de uitgebreide aanwezigheid van veenmoeras. Onder het Oudland bevindt zich een kommetje (Waalre)klei waarin water zich kan verzamelen. Het kommetje kan “alleen” overlopen richting het westen, richting het Halsters Laag. Omdat boven de klei maar enkele meters zand ligt is het kommetje snel gevuld.

Hoewel de Waalre klei zeker weerstand biedt, is deze niet waterdicht. De laag kenmerkt zich juist door heterogeniteit; er komen beter doorlatende afzettingen voor in de klei. Uitwisseling van grondwater onder de klei naar het bovenliggende zandpakket is mogelijk, maar dit water komt niet aan maaiveld. Het grondwaterpeil is namelijk een meter gedaald in de afgelopen eeuw. Het kwelwater komt nu in diepe watergangen naar boven. Of dit kwelwater vroeger wel aan maaiveld kwam is niet zeker.

Toch is (was) Oudland rijk aan kwelstromen, drie in totaal. Op de hoge dekzanden ten zuiden van Heerle infiltreert water dat in noordelijke richting zijn weg vindt richting Oudland: de oude, aangereikte regionale kwelstroom. Iets dichterbij -vermoedelijk de omgeving Moerstraten, infiltreert water dat ook ondergronds afstroomt richting Oudland: de bovenlokale kwelstroom. In de stuifduinen in Oudland zelf en zijn directe omgeving infiltreert regenwater dat na een korte verblijftijd in de grond lokaal weer aan maaiveld komt: de lokale kwelstroom.

De lokale kwelstromen zijn nu dominant in het Oudland; het is ionenarm en relatief zuur water. En daarmee is het gebied van karakter veranderd, waar het vroeger werd gedomineerd door water dat van grotere diepte kwam en meer mineralen (waaronder opgelost kalk) bevatte. Figuur 3-1 vat het geheel samen in een systeemsschets.

In de huidige situatie zakken de grondwaterstanden in de zomer (GLG) ver weg. Het is te droog voor de gewenste natuur zoals nat schraalland en vochtig hooiland. Het huidige beheertype kruiden- en faunarijk grasland past veel beter bij de huidige omstandigheden. Voor ontwikkeling van de andere natuurtypen is meer dieper en (iets) aangereikt grondwater nodig. Om dit te realiseren zijn maatregelen buiten de grenzen van de natuurparel zelf nodig.



Figuur 3-1: Systeemschets Oudland.

4. Halsters Laag



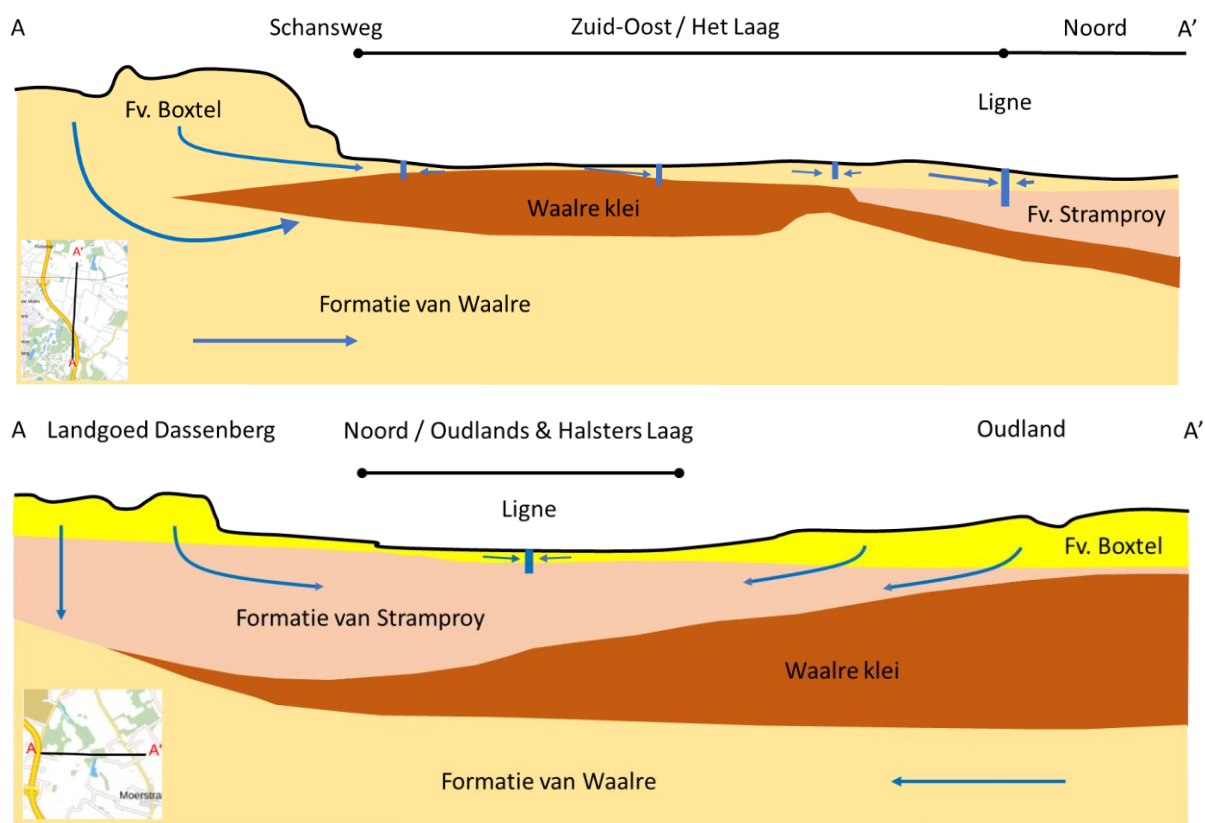
4 Halsters laag

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor het Halsters Laag (Royal HaskoningDHV, 2022b). Meer uitgebreide informatie is in dit rapport te vinden.

Halsters Laag is een laaggelegen gebied gelegen ten noordoosten van de Brabantse Wal en ten zuidwesten van Oudland. De Brabantse Wal loopt door tot aan Landgoed Dassenberg. Halsters Laag is van oorsprong een beekdal dat is uitgesleten in de hogere zandgronden van West-Brabant en wordt ingesloten tussen dekzandruggen en stuifduincomplexen. Dit beekdal is later op enkele plekken opgevuld met stuifzand. Het gebied is dichtgegroeid met veen. Het gebied ligt aan weerszijden van de watergang Ligne, een voormalige turfvaart.

