



# De alluviale bossen van Landgoed Wellenseind en De Hertgang

Landschapsecologische systeemanalyse en advies voor natuurherstel

EINDCONCEPT, 2018

Remco Versluijs  
Rob van der Burg  
André Jansen  
Pieter Cox

## COLOFON

**Titel:** De alluviale bossen van Landgoed Wellenseind en De Hertgang,  
Landschapsecologische systeemanalyse en advies voor natuurherstel

**Status:** Conceptrapport

**Auteurs:** R. Versluis, R.F. van der Burg, A.J.M. Jansen & P.Cox

**Foto voorkant:** Bloeiende bosanemonen in het vochtige alluviale bos van de Hertgang (Foto,  
R.F. van der Burg)

**Stichting Bargerveen & De Bosgroep Zuid Nederland | Nijmegen | Februari 2019**

www.stichtingbargerveen.nl | [www.linkedin.com/company/stichting-bargerveen](http://www.linkedin.com/company/stichting-bargerveen)

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1	Aanleiding	4
1.2	Probleemstelling	5
1.3	Ligging en introductie	7
1.4	Regionale context	10
1.5	Doelstelling	11
1.6	Leeswijzer	12
<b>2</b>	<b>Werkwijze</b>	<b>14</b>
2.1	Algemeen	14
<b>3</b>	<b>Abiotische omstandigheden</b>	<b>18</b>
3.1	Reliëf	18
3.1.1	Regionaal reliëf	18
3.1.2	Lokaal reliëf	19
3.2	Geohydrologische opbouw	20
3.2.1	Geologische opbouw	20
3.2.2	Geomorfologie	23
3.3	Grond- en oppervlaktewatersysteem	26
3.3.1	Regionaal grondwatersysteem	26
3.3.2	Grondwaterstanden	28
3.3.3	Duurlijnen	31
3.3.4	Grondwaterstandsfluctuaties	33
3.3.5	Eigen peilbuisonderzoek	35
3.3.6	Oppervlaktewatersysteem	38
3.4	Grondwaterkwaliteit	45
3.4.1	Chemie grondwater	45
3.4.2	Bodem pH	47

3.5	Oppervlaktewaterkwaliteit.....	51
3.5.1	pH en EGV oppervlaktewater .....	51
3.5.2	Chemie oppervlaktewater .....	55
3.6	Bodem .....	59
3.6.1	Bodemkaart 1:50.000 .....	59
3.6.2	Bodemraaien .....	62
<b>4</b>	<b>Historische ontwikkeling .....</b>	<b>66</b>
<b>5</b>	<b>Vegetatie, Flora en Fauna .....</b>	<b>76</b>
5.1	Florakartering.....	76
5.1.1	Soorten van bossen.....	77
5.1.2	Soorten van overige gemeenschappen.....	78
5.1.3	Exoten.....	78
5.2	Vegetatie.....	83
5.2.1	Bosgemeenschappen in het beekdal van Wellenseind.....	83
5.2.2	Bosgemeenschappen in het beekdal van de Hertgang.....	84
5.3	Fauna.....	88
5.3.1	Typische soorten van aanwezige habitattypen .....	90
5.3.2	Rode Lijst.....	91
5.3.3	Soorten van Wet Natuurbescherming .....	92
<b>6</b>	<b>Hydro-ecologische systeemanalyse.....</b>	<b>96</b>
6.1	Hydro-ecologisch functioneren Wellenseind en de Hertgang .....	98
6.2	Samenhang Mispelende Heide .....	101
<b>7</b>	<b>Knelpunten en kennislacunes .....</b>	<b>105</b>
7.1	Knelpunten.....	105
7.2	Oorzaken .....	109
7.3	Kennislacunes .....	109
<b>8</b>	<b>Herstelmaatregelen .....</b>	<b>111</b>
8.1	Hydrologische maatregelen Landgoed Wellenseind .....	111
8.2	Hydrologische maatregelen De Hertgang .....	114

8.3	Maatregelen voor vermindering van de vermessing en stabilisering beekdynamiek.....	118
8.4	Bosvorming.....	118
<b>9</b>	<b>Geraadpleegde literatuur en websites.....</b>	<b>122</b>
<b>10</b>	<b>Bijlagen.....</b>	<b>124</b>
	Bijlage 1 Gekarteerde plantensoorten op Wellenseind en de Hertgang.....	125
	Bijlage 2 Gekarteerde vegetatietypen op Wellenseind en de Hertgang.....	127
	Bijlage 3: Locaties van de bodemboringen.....	129
	Bijlage 4 Gegevens en locaties van waterkwaliteitmonsters.....	130
	Bijlage 5 Metadate peilbuizen Hertgang en Wellenseind.....	132

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De beekbegeleidende bossen op de landgoederen Wellenseind en de Hertgang maken onderdeel uit van het Natura 2000-gebied Kempenland-West. Delen van dit bosgebied zijn aangewezen voor de Habitattypen Vochtig Alluviaal bos (H91E0C) en Eiken-haagbeukenbos (H9160A, afb. 1). In het Natura 2000 beheerplan is beschreven dat de bossen in het beekdal worden bedreigd door verdroging, overstroming met (te) voedselrijk beekwater en aanwezigheid van exoten (Sachalinse duizendknoop) (Provincie Noord-Brabant, 2017a). Voor uitbreiding en verbetering van de kwaliteit van beide Habitattypen zijn maatregelen daarom hard nodig. In opdracht van Waterschap De Dommel is in 2011 een studie gedaan naar de hydrologische knelpunten en mogelijkheden om de waterhuishouding te verbeteren (Vermulst 2011). Uit deze studie is onder meer naar voren gekomen dat de verdroging van



**Afb. 1** De Hertgang is onder meer aangewezen voor het habitatype Eiken-haagbeukenbos.

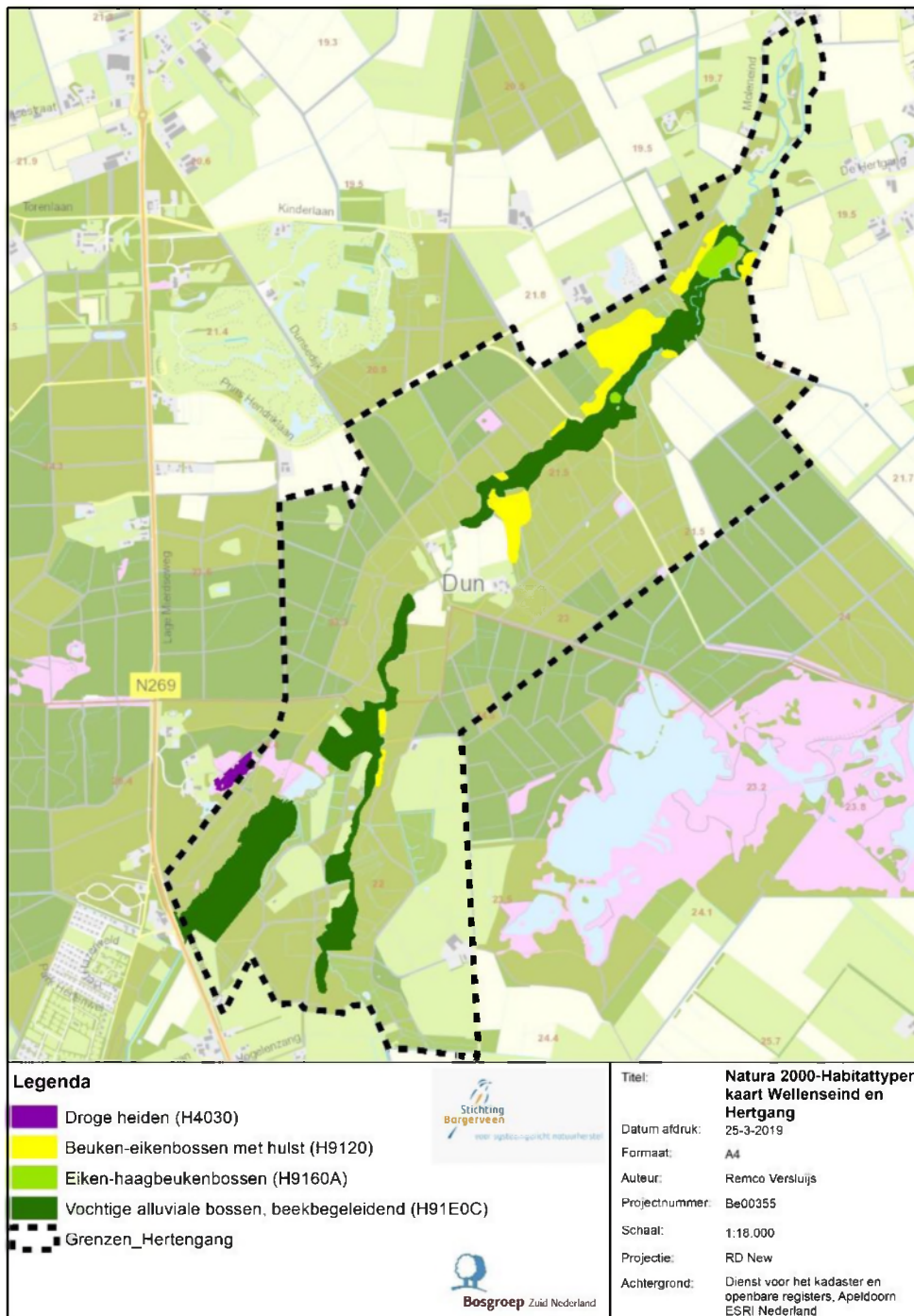
de Vochtige Alluviale Bossen mede veroorzaakt wordt door detailontwatering en aanleg van naaldbossen in en rondom het natuurgebied. De scenariostudie geeft echter onvoldoende inzicht in het functioneren van de detailontwatering, op basis waarvan gericht maatregelen genomen kunnen worden om de verdroging tegen te gaan. Bosgroep Zuid Nederland heeft daarom in kader van Natura 2000 subsidie aangevraagd voor een aanvullend onderzoek om het hydrologisch functioneren van het natuurgebied in beeld te brengen en op basis daarvan maatregelen te formuleren. Dit hydro-ecologisch onderzoek is door Stichting Bargerveen en Bosgroep Zuid Nederland uitgevoerd.

## 1.2 Probleemstelling

In de PAS- gebiedsanalyse (Provincie Noord-Brabant, 2017b) en onderzoek in het kader van natte natuurparel De Utrecht (Vermulst, 2011) wordt aangegeven dat verdroging en overstromingen met (te) voedselrijk beekwater grote knelpunten vormen op Landgoed Wellenseind en de Hertgang.

Op landgoed Wellenseind en de Hertgang zijn, volgens de meest recente habitattypenkaart, de grondwaterafhankelijke habitattypen Vochtig alluviaal bos (H91E0C) en Eiken-haagbeukenbossen (H9160A) aanwezig (Afb. 2). Daarnaast komen hoger op de flank Beuken-eikenbossen met Hulst (H9120) voor. Op Landgoed Wellenseind worden de Vochtige alluviale bossen hoofdzakelijk gekenmerkt door de meest verdrogingsgevoelige Elzenbroekbossen (Afb. 2). Voor het Elzenbroekbos op Landgoed Wellenseind ligt de GVG te laag, variërend van enkele centimeters tot meer dan 60 cm. De GLG zakt te ver uit; deze ligt 40 tot lokaal 100 à 150 cm te laag (Vermulst, 2011). Bovendien zijn de bossen lokaal sterk verruigd.