Halsters Laag was van oudsher een nat en ontoegankelijk gebied. Met de turfwinning in Halsters Laag werd in de 13^e 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. Andere delen zijn bezand en begreppeld om nog enige grasproductie mogelijk te maken.

Grondwater stroomt vanaf de hoger gelegen Brabantse Wal in de richting van Halsters Laag. In het zuidelijk deel van Halsters Laag stroomt een deel van dit grondwater omhoog door de Waalreklei (Figuur 4-1). Echter Halsters Laag is vooral afhankelijk van ondiep water dat moeilijk door de aanwezige kleilagen en meerbodems naar beneden kan stromen. Dit water wordt gedraineerd in het dal van de Ligne en afgevoerd uit het gebied.



Figuur 4-1: Systeemschets Oudland. Boven: van zuid naar noord; Onder: Van west naar oost.

Het noordelijk deel is relatief nat. Grondwater komt toestromen vanuit het zuiden en vanaf de flanken van het beekdal (Oudland, Landgoed Dassenberg). Het waterpeil in De Ligne staat relatief hoog ten opzichte van het aangrenzend 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.

De zuidoosthoek van Halsters Laag ligt 1 tot 1,5 meter hoger dan de rest van het gebied, maar is van oorsprong kletsnat. Hier ligt de Waalreklei dicht aan maaiveld, bedekt met moerige gronden en veen, of met dekzand. Het meest zuidelijk deel wordt gevoed door grondwater vanuit de hoger gelegen stuifduinen. De Waalreklei wordt echter snel dikker in noordelijke richting, waardoor deze kwelinvloed afneemt. Het gebied wordt gemakkelijk nat, waterafvoer naar de diepte is beperkt mogelijk. De waterhuishouding is afgestemd op landbouwkundig gebruik met een diepe ontwatering. De Ligne is hier diep in het terrein ingesneden en grondwaterstanden zakken uit tot meer dan 120 cm onder maaiveld. Kwel is alleen zichtbaar in sloten aan de zuidrand van dit gebied. Het huidig beheer van de al verworven verspreid liggende natuurpercelen is gericht op kruiden- en faunarijk grasland.

Het zuidelijk deelgebied Het Laag wordt gevoed door de omringende hoger gelegen zandgronden aanwezig. Hier treedt ijzerrijk grondwater uit in de bermsloot langs de A4. In het talud van deze sloot en onder aan het talud van de snelweg staat massaal de kwelindicator veldrus.

In de Zuidwesthoek domineert de infiltratie. Weliswaar komt de meerbodem ondiep voor die voor natte omstandigheden en plasvorming zorgt in de winter. Maar de Waalreklei ontbreekt en de diep ingesneden waterlopen, inclusief de Ligne, draineren de zandondergrond onder de meerbodem. Grondwaterstanden zakken daarom hier weg in de zomer tot 40 tot 60 cm onder maaiveld. Dan is er sprake van inzijging. Dit is te herkennen aan de vegetatie. 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. Kenmerkend voor het gebied zijn galigaan en drijvende waterweegbree, beide zijn Habitatrichtlijn soorten.

Een belangrijke sleutel bij de gewenste ontwikkeling van Halsters Laag naar de geformuleerde natuurdoeltypen is het beheer van het oppervlaktewatersysteem. Het waterpeil in De Ligne is in het noordelijk deel voldoende hoog, maar elders is dit niet het geval en zakken grondwaterstanden dieper weg. Nat schaalland is dan moeilijk te realiseren.

5. Zoomland



5 Zoomland

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor het Zoomland (Royal HaskoningDHV, 2022c). Meer uitgebreide informatie is in dit rapport te vinden.

Zoomland is een gevarieerd gebied met beboste droge stuifzandgronden en natte moerasvegetaties. Oude beukenlanen van de landgoederen op korte afstand van de verdrinken bomen in de Zeezuiper, een ven, staan hier symbool voor.

De stuifzanden liggen hoog boven de grondwaterstanden, grondwater infiltreert hier (zie Figuur 5-1). De vegetatie bestaat op de hoge gronden voornamelijk uit bossen met enkele open plekken met heide of graslanden en is afhankelijk van regenwater en aanwezige voedingsstoffen en mineralen in de bodem.

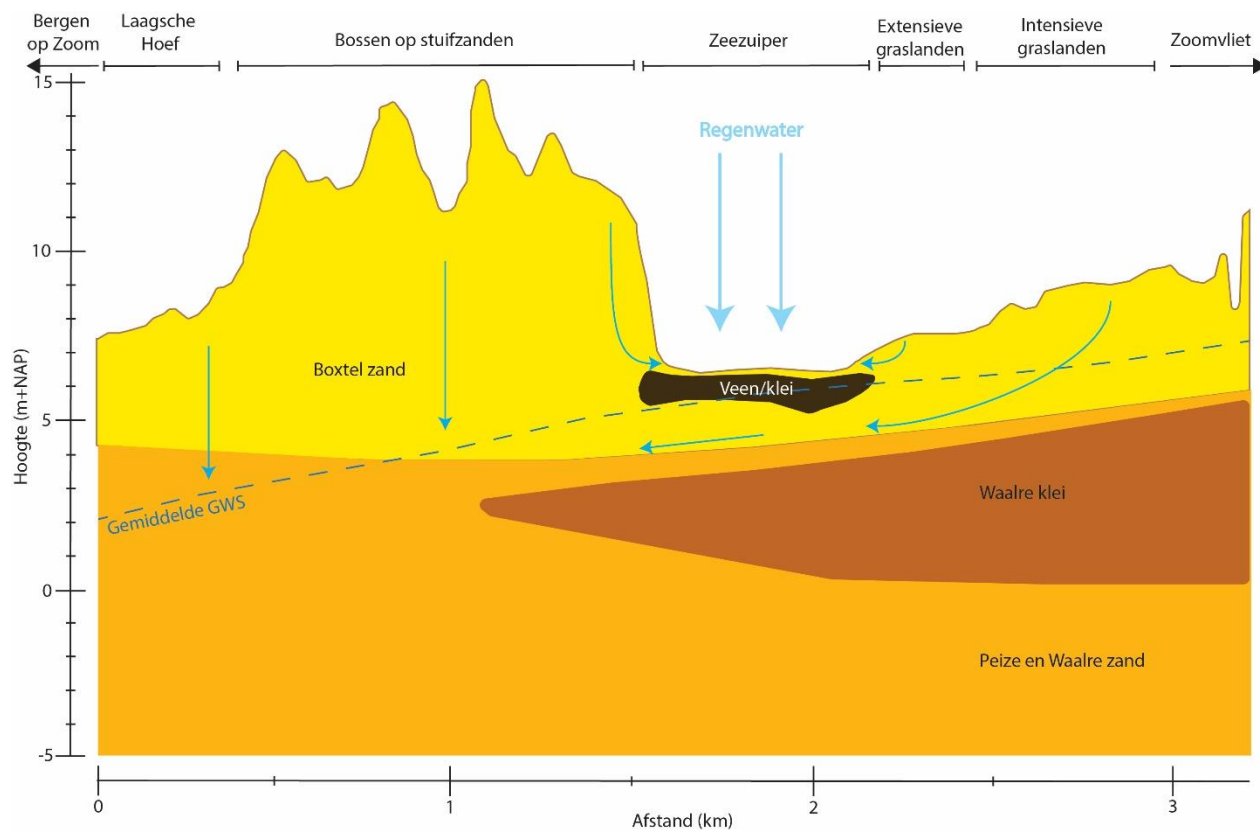
Ten oosten van de stuifduinen ligt de Zeezuiper, een ven dat wordt gevoed met regenwater en lokaal toestromend grondwater vanuit de flanken, zoals uit de stuifduinen. Het oppervlaktewaterpeil fluctueert tussen de seizoenen en daarmee varieert de omvang van de plas. Grondwaterstanden zijn in de winter vaak hoog en komen dan tot aan maaiveld. In de droge zomers van de jaren 2018-2020 zijn de grondwaterstanden diep weggezakt en daarmee zijn delen van het ven tijdelijk drooggevallen.

Onder de Zeezuiper is een scheidende laag aanwezig die uit veen, klei of een combinatie van beide bestaat. Deze veen/kleilaag speelt 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 dit gebeurt minder snel. De omvang van de plas neemt wel flink af in droge tijden, als gevolg van verdamping en mogelijk lokale gaten in de weerstandbiedende bodemlaag. In nattere tijden kan de Zeezuiper ook weer grote hoeveelheden water bergen, waaraan het ook haar naam ontleent.

Grondwater stroomt regionaal vanaf de oostelijke flank van de Brabantse Wal in westelijke richting naar Zoomland. De stijghoogte onder de Waalreklei ligt ter hoogte van de Zeezuiper ongeveer 2 meter lager dan de grondwaterstand. Sinds 2013 is sprake van een trendmatige afname in de diepe stijghoogte onder de Waalreklei. Dit is waarschijnlijk ook de reden dat het ven in de zomer steeds meer water verliest.

De Zeezuiper is rijk aan voedingsstoffen, die voor een groot deel uit de dikke sliblaag komen, maar ook uit omliggend landbouwgebied. De waterkwaliteit wordt hierdoor bepaald door een combinatie van regenwater, nalevering uit de sliblaag en toestromend lokaal grondwater.

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. De aanwezigheid van wilde gagel op de westflank van de Zeezuiper is een aanwijzing voor lokale kwel vanuit het aangrenzende stuifzand. Dodaars komt voor als broedvogel en is afhankelijk van voldoende water in het gebied.



Figuur 5-1: Ecohydrologische dwarsdoorsnede van Zoomland (van Zoomvliet in het zuidoosten richting Bergen op Zoom in het zuidwesten).



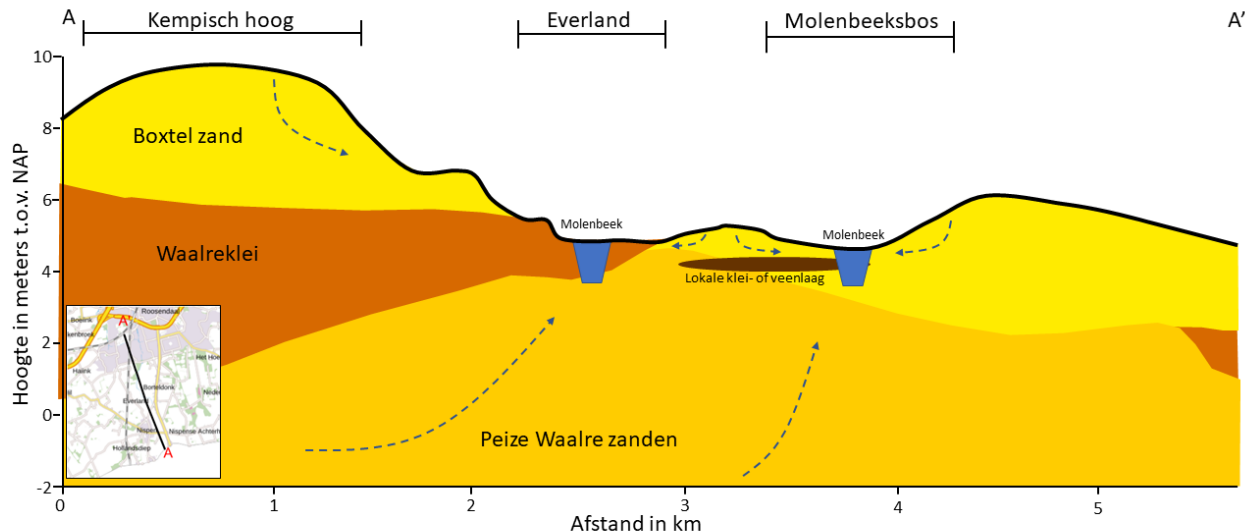
6. (Omgeving) Molenbeek

6 Everland, Molenbeekbos en Sputendonks bosje

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor het Everland, Molenbeekbos en Sputendonks bosje (Royal HaskoningDHV, 2022d). Meer uitgebreide informatie is in dit rapport te vinden.