Ten noorden van Wellenseind wordt grenzend aan de Reusel ook Vochtig alluviaal bos nagestreefd. Voor de gebieden met doeltipe Elzenbroekbos liggen zowel de GVG als de GLG aanzienlijk te laag. Het doelgat GVG ligt tussen 60 en 150 cm, het doelgat GLG tussen 100 en 150 cm. Deze grote afwijkingen zijn grotendeels te wijten aan het feit dat het Elzenbroekbos niet op een reële locatie is neergelegd. Deels is dit doeltipe namelijk op een landduinencomplex neergelegd (Dunse Duinen). Voor de doeltypen vochtig en droog Berken-Eikenbos en Beuken-eikenbos met Hulst wordt in het algemeen redelijk tot goed voldaan aan de eisen ten aanzien van GVG en GLG (Verhulst, 2011).



**Afb. 2** Habitattypenkaart Landgoed Wellenseind en de Hertgang

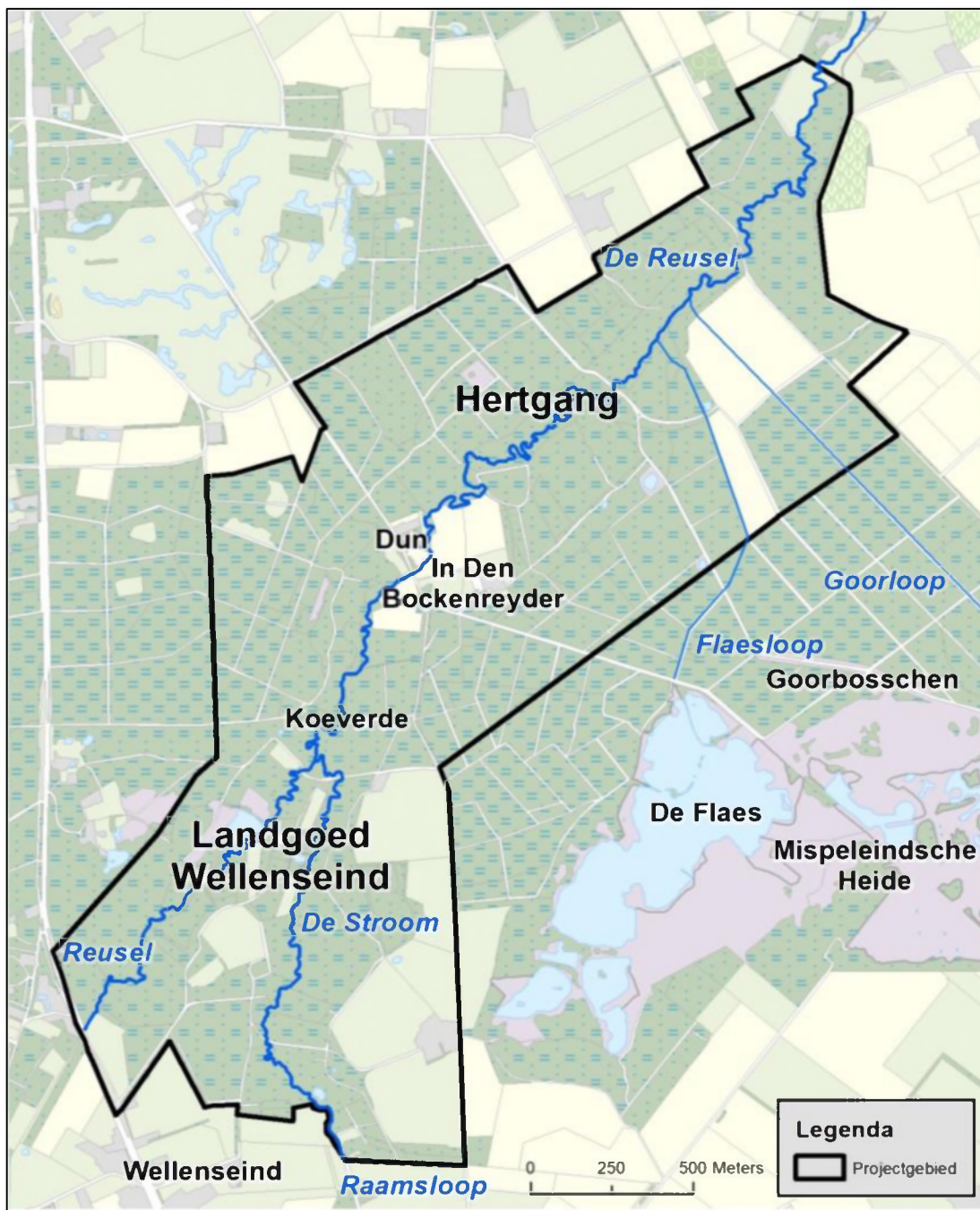
In het natura 2000 beheerplan en de PAS Gebiedsanalyse wordt naast verdroging en verruiging ook ophoping van strooisel en aanwezigheid van exoten (Sachalinse duizendknoop *Falopia sachalinensis*) als een knelpunt genoemd (Provincie Noord-Brabant, 2017b). Grote delen van de bossen langs de beek worden gedomineerd door monoculturen van Beuk, Amerikaanse eik, Douglas en Japanse lariks. Deze soorten hebben – vooral in

(licht) verdroogde situaties - een verzurende invloed op de toplaag van de bodem. Hierdoor hoopt blad- en naaldstrooisel op tot dikke pakketten ruwe humus waardoor de karakteristieke bosflora zich niet kan verjongen (Hommel et al., 2012). Deze ophoping van bladmateriaal wordt door verhoogde stikstofdepositie verder in de hand gewerkt (Van der Burg et al, 2014). Ook gebrek aan menging en structuur bevorderen ophoping van strooisel. De in het Natura 2000-beheerplan aangedragen oplossingen, namelijk het verwijderen van strooisel en van esdoorns, zijn echter achterhaald.

Exoten vormen met name in de beekbegeleidende bossen plaatselijk dichte begroeiingen waar de karakteristieke bosflora zich niet tussen kan handhaven. Behalve Sachalinse duizendknoop betreft dit ook Rododendron (*Rhododendron ponticum*) en Reuzenbalsemien (*Impatiens glandulifera*). Het probleem wordt in het Natura 2000-beheerplan onderschat. Er is voor 0,5 ha aan maatregelen voorzien terwijl de daadwerkelijke oppervlakte waar exoten domineren een tiental ha bedragen. Tijdens het veldwerk van dit onderzoek is op zeker één locatie ook de exoot Watercrassula (*Crassula helmsii*) aangetroffen. Het betrof slechts één enkele zekere vindplaats maar is wellicht sterker verspreid.

### 1.3 Ligging en introductie

De Hertgang is gelegen in het zuiden van Noord-Brabant tussen de plaatsen Lage mierde en Baarschot (Afb. 5). Het projectgebied bestaat uit het Landgoed Wellenseind in het zuiden en De Hertgang in het noorden (Afb. 3). Landgoed Wellenseind ligt op de plek waar de beken de Reusel en de Raamsloop (ook De Stroom genaamd) samenvloeien (Afb. 4). De Hertgang ligt ten noorden van Landgoed Wellenseind en behoort tot het circa 2500 ha grote Landgoed De Utrecht. Beide gebieden maken onderdeel uit van het veel grotere Natura 2000-gebied Kempenland-West (Afb. 5).



Afb. 3 Het onderzoeksgebied met de verschillende deelgebieden en belangrijkste waterlopen

In het centrum van het gebied is op een open plek in het bos aan de Reusel een kleine buurtschap gelegen genaamd “Dun”. Hier is ook de herberg “In den Bockenreyder” gelegen (Afb. 3).

Wellenseind is een ca. 162 ha groot landgoed. In 1915 werd 32 ha land aangekocht door Henri Van Puijenbroek, aanvankelijk in Goirle en later in Tilburg werkzaam als textielabrikant. Hij wilde er een landgoed stichten, waartegen bezwaren rezen van de

Stichting Bargerveen 2019 [De alluviale bossen van De Hertgang en Wellenseind](#)

boeren, die vreesden dat, “bij eventuelen verkoop der heide, deze in handen zal komen van Heeren, die ze zullen aanwenden tot voortplanting van wild waardoor aan hunne aangrenzende gronden grote schade zal worden aangebracht”.



**Afb. 4** De plek op Landgoed Wellenseind waar de Reusel (linksvoor) en de Raamsloop (rechts) samenvloeien.

Van Puijenbroek beloofde tot ontginning over te gaan en het gebied niet voor de jacht te gaan gebruiken. De gemeente kon het geld goed gebruiken. In 1919 werd nog eens 130 ha aan Van Puijenbroek verkocht. Niettemin werd het boerderijtje dat hij had gekocht, verbouwd tot jachthuis. Hier kwam een heidetuin van 2 ha. De rest werd met naaldhout beplant en nabij de beken ontstonden broekbossen (Custers et al., 2014).

Van Puijenbroek trachtte nog het gebied te ontwateren om de houtproductie rendabel te maken, maar de kwel was te sterk waardoor dit mislukte. Uiteindelijk liet hij een sluizensysteem aanleggen teneinde karpers en Chinese loopeenden te kweken, terwijl het echtpaar, liefhebbers van de jacht, ook de snippen verwelkomden, die zich in de broekbossen ophielden. Henri overleed in 1960, waarna zijn veel jongere vrouw Maria (Mies) het aan Fortis, de toenmalige eigenaar van Landgoed de Utrecht, verkocht, waarbij zij levenslang vruchtgebruik bedong. Zij overleed in 1999, en een jaar later verkocht het

Landgoed de Utrecht op haar beurt Wellenseind aan Jan Zeeman, de oprichter van de gelijknamige winkelketen (Caspers, 2012).