De gebieden Everland, Molenbeekbos en Sputendonks bosje liggen los van elkaar ten zuidwesten van Roosendaal. Everland en het Molenbeekbos worden verbonden door de Watermolenbeek die vanuit België richting Roosendaal stroomt. Het Sputendonksbosje heeft zijn eigen beek(dal), een relict van de Sputendonkse beek. Alle drie de gebieden zijn in zekere zin (de laatste) relictten van het landschap van vóór de ruilverkavelingen. De kern van het Molenbeekbos en het Sputendonksbosje zijn waarschijnlijk beide oude, originele bosgroeiplaatsen van meer dan 200 jaar oud. De omgeving is daarentegen wel aanzienlijk veranderd. Beken zijn genormaliseerd, drainage is aangelegd, het landgebruik is geïntensiveerd en onttrekkingen van grondwater zijn uitgebreid.

Grondwater stroomt regionaal van hoog (zuid) naar laag noord (Figuur 6-1) en kan omhoog stromen naar de drie natuurgebieden. Tussen het watervoerende pakket en het ondiepe freatische pakket bevindt zich een dunne laag Waalreklei. De grondwaterdruk vanuit het eerste watervoerende pakket is het grootst in het Everland. Kwelindicatoren in het veld zijn beperkt tot sloten en slootkanten. Er zijn momenteel geen duidelijke aanwijzingen in de vegetatie die duiden op kwel naar maaiveld.



Figuur 6-1: Geohydrologische dwarsdoorsnede van Kempisch Hoog (zuid) via het Everland naar Molenbeekbos.

De Watermolenbeek en de Sputendonkse beek zijn relatief korte beken die ontspringen in het hoger gelegen Kempisch Plateau. Op Nederlands grondgebied waaieren de beken uit in het laagland. Het Sputendonksbosje en het Molenbeekbos liggen dan ook laag in het omliggende landschap; Everland ligt iets hoger, maar ook in het lage deel van het beekdal. Door deze ligging zijn deze gebieden van nature nat en heeft zich in het verleden veen kunnen ontwikkelen.

Alle drie de gebieden hebben ondiepe weerstandbiedende bodemlagen. Onder Molenbeekbos en Everland is ondiep een aaneengesloten decimeters dikke leemlaag aanwezig; lokaal ontbreekt deze direct ten westen van Everland. Onder het Sputendonsbosje is ondiep oude klei aanwezig. Deze lagen zorgen ervoor dat vanuit de omgeving toestromend water maar ook regenwater moeilijk kan infiltreren in de onderliggende zanden. Voor het Sputendonsbosje is de bodem boven de kleilaag zo ondiep, dat deze vermoedelijk ook weer makkelijk uitdroogt.

De Watermolenbeek is breed, recht, diep en gestuwd en doorsnijdt de ondiep aanwezige weerstandbiedende laag om contact te maken met de onderliggende goed doorlatende zanden. Een diep ingesneden meander, aangelegd als vispassage, vangt het grondwater af dat vanuit westelijke richting naar de Watermolenbeek stroomt. De beek inundeert regelmatig in het Molenbeekbos. De beek is rijk aan voedingstoffen en zware metalen als gevolg van historische verontreiniging en beïnvloedt zo de natuurkwaliteit van het Molenbeekbos. De Sputendonkse beek is smaller, ondieper en niet gestuwd en doorsnijdt de ondiep aanwezige weerstand biedende laag niet.

In het Sputendonsbosje komt Haagbeuken- en Essenbos voor op de vochtige, basenrijke bodems, waar de grondwaterstand tot dicht onder maaiveld kan staan of stagneert op ondiepe slecht doorlatende leem- of kleigrond (schijnspiegels). Het Molenbeekbos heeft een vegetatie die past bij natte, basenrijke groeiplaatsen zoals die horen bij Elzenbroekbossen. De provinciale natuurambitie is hoger, en streeft naar ontwikkeling van beekbegeleidend bos en dynamische moerasvegetatie. Dit vergt permanent hoge, weinig wisselende waterstanden of regelmatige inundaties, waar nu geen sprake van is, mede door de diep ingesneden meander. De vegetatie in Everland weerspiegelt het oude weidegebruik. De potentie van kalkrijke kwel is beperkt, omdat het grondwater onder de Waalreklei weinig kalk bevat. De bovenste Waalrekleilagen bevatten wel kalk en het omhoog stromende grondwater wordt hierdoor enigszins aangereikt.

Conclusie is dat de ondiep aanwezige weerstandbiedende lagen de sleutelfactor zijn voor de natuurgebieden, bepalend voor grondwaterdynamiek en basenrijkdom. De afhankelijkheid van dieper grondwater, onder de Waalreklei, is beperkt.



7. Rozenven

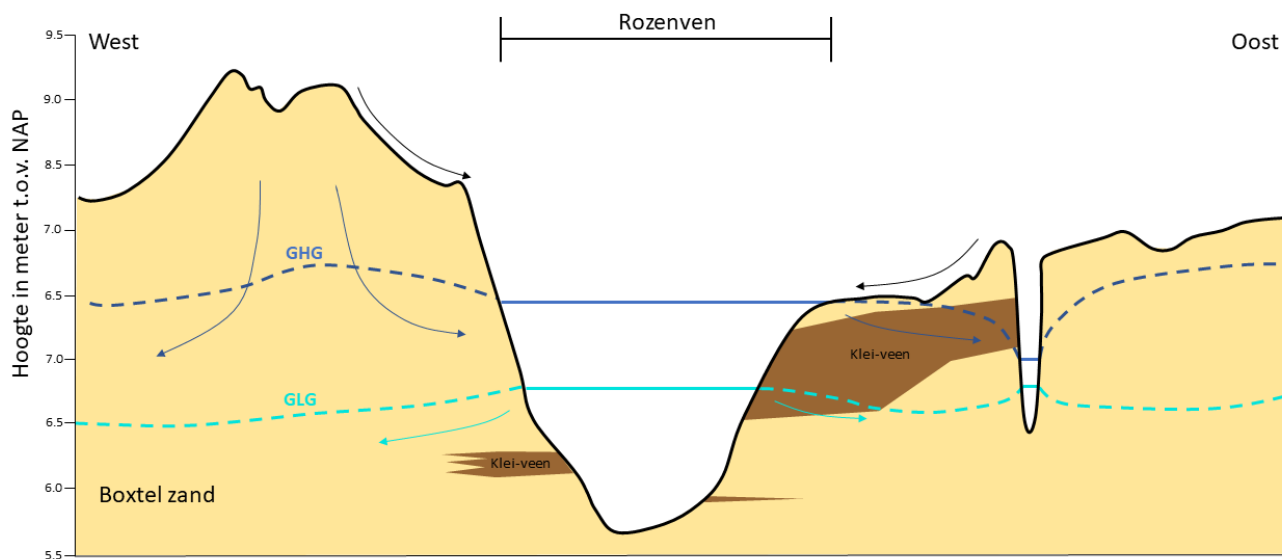
7 Rozenven

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor het Rozenven (Royal HaskoningDHV, 2022e). Meer uitgebreide informatie is in dit rapport te vinden.