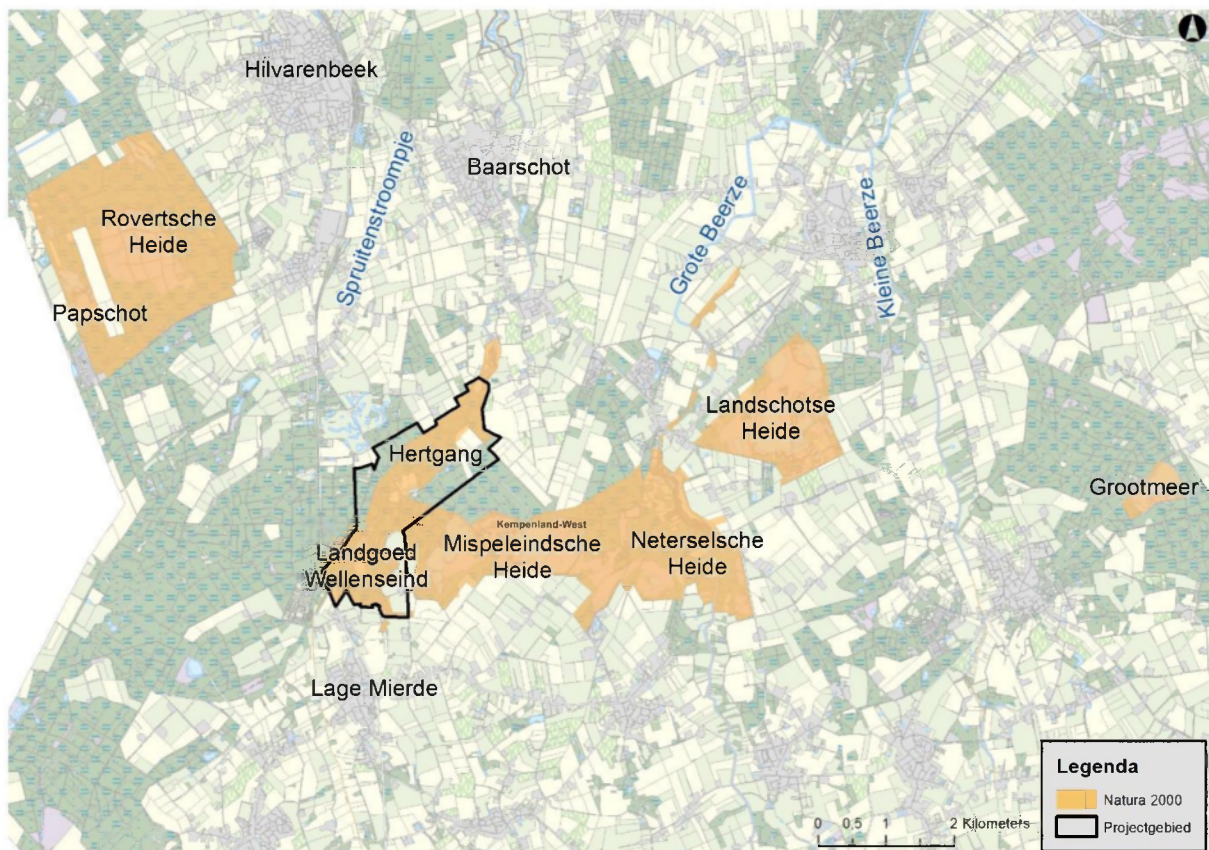
Landgoed De Utrecht ligt ten zuiden van Esbeek aan weerszijden van de weg Tilburg-Reusel (N269) (Afb. 5). Het landgoed is in 1899 ontstaan door ontginning van de heidevelden door de toenmalige Levensverzekering Maatschappij De Utrecht. De maatschappij ging later op in Amev en is nu onderdeel van ASR. De ontginning heeft ruim 4 decennia in beslag genomen en de laatste heideterreinen zijn aan het begin van WO II beplant. Aanvankelijk was het ook de bedoeling om de Mispelindsche heide productief te maken. Hiervoor is een diepe sloot gegraven ("de Goorloop") die vlak bij Het Goor eindigt maar nooit in gebruik is genomen om dit ven daadwerkelijk te ontwateren. Halverwege de 20<sup>ste</sup> eeuw is besloten om de resterende heidegebieden van Landgoed De Utrecht als natuureservaat te behouden. De oude landbouwontginningen langs de Reusel bij Dun zijn eveneens tussen 1900 en 1950 bebost ten behoeve van de houtteelt. In 1982 hebben deze bossen samen met de Mispelindsche Heide een beschermde status gekregen in het kader van de Natuurbeschermingswet hetgeen de mogelijkheden om de beekbegeleidende bossen voor houtoogst te exploiteren beperkte. Het 2500 hectare grote landgoed bestaat uit 1600 hectare bos, 200 hectare natuurterrein en 600 hectare landbouwgrond. Daarnaast heeft 100 hectare een woon- en recreatiefunctie met verhuurde en in erfpacht uitgegeven woningen, waarvan enkele rijksmonument zijn. Het landgoed heeft ook een belangrijke recreatieve functie. Jaarlijks komen duizenden wandelaars, golfers, fietsers en ruiters naar het gebied (Stoffelen, 2015). De beek de Reusel stroomt via Landgoed Wellenseind en vervolgens door Landgoed De Utrecht richting Diessen. De Reusel is hier in de periode van de beeknormalisaties (de jaren 1960 en 1970) ongemoeid gelaten en kent nog een natuurlijk verloop. De beek stroomt door en langs bossen, bestaande uit naald- en loofbomen. In hoogwaterperioden staan grote delen van het bos direct liggend aan de Reusel onder water (Dommel.nl).

## 1.4 Regionale context

Het projectgebied De Hertgang en Landgoed Wellenseind maken onderdeel uit van een keten van Landgoederen en natuurgebieden die gezamenlijk het Natura 2000-gebied Kempenland-West vormen (Afb. 5). Landgoed De Utrecht, waar de gebieden de Hertgang, Mispelindsche Heide en Neterselsche Heide toe behoren, vormt samen met Landgoed Wellenseind het centrale deel van het Natura 2000-gebied. In het westen ligt de Roversche Heide en Papschotse Heide en in het oosten liggen de Landschotsche Heide en het Groot

en Klein Meer (Afb. 5). Van west naar oost worden deze gebieden doorkruist door de laaglandbeken Reusel, Grote Beerze en Kleine Beerze, welke eveneens deel uitmaken van het Natura 2000-gebied.

De Hertgang maakt onderdeel uit van het beekdalsysteem van de Reusel en de Raamsloop. Beide beken komen in het projectgebied samen om als de Reusel verder te stromen. De beide beken ontspringen verder stroomopwaarts in de omgeving van Reusel (Provincie Noord-Brabant, 2017).



Afb. 5 Ligging van het onderzoeksgebied in de regio en het Natura 2000-gebied Kempenland West.

## 1.5 Doelstelling

Het doel van deze studie is het bepalen van de condities die noodzakelijk zijn voor duurzaam behoud en herstel van de habitattypen en -soorten waarvoor Landgoed Wellenseind en de Hertgang zijn aangewezen als Natura 2000-gebied. Het bepalen van de noodzakelijke condities geschiedt allereerst door het uitvoeren van een ecohydrologische systeemanalyse (LESA) op landschapsschaal waarin de hydrologische processen worden achterhaald die sturend zijn voor de totstandkoming van deze condities. Het studiegebied - en het gebied

waarvoor uiteindelijk maatregelen worden voorgesteld (zie verderop) - bestaat uit het Natura 2000-gebied en de nabije omgeving, wat in het kader van de systeemanalyse op landschapsschaal wordt geplaatst in een ruimere omgeving.

Naast het hydrologisch functioneren zijn ook de structuur en boom- en struiksoorten bepalend voor een goede ontwikkeling van de (bos)habitattypen. Het in kaart brengen van boom- en struiksoortensamenstelling en structuur van de bosopstanden behoort tevens tot de doelstelling van dit onderzoek. Dit moet inzicht geven in waar de structuur en boomsoorten knelpunten vormen voor uitbreiding van de huidige habitattypen en welke mogelijkheden er zijn om die knelpunten op te lossen.

## **1.6 Leeswijzer**

Na bespreking van de gevolgde werkwijze (hoofdstuk 2) worden in hoofdstuk 3 de abiotische omstandigheden beschreven en geanalyseerd. Hierbij komen onder andere geomorfologie en -hydrologie, waterkwaliteit en -kwantiteit, bodem en grondwater en het historische landgebruik aan de orde. In hoofdstuk 4 wordt de vegetatie en fauna van Landgoed Wellenseind en de Hertgang besproken. In hoofdstuk 5 wordt een hydro-ecologische systeemanalyse gegeven waarin alle kennis over het systeemfunctioneren wordt gebundeld. In hoofdstuk 6 worden de knelpunten en kennislacunes besproken. Tenslotte worden in hoofdstuk 7 de herstelmaatregelen op regionale en lokale en schaal besproken.

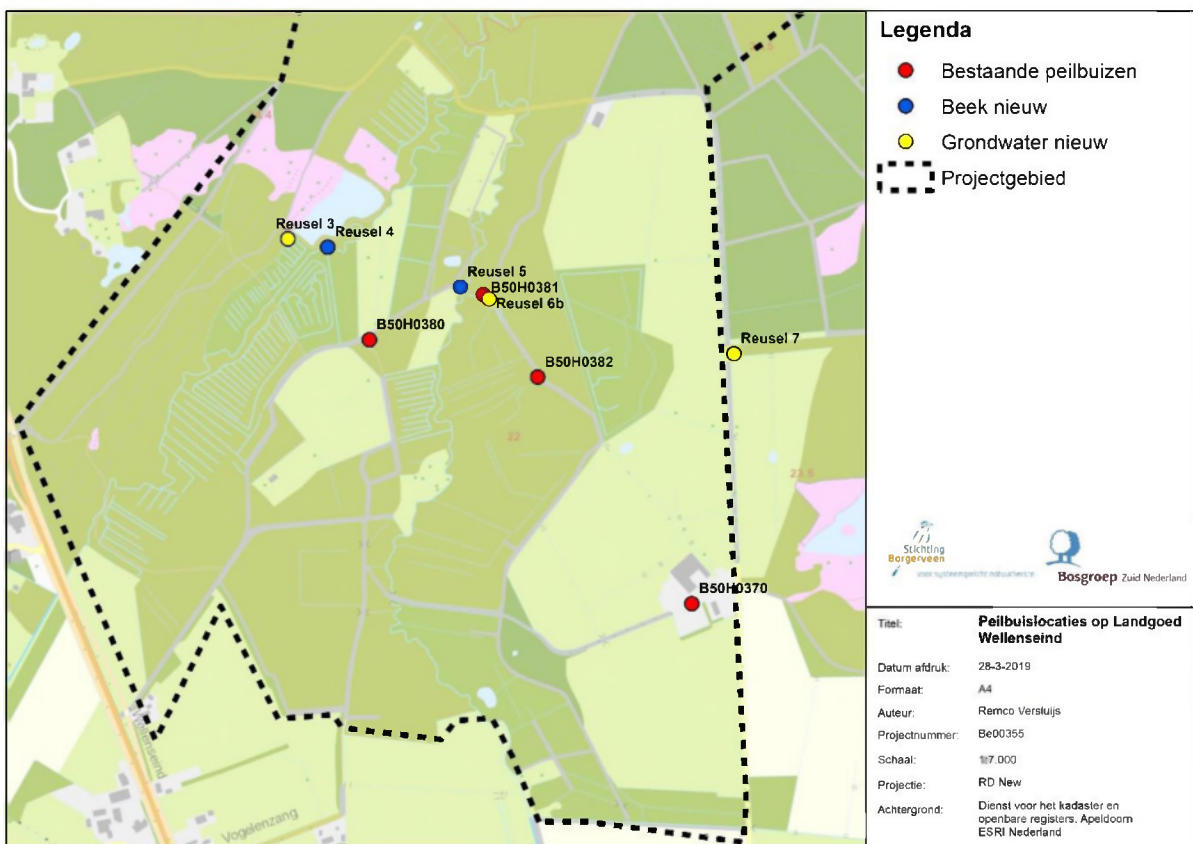


## 2 Werkwijze

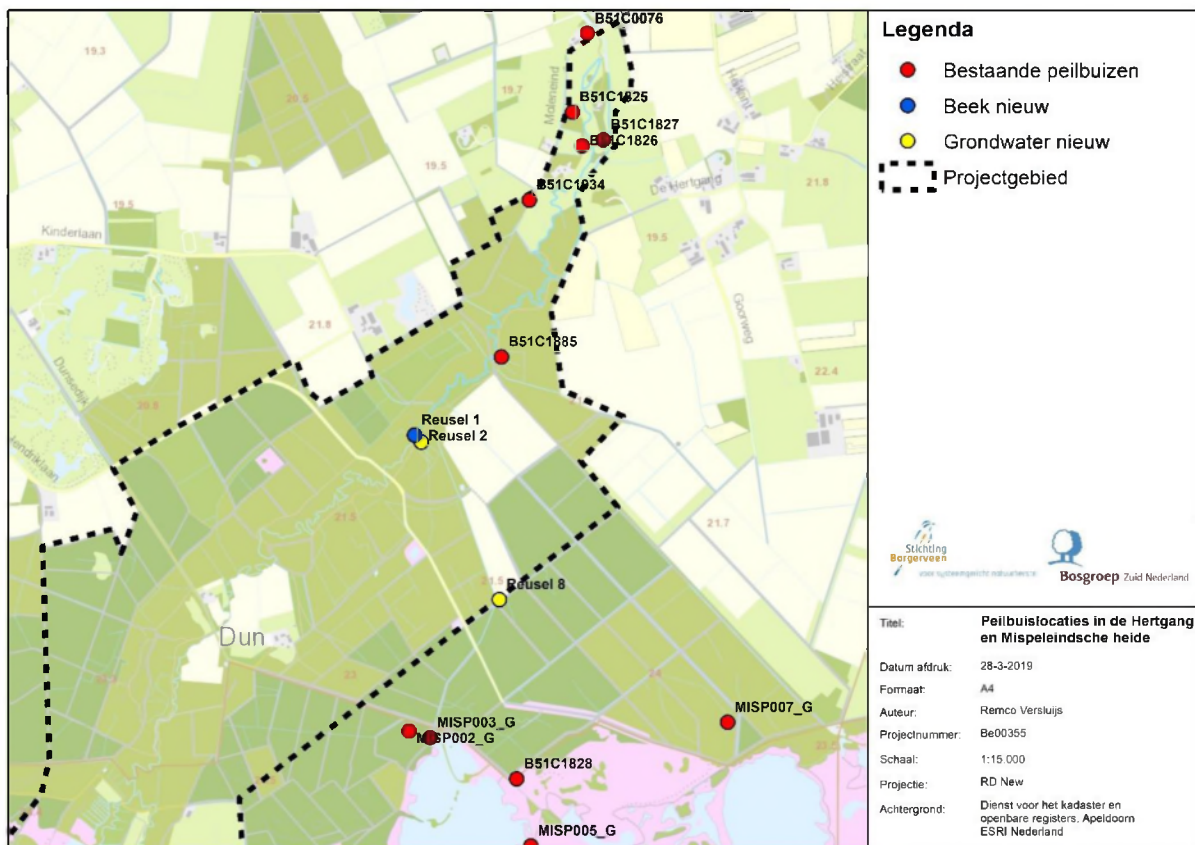
### 2.1 Algemeen

In eerste instantie zijn beschikbare gegevens verzameld zoals open-source gegevens uit bijvoorbeeld het Dinoloket ([www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl)) voor de geohydrologische opbouw van het projectgebied, grondwaterstanden en bodemopbouw. Tevens zijn hoogtekarten via het AHN ([www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)) gebruikt. De geomorfologische kaart en bodemkaart zijn tegenwoordig vrij digitaal beschikbaar. Verder zijn in het projectgebied en aangrenzende gebieden diverse onderzoeken uitgevoerd die bijdragen aan kennis over het hydro-ecologisch functioneren van het gebied, deze zijn geraadpleegd. Om vat te krijgen op de historische ontwikkelingen in het gebied wordt gebruik gemaakt van historische kaarten die beschikbaar zijn via topotijdreis.

Aanvullend zijn gegevens over de bodemopbouw, grond- en oppervlaktewaterkwaliteit en slotenstelsels verzameld.



Afb. 6 Overzicht van bestaande en nieuwe peilbuizen op Landgoed Wellenseind



**Afb. 7** Overzicht van bestaande en nieuwe peilbuizen in de Hertgang en de Mispelindsche heide

### Peilbuizen plaatsen

In kader van dit onderzoek zijn op enkele locaties nieuwe peilbuizen geplaatst in het gebied, zodat op raaien vanaf de aangrenzende dekzandruggen tot in het centrum van het beekdal, een goed beeld ontstaat over de grondwaterstanden. Bovendien zijn in de beken ook meetinstallaties aangebracht om de beekpeilen te meten en te kunnen vergelijken met peilbuizen in de directe omgeving. Op **Afb. 6** & **Afb. 7** zijn de locaties van bestaande en nieuwe peilbuizen weergegeven en in bijlage 5 staat de metadata van de nieuwe peilbuizen.

### Bodemopbouw en pH:

Om een beter beeld te krijgen van de lokale bodemopbouw, de aanwezigheid van leemhoudende lagen en de aanwezigheid van veenpakketten, zijn op diverse plekken in het projectgebied bodemboringen uitgevoerd. De boringen zijn zodanig gepositioneerd dat ze tot dwarsdoorsneden te verwerken zijn. De ligging van de boringen met boornummers zijn weergegeven in bijlage ... Hier zijn ook de boorbeschrijvingen van alle boringen terug te vinden.

### Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit bemonsteren:

In de droge zomer van 2018 is een pH en EGV kartering uitgevoerd om te kijken welke watergangen nog watervoerend zouden zijn en de kwaliteit te meten. Watergangen die in een dermate droge periode nog watervoerend zijn, zijn immers grondwater gevoed. In de winter van 2018 zijn op diverse plekken in het gebied watermonsters verzameld uit het oppervlaktewater en uit de peilbuizen. Deze zijn op het lab van de Radboud Universiteit nader geanalyseerd.

#### **Vegetatiekartering en structuurkartering:**

De vegetatie- en florakartering is uitgevoerd volgens de protocollen van de SNL monitoring (van Beek et al., 2014). Het veldwerk is uitgevoerd in het voorjaar van 2016 (Hertgang) en het voorjaar van 2017 (Hertgang en Wellenseind). Van de florakartering is de verspreiding van typische soorten, rode lijst soorten, indicatorsoorten en kenmerkende soorten van bosgemeenschappen bepaald. De vegetatiekartering uitgewerkt tot een vegetatietypenkaart.

#### **Faunakartering:**

Voor de faunakartering is geen veldwerk gedaan. Er is gebruik gemaakt van bestaande gegevens. Hiervoor is de NDFP geraadpleegd en in het kader van de SNL monitoring is een broedvogelkartering uitgevoerd. Daarnaast zijn waarnemingen van soorten die tijdens de verschillende veldbezoeken zijn aangetroffen opgenomen. De faunakartering is uitgewerkt tot verspreidingskaarten van typische soorten, rode lijst soorten en beschermde soorten.

#### **Uitvoeren hydro-ecologische systeemanalyse**

Deze wordt uitgevoerd volgens de systematiek zoals beschreven door Van der Molen et al. (2010) en Besselink et al. (2017). Hierin worden alle verzamelde gegevens over het gebied in een logische volgorde geanalyseerd. Hieruit volgt een heldere beschrijving van het historische en actuele systeemfunctioneren dat zal worden gevisualiseerd in schematische dwarsdoorsneden. Belangrijk in deze fase is helder te formuleren hoe het oppervlaktewatersysteem en het grondwatersysteem met elkaar interfereren in relatie tot de aanvoer en afvoer van grond- en oppervlaktewater.

#### **Kansen- en knelpuntenanalyse**

Na het uitvoeren van de systeemanalyse is een knelpuntenanalyse gemaakt waarin op basis van de gestelde Natura 2000-doelstellingen en het huidige systeemfunctioneren knelpunten zijn geformuleerd. Tegelijkertijd zijn de oorzaken voor het optreden van de knelpunten benoemd evenals kennislacunes.

## **Formuleren maatregelen**

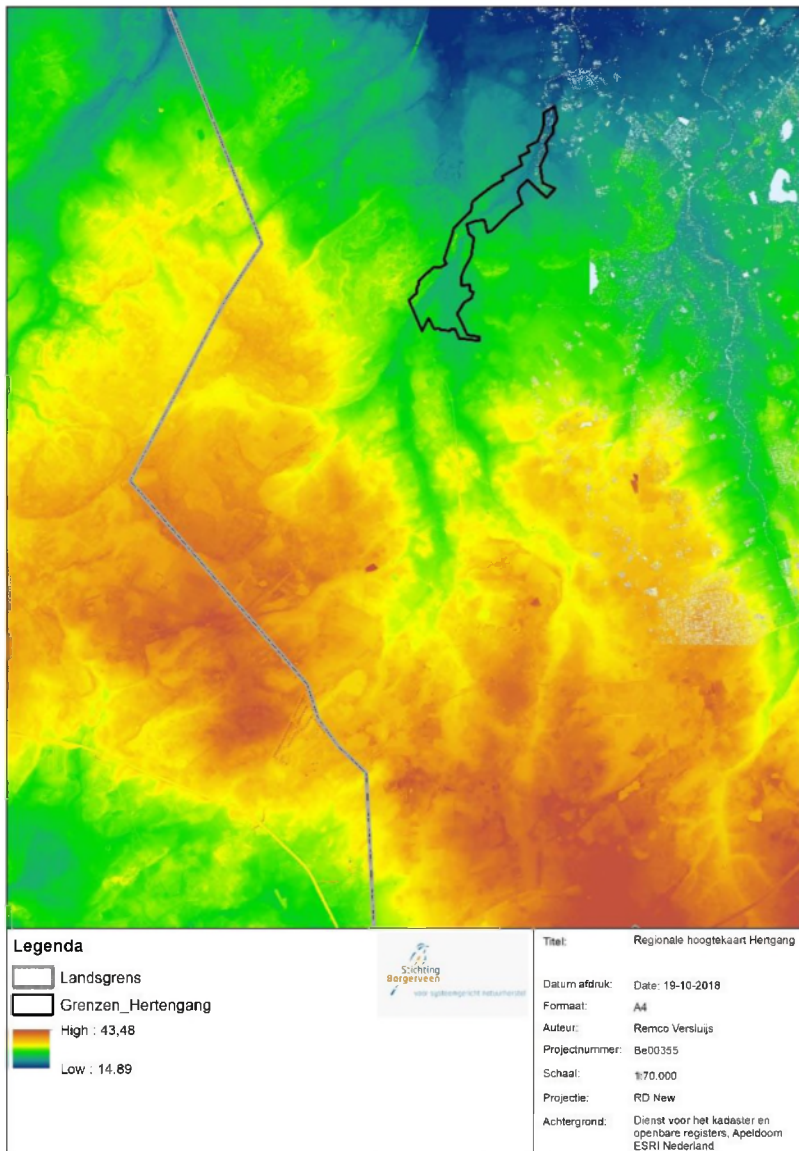
De volgende stap is het vaststellen van een herstelstrategie: waar moet deze op zijn gericht? Op het verhogen van de GLG/drainagebasis opdat de waterstanden in de zomer minder diep wegzakken of gaat het vooral om het verhogen van de GHG dan wel om het verlengen van de duur dat hoge grondwaterstanden optreden? En welke maatregelen zijn daar dan voor nodig? Er wordt een overzicht gegeven van kansrijke gebieden en er zijn voorstellen gedaan van maatregelen die genomen kunnen worden. Daarbij wordt een doorkijk gegeven naar de hydrologische effecten op hoofdlijnen en de haalbaarheid van de doelstellingen.