Het Rozenven ligt in een laagte op het dekzandplateau. Halverwege de vorige eeuw was het Rozenven praktisch dichtgegroeid. Vanwege de bijzondere floristische waarden is in 2003 het ven opgeschoond en in 2014 is het natuurgebied aan de zuidzijde uitgebreid. Nu ligt er een zwakgebufferd, matig eutroof ven omzoomd door vochtige en droge heide. Aan de noordoever van het ven is nog een restant wilgenstruweel blijven staan.

Het ven is voor zo ver bekend altijd watervoerend en heeft een gemiddelde waterdiepte van 1,80 meter. Het ven is afhankelijk van voeding met regenwater en grondwater. Het ven is dus niet geïsoleerd van de ondergrond door een ondoordringbare leemlaag. Echter de regencomponent is gemiddeld gezien wel het grootst. Het effect van toestromend grondwater is merkbaar in de (zwakke) buffering van het ven en in het voorkomen van plantensoorten kenmerkend voor laterale grondwaterstroming (o.a. vlottende bies, beenbreek, veldrus). Aan de oostzijde stroomt water weg naar een diepe landbouwsloot. De negatieve invloed van deze sloot op het ven is beperkt, omdat de leemlagen de waterstroming beperken. In de zomerperiode overheerst verdamping en daalt het waterpeil. De grondwaterstanden rond het ven zakken dieper weg dan het venpeil. Er treedt dan wegzijging op vanuit het ven naar de directe omgeving.

De ondiep aanwezige weerstandbiedende lagen zijn bepalend voor de standplaatscondities van het Rozenven, zoals duidelijk gemaakt in de systeemschets (Figuur 7-1). De leemlagen verminderen het weglekken van water uit het ven en zorgen voor toevoer van basen naar het ven. Daardoor is het ven minder zuur dan het omliggende grondwater: een zogenaamd zwakgebufferd ven. Op de oever komen moeraswolfsklauw, snavelbies, beenbreek en klokjesgentiaan voor, soorten die een hoge voorjaarsgrondwaterstand nodig hebben. In de jaren na het opschonen in 2003 is de voedselrijkdom van het ven weliswaar fors afgenomen, maar deze is nog wel duidelijk te hoog voor de duurzame instandhouding van het zwak gebufferde ven. Een zorgpunt daarbij is de betekenis van de aanvoer van ondiep, door vermesting beïnvloed grondwater. Het venpeil en de zuurgraad van het Rozenven voldoen aan de standplaatsvereisten voor zwakgebufferd ven.



Figuur 7-1: Systeemschets voor het Rozenven voor een winter (GHG) en zomersituatie (GLG).

8. Gastels Laag

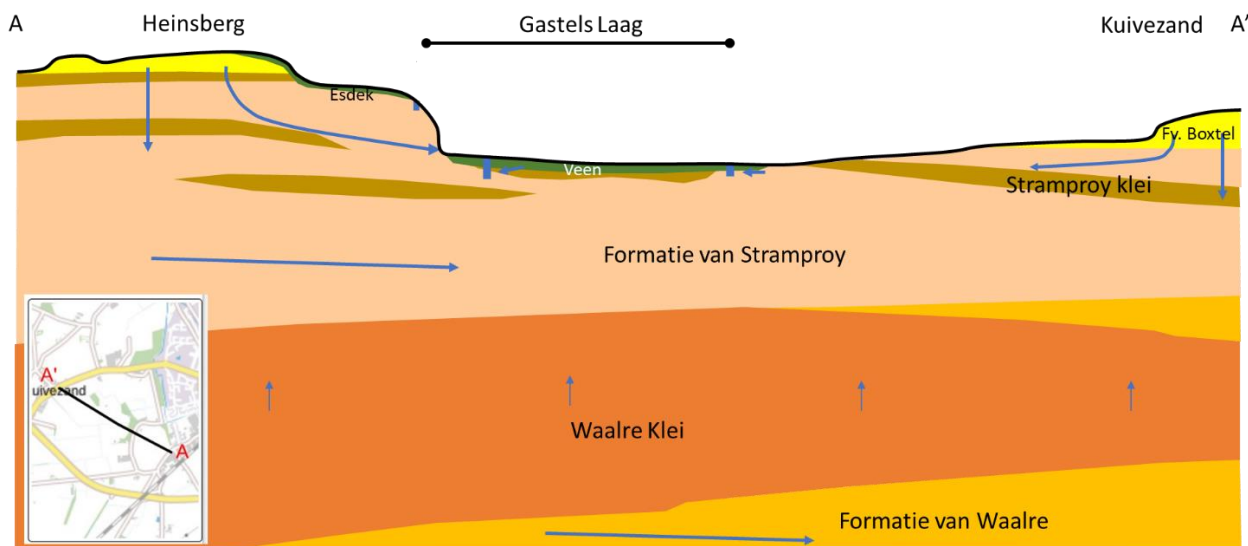


8 Gastels Laag

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor Gastels Laag (Royal HaskoningDHV, 2022f) en een gedetailleerd rapport over de grondwaterkwaliteit (KWR, 2022). Meer uitgebreide informatie is in deze rapporten te vinden.

Gastels Laag ligt op de overgang van de hogere zandgronden naar het krekengebied. Dit gebied is gevormd door zee en rivieren. In de ijstijden honderdduizenden jaren geleden hebben rivieren zand afgezet. Rond Gastels Laag zijn hoge koppen achtergebleven en dekzandruggen afgezet. In het Holocene kwam de veenvorming in het getijdengebied op gang. In Gastels Laag ontstond eerst zeggeveen en broekveen, later overgaand in hoogveen.