## 3 Abiotische omstandigheden

### 3.1 Reliëf

#### 3.1.1 Regionaal reliëf

Het gebied ligt op enkele kilometers verwijderd van een uitloper van het Kempisch Plateau, waar het maaiveld een hoogte bereikt van meer dan 30 meter +NAP (Afb. 8). De Hertgang, 23.5 – 18.5 m +NAP, ligt precies op de overgang van het Kempisch Plateau in het zuiden en de centrale slenk of Roerdalslenk (16 – 18 m +NAP), een door bodemdaling laag gelegen gebied, in het noorden. Vanaf het hoog gelegen Plateau lopen twee duidelijke langgerekte laagten, smeltwatergeulen, in noordelijke richting. Ter hoogte van landgoed Wellenseind komen beide laagten samen om vervolgens wijder uit te lopen in de laaggelegen Centrale Slenk (Afb. 8). Ten oosten van het projectgebied is de smeltwatergeul van de Grote Beerze zichtbaar evenals het dal van de Roversche Leij in het westen.



**Afb. 8** Regionale hoogtekart van de Hertgang (AHN).

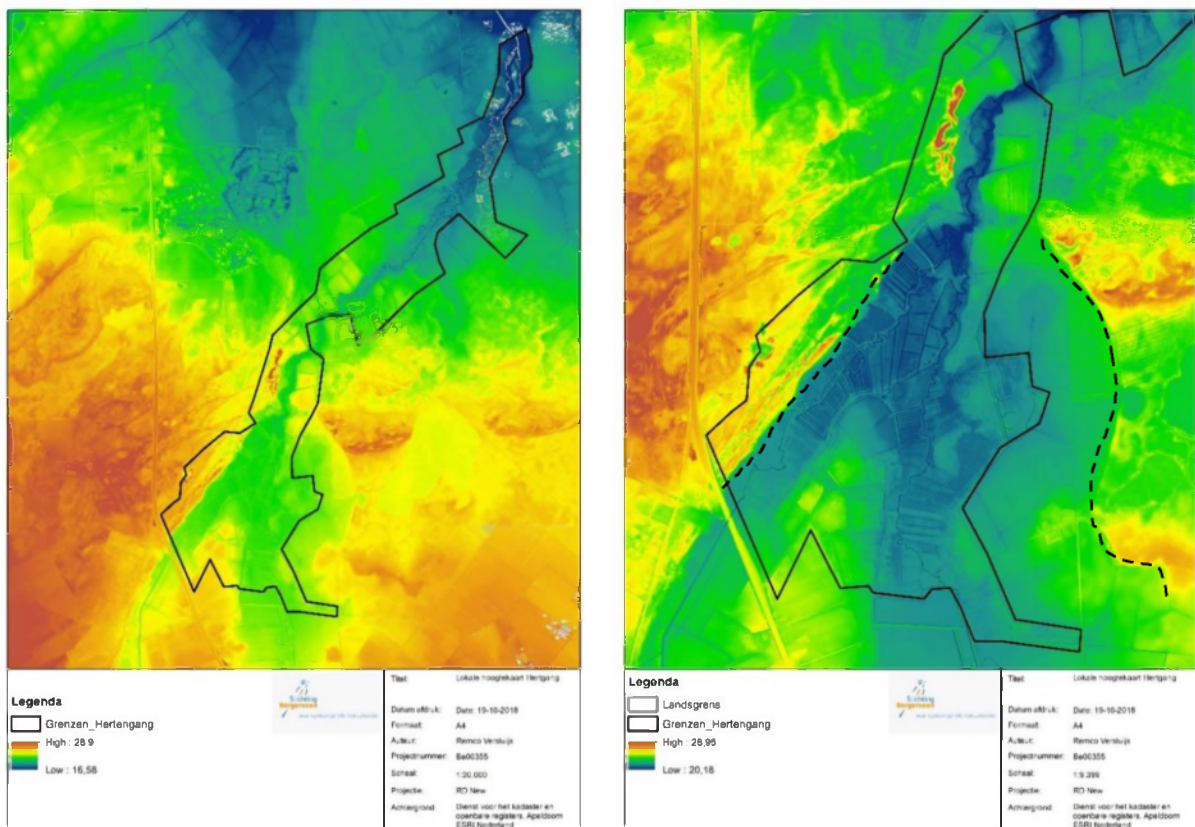
### 3.1.2 Lokaal reliëf

Het maaiveld held in noordoostelijke richting waarbij het maaiveld van ongeveer 23.5-24 meter +NAP in het zuiden afloopt naar 18.5 meter +NAP helemaal in het noorden (Afb. 9). Daarmee kent het maaiveld een verval van 5 meter over een afstand van 4.5 kilometer. In de breedterichting bedragen de hoogteverschillen maximaal 3 meter ten opzichte van het beekdal.

De gedetailleerde hoogtekart maakt duidelijk dat de beide smeltwaterdalen die vanaf het Kempisch Plateau samenkomen op Landgoed Wellenseind, een relatief breed en diep ingesneden dal vormen met een hogere rug aan de noordzijde (Afb. 9). Hier versmalt het beekdal zich heel sterk en stroomt door de hogere dekzandrug in noordelijke richting. Deze

dekzandrug maakt onderdeel uit van een dekzandgordel die in oostelijke richting verder doorloopt (die bekend is als de Midden Brabantse dekzandrug). Het beekdal gaat via een scherpe grens over in de omliggende zandruggen. Aan weerszijden van het beekdal betreft het een scherpe, haast rechte lijn (Afb. 9).

Het beekdal kent aan de westzijden een sterk verval. Op de gedetailleerde hoogtekaart van Landgoed Wellenseind zijn op de westelijke dekzandrug langgerekte laagten te herkennen welke door hele smalle ruggen zijn gescheiden. Mogelijk zijn dit uitblazingslaagten waarbij het fijne zand is uitgestoven tot op het grondwater.



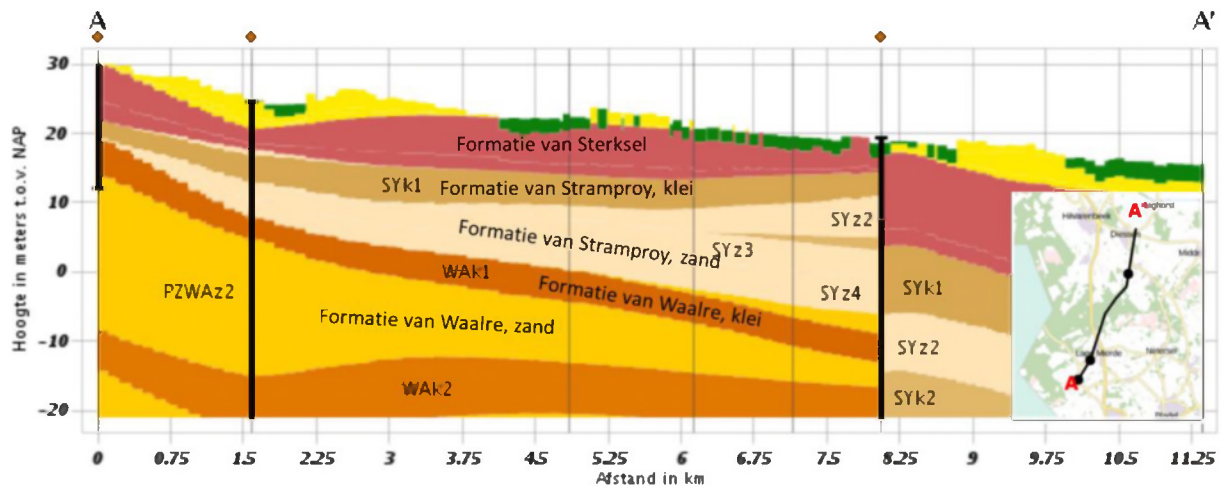
Afb. 9 Lokale hoogtekaart van het projectgebied en een detailuitsnede van Landgoed Wellenseind

## 3.2 Geohydrologische opbouw

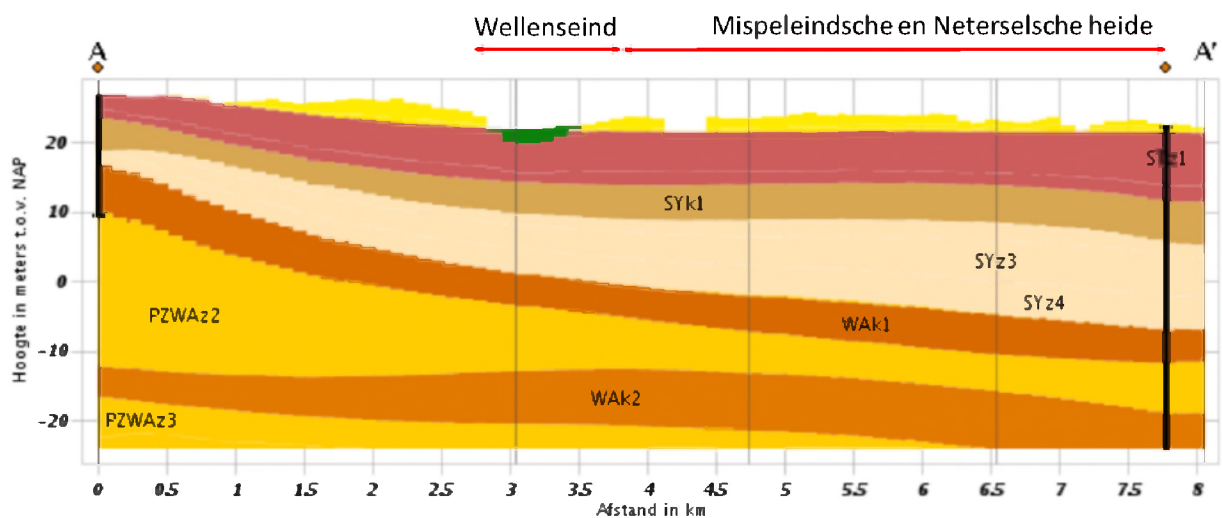
### 3.2.1 Geologische opbouw

De ondergrond van het projectgebied bestaat in de eerste 50 – 60 meter uit een complex van zand- en kleilagen die behoren tot verschillende Formaties. De diepere zanden en kleien worden gerekend tot de Formatie van Waalre en Peize en hebben betrekking op overwegend fluviaatiele afzetting van de oervorm van de Rijn (Waalre) en de rivier de

Eridanos (Peize) (Afb. 10 & Afb. 11). Ze bestaan uit een afwisseling van zanden (vroegere stroomruggen) en kleien (komgronden of meren) en zijn afgezet in het Laat-Plioceen (Reuverien) en Vroeg-Pleistoceen.



Afb. 10 Geohydrologische doorsnede van zuid (A) naar noord (A').



Afb. 11 Geohydrologische doorsnede van oost (A) naar west (A').

Boven de Formatie van Waalre is een relatief dunne zandlaag en kleilaag gelegen die gerekend worden tot de Formatie van Stramproy (Afb. 10 & Afb. 11). De Formatie van Stramproy is gevormd in het vroeg-Pleistoceen en is ten dele eolisch (door de wind) afgezet, deels onder periglaciale condities. Verder komen kleinschalige fluviatiele afzettingen voor en afzettingen gevormd door sneeuwsmeltwater. Ten zuiden van de Roerdalslenk (Breuk van Vessem) vormt de kleilaag van de Formatie van Stramproy de geohydrologische basis van het hydrologische systeem van Landgoed Wellenseind en de Hertgang. Uit diepere boringen uit het projectgebied blijkt dat de Formatie van Stramproy zeer heterogeen is en bestaat uit

een afwisseling van kleilagen en dunne zandpakketten (Afb. 12). Ter hoogte van Dunn is op een diepte van 3.80 meter onder maaiveld al de eerste 1,30 meter dikke kleilaag van de Formatie van Stramproy gelegen. Daaronder bestaat de bodem uit een afwisseling van zand en kleilagen.

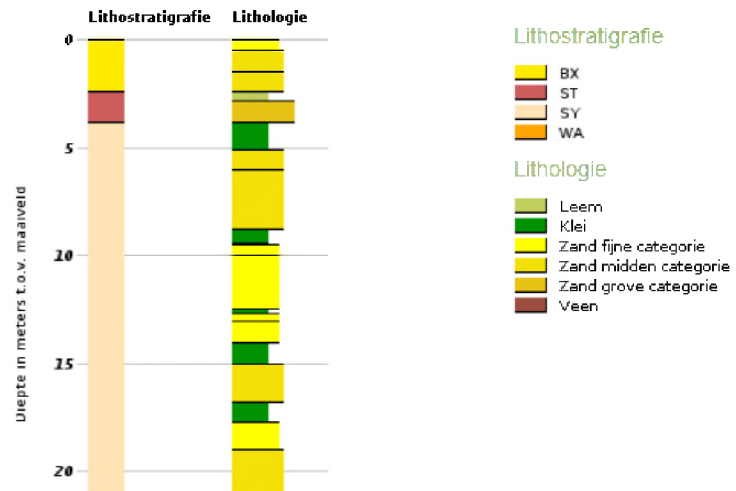
In het Vroeg- en Midden-Pleistoceen heeft het landschap verder vorm gekregen door het oerstroombdal van de Rijn en later de Maas. Deze hebben

grofzandige rivierafzettingen afgezet die gerekend worden tot de Formatie van Sterksel (bordeauxrood, Afb. 10 & Afb. 11). Op het Kempisch plateau ligt dit materiaal vrijwel direct aan de oppervlakte terwijl in de Roerdalslenk de bovenkant van deze Formatie enkele tientallen meters beneden maaiveld is gelegen. In het projectgebied is de Formatie van Sterksel vaak maar heel dun en niet meer dan 5 tot 10 meter dik (dinoloket).

In het Midden- en Laat Pleistoceen zijn met name in de Roerdalslenk gedurende periglaciale perioden, eolische en fluvioperiglaciale sedimenten afgezet die gerekend worden tot de Formatie van Boxtel (Dinoloket). De eolische sedimenten bestaan grotendeels uit fijne dekzanden, afgewisseld met dunne leemlagen. De fluvioperiglaciale afzettingen bestaan uit matig fijn tot zeer grof zand en leem. In de interglaciale perioden met een warmer klimaat werd hoofdzakelijk veen gevormd en beekleem afgezet omdat beken en rivieren minder snel stroomden. De Formatie van Boxtel is in de Roerdalslenk op sommige plaatsen wel 25 meter dik, terwijl de afzettingen op het Kempisch Plateau beperkt zijn tot beekdalen, waar zij een dikte van slechts enkele meters bereiken. Dit heeft ermee te maken dat ten tijd van sedimentatie de Roerdalslenk door tektonische bewegingen steeds dieper kwam te liggen en het Kempisch Plateau langzaam omhoog werd gedrukt. In het laag gelegen gebied werd

### Boormonsterprofiel

Identificatie: B50H0086  
 Coördinaten: 139000, 382770 (RD)  
 Maaiveld: 22.40 m t.o.v. NAP  
 Dieptetraject t.o.v. Maaiveld: 0.00 m - 26.00 m

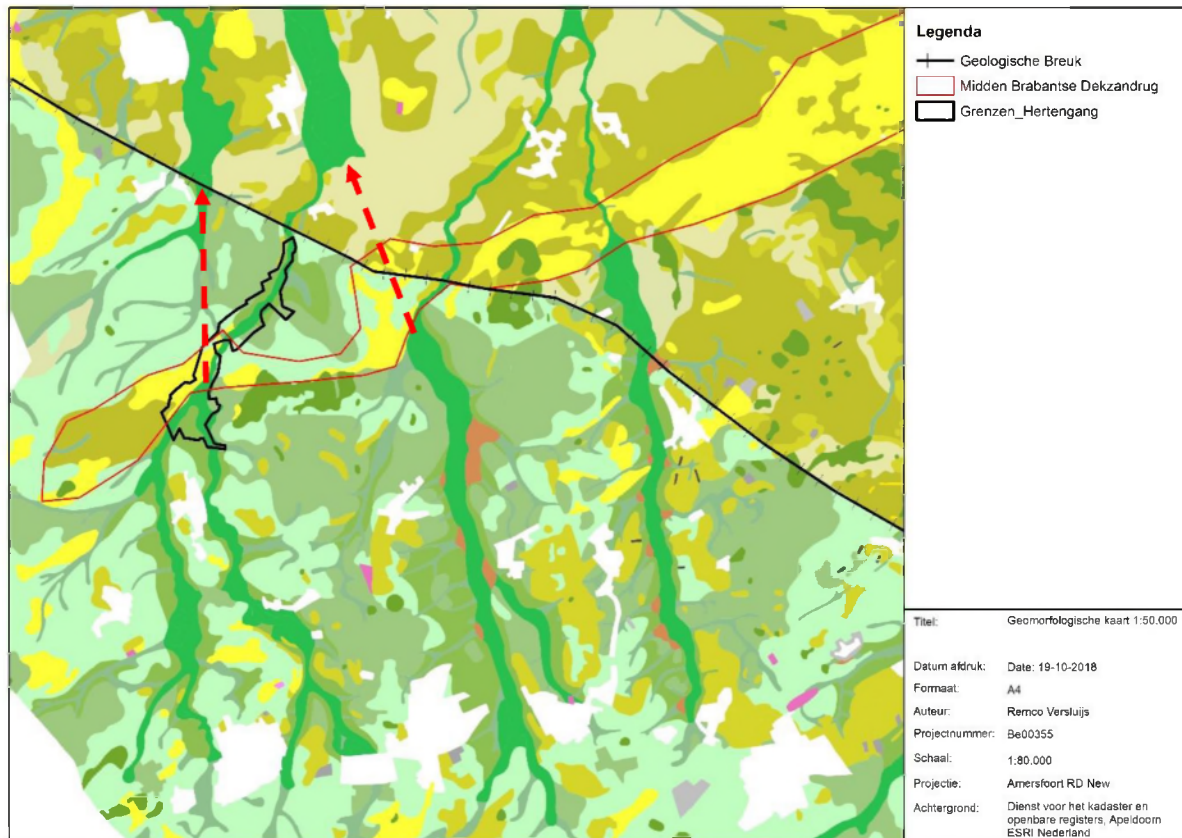


Afb. 12 Boorprofiel van boring B50H0086 in de Hertgang (dinoloket)

simpelweg meer zand ingevangen dan op het Kempisch Plateau. Op de flanken van de Hertgang is ook een meters dikke laag van deze Formatie gelegen (Afb. 10 & Afb. 11).

### **3.2.2 Geomorfologie**

De ondergrond van het gebied bestaat uit overwegend grofzandige rivierafzettingen die in het Vroeg-Pleistoceen zijn gevormd, behorende tot de Formatie van Sterksel. In perioden met verhoogde erosieve activiteit in het Weichselien, met name in het Pleniglaciaal, hebben zich op de overgang van het Kempisch Plateau en de Roerdalslenk smeltwatergeulen gevormd (Geessink & Romeijn, 1990). Onder invloed van periglaciale klimaatcondities en het voorkomen van permafrost, ontstonden brede beekdalen met ondiepe vlechtende beeksystemen in de smeltwatergeulen om het smeltwater af te voeren. Aan het eind van het Weichselien en begin Holoceen trad een significante klimaatsverbetering op en verdween de permafrost. Het systeem van verwilderde geulen en beken veranderde in een systeem van meanderende beken door een veel constantere aanvoer van water en uitbundige plantengroei. Tevens vond insnijding van de beken en rivieren plaats doordat de ondergrond niet meer permanent bevroren was en de neerslag hoeveelheden toenamen (Geessink & Romeijn, 1990).



**Afb. 13** Regionale geomorfologische kaart met de ligging van de Breuk van Vesseme, de Midden Brabantse Dekzandrug en met rode peilen weergegeven de oorspronkelijke loop van de beekdalen.

Tegelijkertijd zijn in de Roerdalslenk een aantal zuidwest-noordoost gelegen dekzandruggen gevormd, beter bekend als de “Midden Brabantse Dekzandrug”. De dekzandrug ten noorden van Lage Mierde – Westelbeers - Oostelbeers is hiervan de grootste. Door de vorming van de dekzandruggen raakten beken zoals de Reusel en de Beerze langzaam afgesloten en ontstonden grote afvoerloze laagten stroomopwaarts van de rug (Afb. 13, Geessink & Romeijn, 1990).

In het Laat-Pleniglaciaal stroomde de Grote Beerze vermoedelijk nog in het dal van de huidige Reusel ter hoogte van Baarschot. Ten noorden van Baarschot stroomt de Reusel door een brede dalvlakte. Een vroegere invloed van de Grote Beerze is hier waarschijnlijk. Bovendien ligt het dal van de Grote Beerze ten zuiden van de dekzandrug bij Middelbeers in het verlengde van het brede Reuseltaal. De Grote Beerze is door de vorming van de dekzandrug bij Baarschot geblokkeerd, waardoor de verbinding met de Reusel is verbroken en later in oostelijke richting is afgebogen. Het eerste deel loopt parallel aan de dekzandrug (Afb. 13, Geessink & Romeijn, 1990).