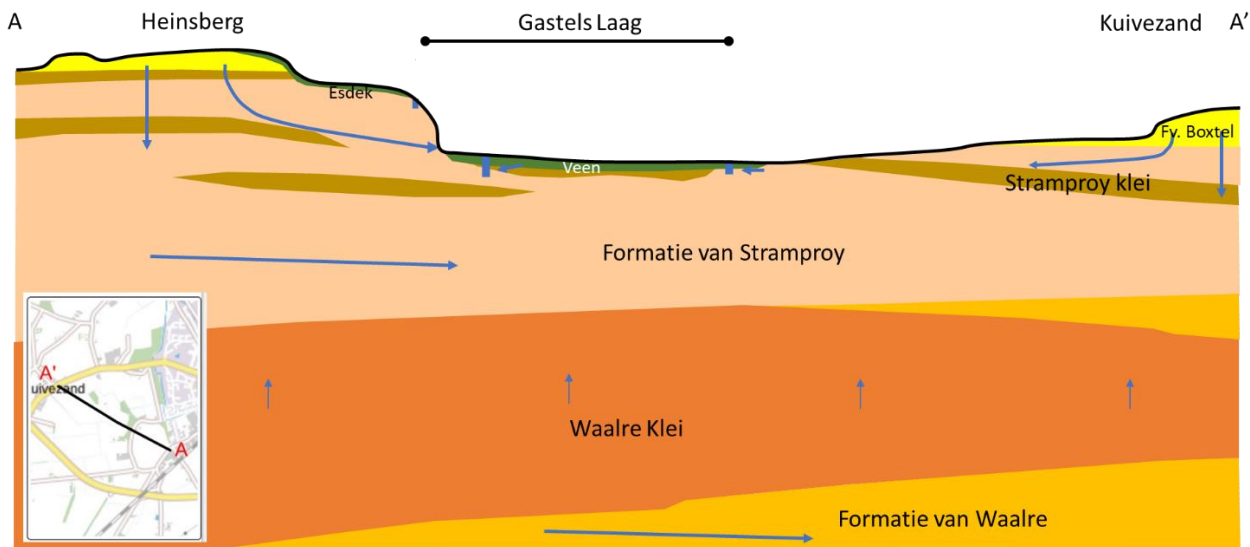
Aan het eind van de 13^e eeuw werd begonnen met de systematische vervening van Gastels Laag. Omdat hierdoor het maaiveld steeds lager kwam te liggen werd het moeilijker om het water af te voeren. Daarom werd de systematische turfwinning gestaakt en werd het terrein in gebruik genomen als hooiland. Na een periode van turfwinning uit boerenkuilen en ondiepe sleuven, werd het terrein weer opgevuld en bezand. De laagste delen van Gastels Laag bleven zeer nat, waaronder een hooilandje met blauwgrasland-vegetatie. In de ruilverkaveling begin jaren '70 van de vorige eeuw zijn de voor landbouw minst geschikte gronden overgegaan naar Staatsbosbeheer. Eind jaren '90 is het gebied van Staatsbosbeheer uitgebreid en is het gebied heringericht in 1995. Aan weerszijden van de Bansloot is de bovengrond afgegraven tot aan het onderliggende veen. Dat heeft geresulteerd in een vrij vlakliggend natuurterrein, voorzien van ondiepe greppels en sloten en omgeven door onderhoudskades.



Figuur 8-1: Systeemschets Gastels Laag en omgeving.

Gastels Laag wordt gevoed met grondwater dat toestroomt van de hoger gelegen gebieden zoals de Heinsberg en het Kuivezand (Figuur 8-1). Het watervoerend pakket onder de Waalreklei staat onder druk, de stijghoogte staat gemiddeld 60 - 70 cm hoger (NAP +0,15 m) dan het gemiddelde maaiveldniveau (NAP -0,5 m). Het centrale deel van Gastels Laag wordt gevoed met dit water, maar de dikke laag Waalreklei beperkt de hoeveelheid toestromend kwelwater. Water dat zich verzamelt in het gebied stroomt aan de noordoostzijde van het gebied weg naar de Haven van Oudenbosch en de Dintel.

Van nature is Gastels Laag dus zeer nat. Grondwaterstanden liggen in de winter boven maaiveld en zakken in de zomer enkele decimeters uit.



Figuur 8-2: Systeemschets natuurgebied Gastels Laag en omgeving.

Het zuidelijk deel van Gastels Laag direct grenzend aan de Heinsberg, wordt jaarrond gevoed door ijzerrijke en sulfaatrijke kwel vanaf de Heinsberg (Figuur 8-2). Leemlagen zorgen voor lokale variatie in de grondwaterstroming. In het noordelijk deel van Gastels Laag is de invloed van kwel veel minder merkbaar. Een groot deel van de kwel vanaf de flanken wordt afgevangen door de grote watergangen in en rond Gastels Laag. De aanwezigheid van een ondiep aanwezige kleilaag verhindert de toestroom van dieper grondwater. Het noordelijk deel wordt vooral gevoed door regenwater, dat moeilijk kan wegstromen uit het vlakke gebied. Dit resulteert in vervilting van de vegetatie en uitbreiding van veenmossen. De kwaliteit van het bovenste grondwater in het noordelijk deel wordt bepaald door kalk uit vroegere bemesting en redoxprocessen in het veen (Figuur 8-2). Verzuuring treedt overal op in het Gastels Laag. Op plekken waar regenwater stagneert komen knolrus- en veenmosvegetaties voor.

Dit gebied staat bekend om zijn blauwgraslanden die hier nog steeds voorkomen. Nat schraalland past het beste bij de huidige grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit. De sleutelfactor voor de natuurontwikkeling is de afwatering van het gebied. Aan aanvoer van grondwater is immers geen gebrek. Dit speelt vooral in het noordelijk deel van Gastels Laag. Daarnaast is de bemesting van de omliggende hogere zandgronden van invloed op de toestand van standplaatsen voor vegetatie, met name aan de zuidrand van het gebied uit de percelen van de Heinsberg.