Dezelfde ontstaansgeschiedenis geldt voor de Reusel en het Spruitenstroompje. Het Spruitenstroompje stroomt ten noorden van Esbeek door een breed dal. Het Reuseldal bij Hoge en Lage Mierde ligt in het verlengde van dit dal. De Reusel is ten noorden van Lage Mierde ten gevolge van de aanvoer van dekzand afgesloten geraakt van haar originele loop. Later heeft de Reusel zich verlegd in oostelijke richting en heeft zich zodoende afgesplitst van het Spruitenstroompje (Van Huissteden et al., 1986).

Stroomopwaarts van de dekzandruggen hebben zich na het afsluiten van de beeksystemen vochtige tot natte beekoverstromingsvlakten gevormd doordat het beekwater voor de dekzandrug stagneerde. Stroomopwaarts van de Midden Brabantse Dekzandrug zijn de dalen van de Grote Beerze en Kleine Beerze verbreed en zijn natte gebieden ontstaan (Westelbeersche Broek, Molenbroeken). Ook bij de Reusel lijkt het stroomdal ter hoogte van Landgoed Wellenseind duidelijk verbreedt. Uiteindelijk zijn de beken weer door de opgestuwde dekzandrug heen gebroken en hebben zich dieper ingesneden. Op plaatsen waar de beken door de dekzandruggen zijn heen gebroken zijn de beekdalen zeer nauw (Afb. 13).

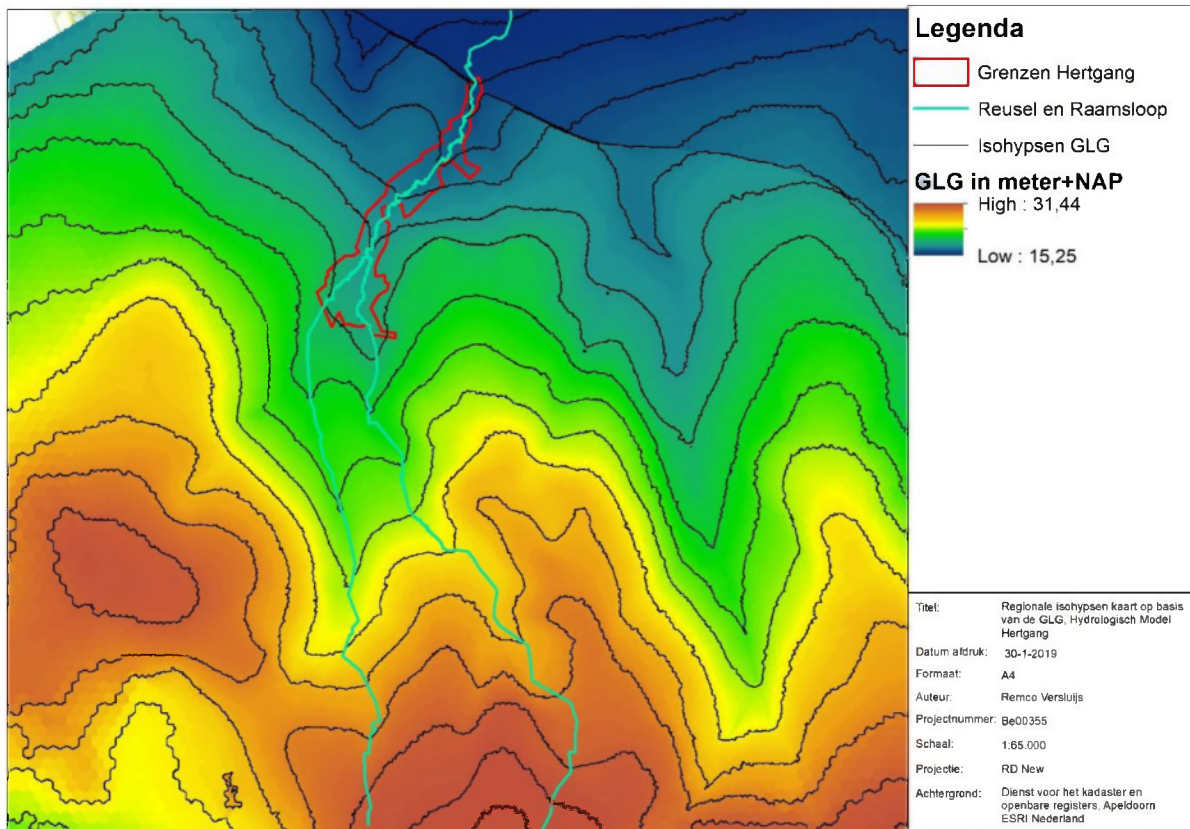
In het Holoceen hebben de beken meestal alleen in een zone langs de beek, humusrijk grind, zand, klei en leem afgezet, onderbroken met veen op plekken waar langs de beek moerasjes ontstonden. Deze beekafzettingen worden gerekend tot de Formatie van Boxtel, Laagpakket van Singraven. In de natste delen van de beekdalen ontstonden door stagnatie van voedselrijk beekwater moerassen en vond veenvorming plaats. Doorgaans is dit mesotroof tot eutroof veen. In het veen zijn vaak dunne zandige of leemhoudende bodemlagen aan te treffen doordat de beken periodiek buiten hun oevers traden en de overstromingsvlakten geïnvundeerd werden. Daarbij kon het meegevoerde slib in zwak stromend tot stilstaand water bezinken. Beekleem wordt dan ook, net zoals het veen, aangetroffen in de beekoverstromingsvlakten stroomopwaarts van dekzandruggen. Beekzand bestaat voor het merendeel uit (humeus) verspoeld dekzand en/of stuifzand. Bij de Reusel en de Grote en Kleine Beerze wordt beekzand aangetroffen in het deel van het dal dat in of vlak na een dekzandrug ligt. De dalen zijn hier vrij smal en een overstromingsvlakte ontbreekt. Door de betrekkelijke sterke stroom kon slechts zand worden afgezet, dat voornamelijk afkomstig is van de dekzandrug. Buiten de beekdalen is in het Holoceen in afvoerloze laagten oligotroof veen gevormd (Formatie van Griendtsveen) en zijn op de hogere zandgronden stuifzanden ontstaan (Formatie van Kootwijk) (Geessink & Romeijn, 1990).

## 3.3 Grond- en oppervlaktewatersysteem

### 3.3.1 Regionaal grondwatersysteem

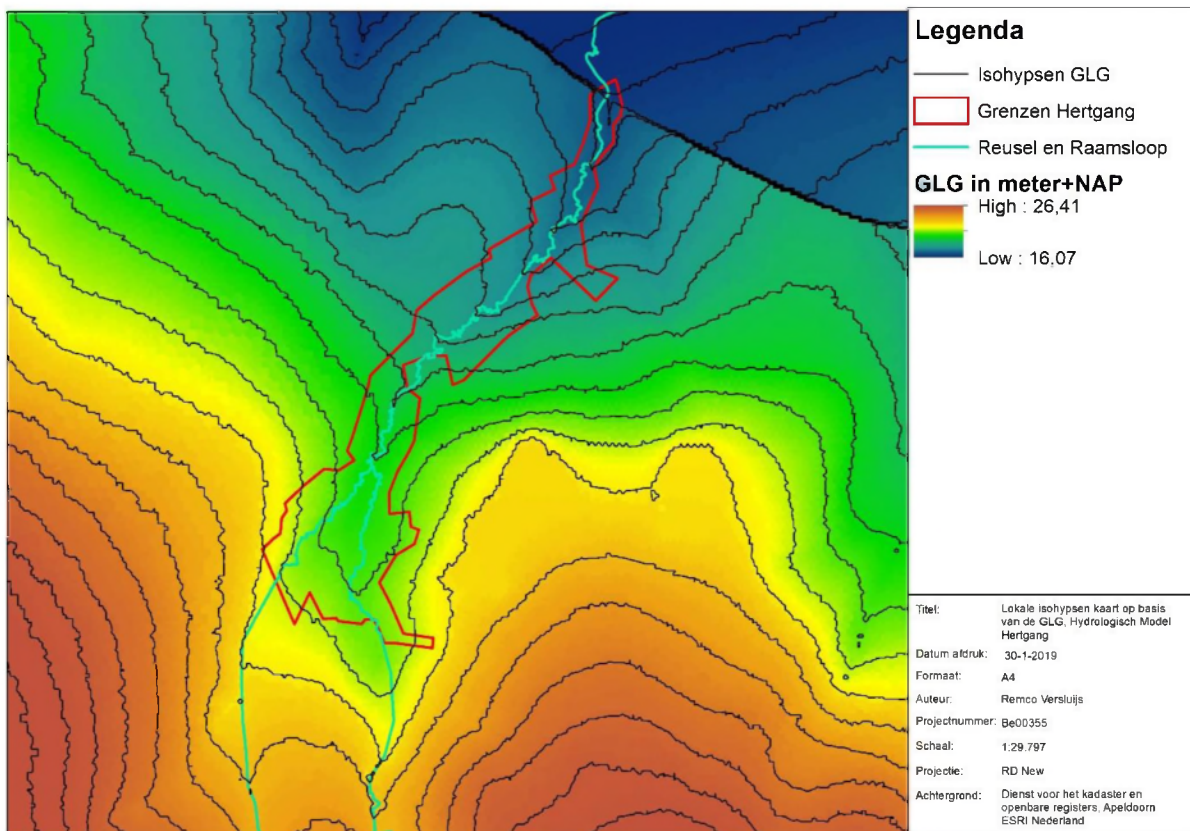
De geohydrologisch dwarsdoorsnede laat zien dat er sprake is van een zeer dun eerste watervoerende pakket (Afb. 10). De geohydrologische basis van het systeem wordt gevormd door de kleilagen van de Formatie van Stramproy. Het eerste watervoerende pakket heeft een gemiddelde dikte van 4 tot 10 meter.

Het Kempisch Plateau vormt de regionale waterscheiding voor het hydrologische systeem van het projectgebied. Op afbeelding Afb. 14 is de grondwaterstand ten opzichte van NAP weergegeven voor de gemiddeld laagste grondwaterstand op basis van het hydrologisch model van Waterschap de Dommel. Bovendien zijn de isohypsen op deze kaart weergegeven die terreinen met een gelijke grondwaterstand met elkaar verbinden. Grondwater stroomt haaks op de isohypsen waarmee de regionale stromingsrichting van het grondwater en het inziggebied van Landgoed Wellenseind en de Hertgang als geheel goed te herleiden zijn. De hoofdstromingsrichting van het grondwater vindt plaats in noordnoordoostelijke richting waarbij de beekdalen van de Reusel en de Raamsloop het grondwater sterk beïnvloeden. De isohypsen maken ter hoogte van de beide beekdalen een duidelijke knik wat aangeeft dat de beide beken het grondwater over de volle lengte draineren. Het voedingsgebied van de beide beken omslaat een betrekkelijk groot gebied (Afb. 14).