9. Cruijslandse Kreken



9 Cruislandse Kreken

Deze paragraaf geeft een samenvatting van de gemaakte systeemanalyse voor de Cruislandse Kreken (Royal HaskoningDHV, 2022g). Meer uitgebreide informatie is in dit rapport te vinden.

De Cruislandse Kreken zijn ontstaan als een stelsel van getijdegeulen nadat de zee in de Sint Elisabethsvloeden van 1421 en 1424 het oorspronkelijke veenlandschap in het lage deel van West-Brabant had verzwolgen. Zo'n 65 jaar lang had de zee vrij spel in het gebied van Cruislandse Kreken en werd op veenrestanten en de Pleistocene zandondergrond een laag lichte tot zware zavel en klei afgezet. In 1487 werd het gebied bedijkt en ontstond de polder Kruisland. In de vorige eeuw zijn delen van langs de Vierhoevensche Watergang gebruikt als stortplaats.

De Cruislandse Kreken zijn laaggelegen, tot onder zeeniveau, en ligt lager dan het omliggende gebied. Het hoogste deel is de voormalige vuilstortplaats langs de Vierhoevensche Watergang. Veel van de eeuwskanten (de kreekoevers) zijn opgehoogd met opgebrachte grond.

De waterlopen binnen de polder Kruisland hebben een belangrijke functie voor de waterhuishouding van de agrarische gronden. De stuwpeilen zijn ook op deze functie ingericht, met een tegennatuurlijk stuwregime, het winterpeil is lager dan het zomerpeil. De Cruislandse krekken hebben ook een belangrijke functie voor de natuur als verbindingszone en voor de waternatuur. De belasting met nutriënten (stikstof en fosfaat) uit de landbouwgronden en nalevering uit de waterbodem is hoog waardoor de waterkwaliteit onvoldoende is. De kreek Rode Weel is afgezonderd van de overige krekken met stuwen waardoor een vast en hoger waterpeil kan worden gehandhaafd, met ook een betere waterkwaliteit.

In Figuur 9-1 is het grondwatersysteem op regionaal en op lokaal niveau schematisch uitgebeeld. De Cruislandse krekken liggen op de Naad van Brabant. Infiltrerend water vanuit het Brabants Massief komt naar boven in de laag gelegen krekken. De meeste voeding van de krekken vindt echter plaats vanuit het ondiepe grondwater. De bovenste meters bestaan uit holocene lagen en zijn minder doorlatend. Dit beperkt de drainage van grondwater naar het oppervlaktewater. Daarom stijgt de grondwaterstand flink in de winter en zakt ten gevolge van verdamping weer uit in de zomer.

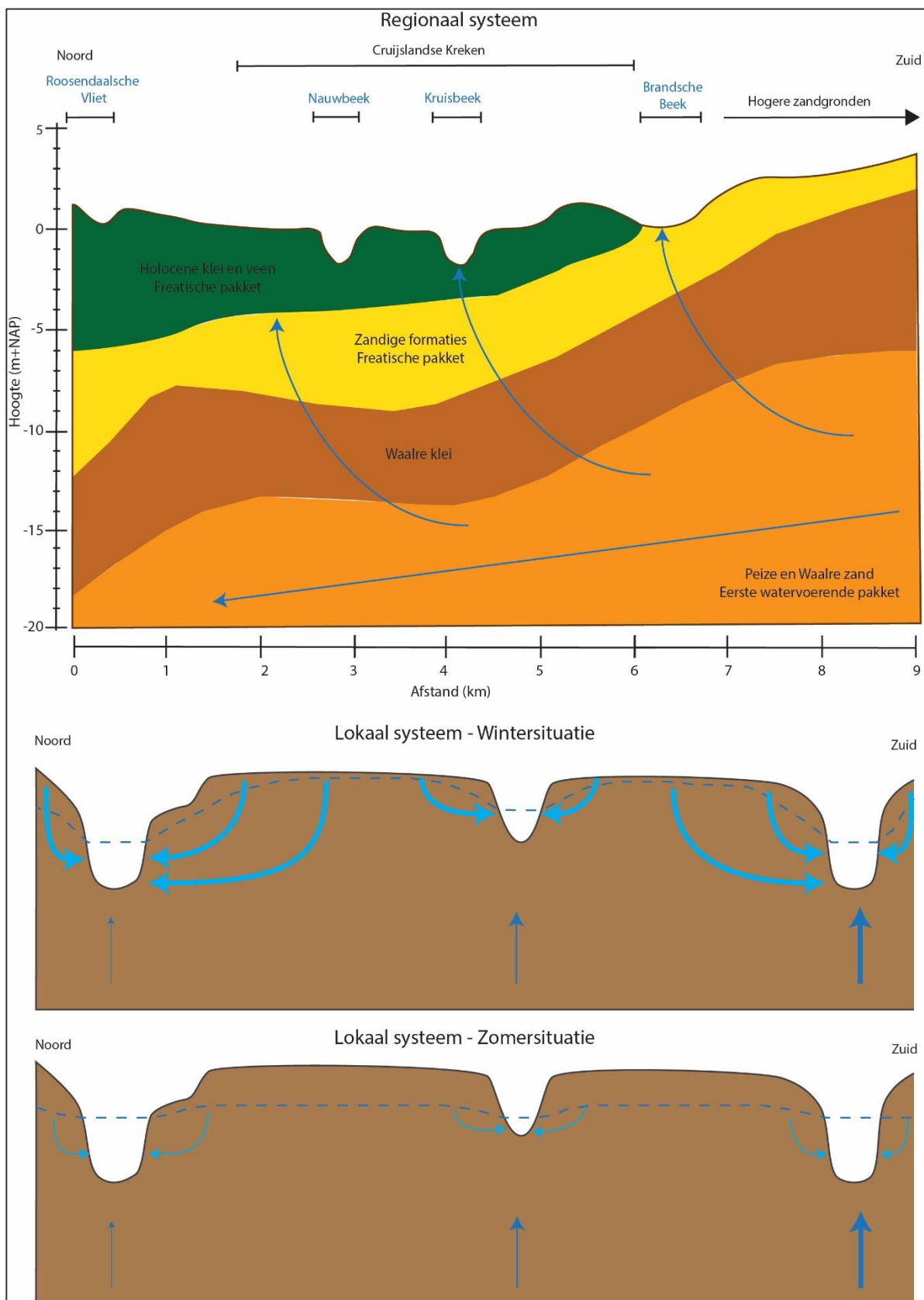
Naast de toestroming van diepe regionale kwel is juist de toestroming van ondiepe kwel in het lokale systeem een belangrijke factor in het grondwatersysteem van de Cruislandse Kreken. Dit lokale systeem functioneert in de wintersituatie anders dan in de zomersituatie. In de winter (zie Figuur 9-1; midden) wordt een lager winterpeil gehanteerd. Op de landbouwpercelen tussen de krekken bolt de grondwaterstand op als gevolg van het neerslagoverschot. Dit water infiltreert en stroomt ondiep af naar de krekken. In de zomer (zie Figuur 9-1; onder) wordt een hoger zomerpeil gehanteerd. Door het neerslagtekort (meer verdamping dan neerslag) zakken de grondwaterstanden op de landbouwpercelen tussen de krekken dieper uit, maar blijven wel boven het zomerpeil, waardoor de lokale toestroming van ondiep grondwater naar de krekken gehandhaafd blijft. Het verschil tussen de grondwaterstand en het zomerpeil is echter een stuk kleiner en de toestroming van dit ondiepe grondwater is ook een stuk minder groot dan in de wintersituatie. Afvoer van grondwater naar het oppervlaktewater vindt bijna altijd plaats, uitgezonderd in extreem droge zomers. In dat geval ontvangt alleen het meeste zuidelijk deel van het krekengebied, op de Naad van Brabant, nog kwelwater.

Het oppervlaktewatersysteem heeft een belangrijke invloed op de aanwezige vegetaties. De natuurlijke graslanden, moerassen, struwelen en bossen bevinden zich op korte afstand van de krekken of de Roode Weel, veelal op de laaggelegen oeverlanden (eeuwskanten). Deze oeverlanden bestaan voornamelijk uit relatief voedsel- en mineraalrijke kleibodems. De grondwaterstanden in deze zone worden grotendeels bepaald door de stuwpeilen in het krekensysteem. Bij hoge oppervlaktewaterstanden (hoger dan

zomerpeil) kunnen de oeverlanden overstroomd met nutriëntenrijk water. De bodem zelf is overigens ook rijk aan nutriënten en mineralen. Dit is terug te zien aan de moeras-, grasland-, struweel- en bosvegetaties in het gebied, die allen kenmerkend zijn voor voedselrijke omstandigheden.

Kortom: de stuwpeilen sturen de waterstanden in het oppervlaktewatersysteem, die op hun beurt weer bepalend zijn voor de grondwaterstanden in de oeverlanden waar de natuurlijke vegetaties aanwezig zijn. De aanvoer van diep grondwater vormt op jaarbasis maar een klein aandeel van de totale waterbalans en is niet van grote invloed op de chemische standplaatscondities in de oeverlanden.

In het provinciale Natuurbeheerplan staan de natuurambities weergegeven. In de oevers van de kreken en bij de Roode Weel is Gemaaid rietland en Dynamisch moeras voorzien. Het huidige tegennatuurlijke stuwregime vormt dan een beperking. De Vochtige hooilanden op de oeverlanden bij de Roode Weel, de Nauwbeek en de Vierhoevensche Watergang kunnen verder ontwikkeld worden op de laag gelegen gronden met hoge voorjaarsgrondwaterstanden. Hiervoor zijn zowel overstrooming met voedselrijk oppervlaktewater als hoge grondwaterstanden nodig. De voorjaarsgrondwaterstanden, afgezien bij Roode Weel, zijn nog aan de lage kant. Het hooggelegen deel bij de voormalige vuilstort Boonhil is het meest geschikt voor droog bos; ontwikkeling tot Dynamisch moeras of Rivier- en beekbegeleidend bos is niet realistisch.



Figuur 9-1: Ecohydrologische systeemsschets met boven de werking van het regionale grondwatersysteem en onder het lokale grondwatersysteem in winter- en zomersituatie.

Literatuur

KWR (2022). Grondwaterkwaliteit Gastels Laag toestand en herkomst. KWR rapport 2022.004. Februari 2022.

Provincie Noord-Brabant (2021). Natuurbeheerplan Noord-Brabant. Beschikbaar:
<https://kaartbank.brabant.nl/viewer/app/natuurbeheerplan/>.

Royal HaskoningDHV (2017). Draagkracht grondwater Noord-Brabant; Analyserapport.WATBF3125R003WM in opdracht van de provincie Noord-Brabant. 21 december 2017.

Royal HaskoningDHV (2019). Update Hydrologische Gereedschapskist Noord-Brabant. RHDHV rapport BF3823WATRP1902061020WM. 6 februari 2019.

Royal HaskoningDHV (2020). Notitie: Natuurwaarden in de invloedssfeer van de zoeklocatie grondwaterwinning in de omgeving van Roosendaal. RHDHV notitie BG6186WATNT1912051610 29 januari 2020.

Royal HaskoningDHV (2021a). Werkzaamheden systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant. RHDHV rapport BG6186WATRP2101291357WM. 29 januari 2021.

Royal HaskoningDHV (2021b). Effectberekening Nederlandse Winningen in het Brabantmodel. RHDHV notitie BG6186-WM-RP-220819-0946WM in opdracht van ACSG. 29 september 2021.

Royal HaskoningDHV (2022a). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Oudland. RHDHV-rapport BG6186-WM-RP-220726-1447WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV (2022b). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Halsters Laag. RHDHV-BG6186-WM-RP-220819-0946WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV (2022c). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Zoomland. RHDHV-BG6186-WM-RP-220726-1643WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV (2022d). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Percelen langs Molenbeek en Sputendonks bosje. BG6186-WM-RP-220819-0946WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV (2022e). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Rozenven. RHDHV-rapport BG6186-WM-RP-220726-1556WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV (2022f). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Gastels Laag. RHDHV-rapport BG6186-WM-RP-220726-0938WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV (2022g). Systeemanalyse natuurgebieden West-Brabant; Cruislandse Kreen. RHDHV-rapport BG6186-WM-RP-220726-0938WM. 25 november 2022.

Royal HaskoningDHV, 2022. Ondiepe infiltratie via beregeningsputten. Conceptrapport BG2413WATRP1906131445 in opdracht van de provincie Noord-Brabant.