**Afb. 14** Regionale isohypsenkaart van de Hertgang op basis van de uitkomsten van het hydrologisch model van Waterschap de Dommel waarbij de GLG is weergegeven in meter +NAP

Het regionale grondwater wordt door de Breuk van Vessem opgestuwd. Precies op de breuklijn maakt het grondwater een sprong van ruim een meter en lopen de isohypsen parallel aan de breuk. De grondwaterstand is daarbij aan de zuidkant van de breuk aanzienlijk hoger dan in de Roerdalslenk ten noorden van de breuk (Afb. 14).



**Afb. 15** Detail van de regionale isohypsenkaart van de Hertgang op basis van de uitkomsten van het hydrologisch model van Waterschap de Dommel waarbij de GLG is weergegeven in meter +NAP

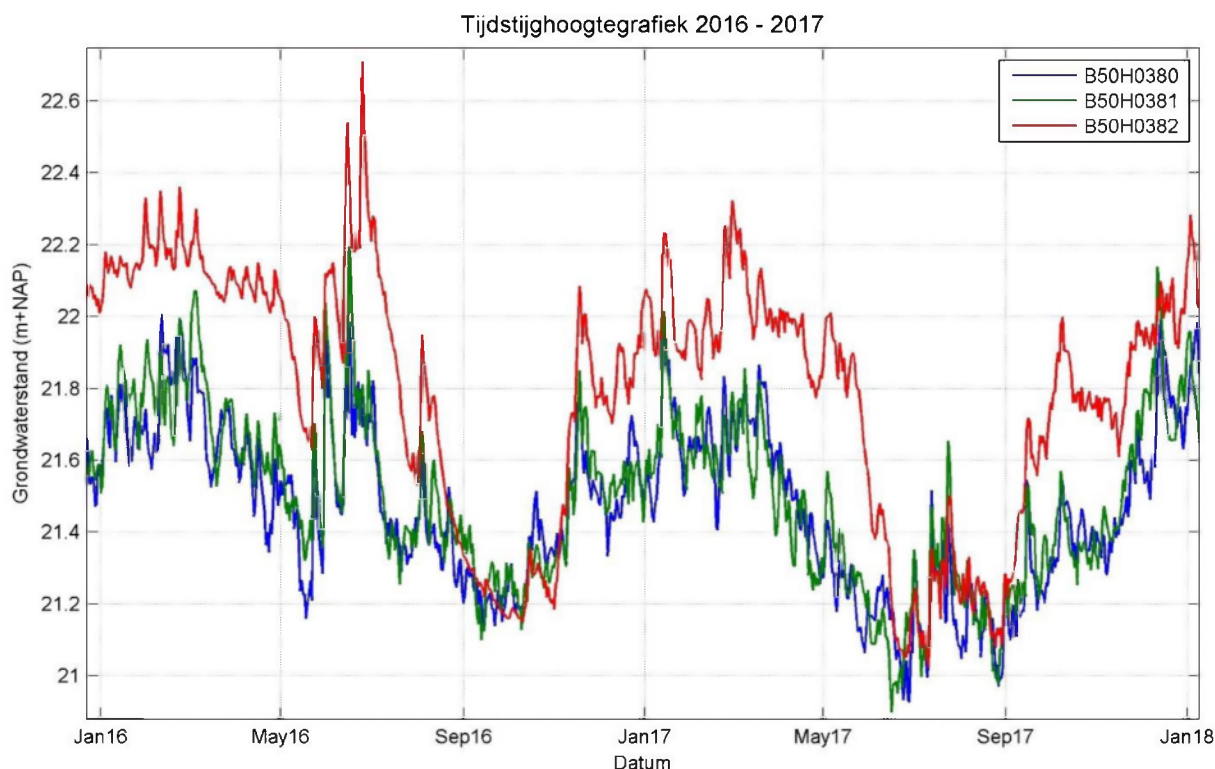
Op de lokale isohypsenkaart is de zien wat de lokale stromingsrichting is van het grondwater uit het eerste watervoerende pakket (Afb. 15). De zuidkant van het projectgebied, vooral betrekking hebbende op Landgoed Wellenseind, wordt aan weerszijden van het beekdal gevoed door toestromend grondwater vanaf de aangrenzende hoge dekzandruggen. Het gaat zoals uit de regionale isohypsenkaart blijkt om betrekkelijk groot gebied waarvandaan het grondwater toestroomt. Het gebied tussen de Reusel en de Raamsloop wordt vooral door de beken gedraineerd. Aan de noordzijde van het projectgebied wordt het beekdal hoofdzakelijk gevoed door de toestroom van grondwater uit het zuiden terwijl de noordzijde van het beekdal een zeer beperkte toestroom kent. De isohypsen buigen aan de noordzijde van het beekdal namelijk sterk naar het dal van het Spuitenstroompje die hier een sterk drainerende werking heeft.

### 3.3.2 Grondwaterstanden

De grondwaterstanden in bestaande peilbuizen in en rond het beekdal van de Reusel en Raamsloop (Afb. 6 & Afb. 7) correleren voor ongeveer 90% met neerslag en verdamping (Analyse met Menyanthes). Dit maakt duidelijk dat de grondwaterstanden in het gebied door

lokale gebeurtenissen worden beïnvloedt, hetgeen met een dergelijk dun watervoerend pakket ook niet verwonderlijk is.

Op afbeelding Afb. 16 zijn de tijdstijghoogtegrafieken van de drie peilbuizen in het beekdal van landgoed Wellenseind weergegeven (Afb. 6). Alle drie de peilbuizen hebben een vergelijkbaar patroon in waterstandsfluctuaties. De waterstand van peilbuis B50H0382 (rode lijn) ligt gedurende een groot deel van het jaar enkele decimeters hoger dan in de beide andere peilbuizen. Deze peilbuis is dan ook zo'n 30 cm hoger in het landschap gelegen op de oostelijke beekdalflank waardoor de waterstand in de winter hier hoger kan opbollen. In droge perioden vlakt de grondwaterstand uit en zakt in alle drie de peilbuizen terug tot ongeveer het gelijke niveau, de regionale drainagebasis. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ligt in het beekdal, waar de peilbuizen B50H0380 en B50H0381 gelegen zijn, op 21.80 – 21.85 meter +NAP, ofwel 40 tot 50 centimeter onder maaiveld (Tabel 1). Het maaiveld in de omgeving van deze peilbuizen ligt over het algemeen iets lager met een gemiddeld hoogte van 22 meter +NAP waarmee in deze delen de grondwaterstand in de winter op ongeveer 20 cm onder maaiveld ligt. Daarmee blijft de grondwaterstand, op enkele pieken na, consequent enkele decimeters onder maaiveld. Naar de rand van het beekdal, stijgt de grondwaterstand door opbolling vanaf de aangrenzende hogere dekzandruggen. Hier wordt een GHG bereikt van 22.24 m +NAP waarmee de grondwaterstand hier gemiddeld 40 cm hoger ligt dan in het beekdal. In de zomer zakt de grondwaterstand terug tot op de regionale drainagebasis en wordt een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) bereikt van 21.18 meter +NAP ofwel ruim 1 meter onder maaiveld in het beekdal en 21.35 meter +NAP ofwel 1.20 meter onder maaiveld op de oostelijke beekdalflank (Tabel 1). Het verschil tussen het beekdal en de beekdalflank loopt hierbij terug tot slechts 17 cm (Afb. 16).



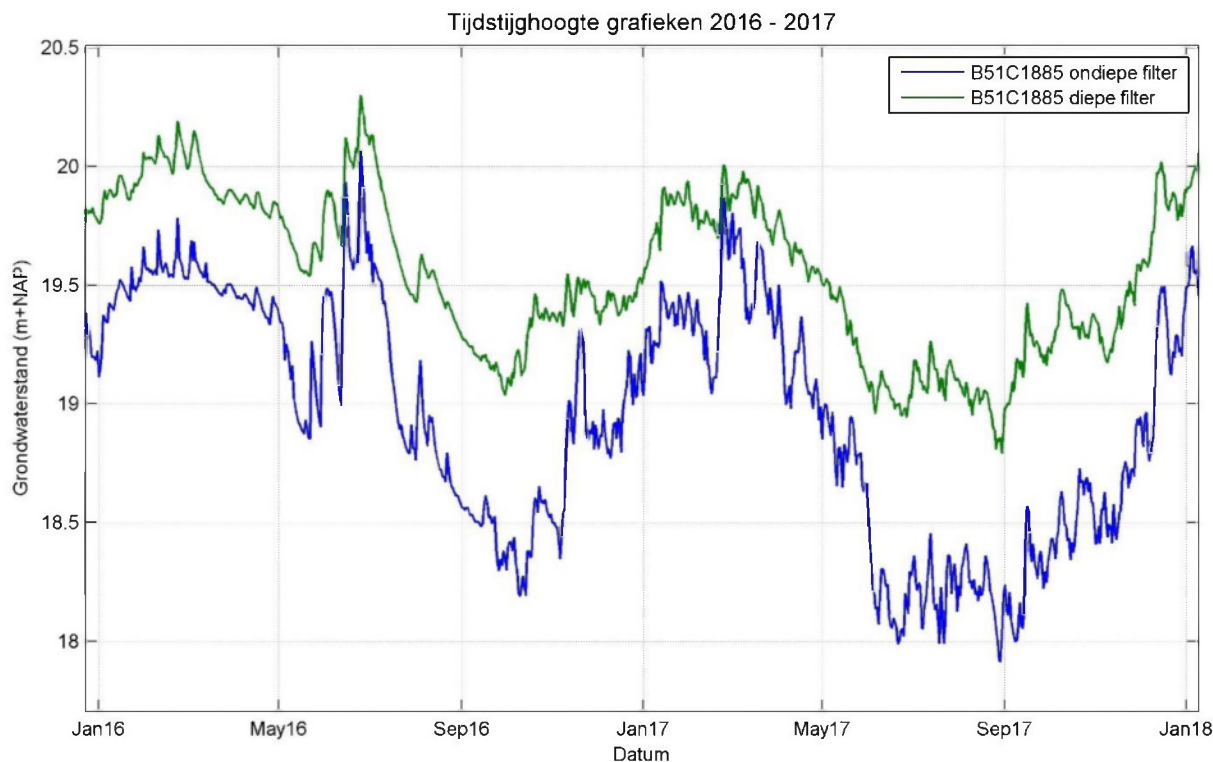
**Afb. 16** Tijdstijghoogtegrafiek van de peilbuizen B50H0380, B50H0381 & B50H0382 op landgoed Wellenseind.

In het centrale deel van de Hertgang, het gebied stroomafwaarts van de versmalling bij Dun, is peilbuis B51C1885 gelegen (Afb. 7). Deze peilbuis heeft een ondiep filter in het eerste watervoerende pakket en een dieper filter onder de kleilaag die gerekend wordt tot de Formatie van Stramproy, dus in het tweede watervoerende pakket. De filters worden gescheiden door een ongeveer 1.5 meter dik kleipakket zoals ook bij het plaatsen van de nieuwe peilbuis iets zuidelijker is aangetroffen. Het diepe filter heeft jaarrond een 30 – 70 cm grotere stijghoogte dan het ondiepe filter (Afb. 17). De GHG ligt in het diepere filter tot wel 37 cm boven maaiveld (20.07 m +NAP) terwijl het ondiepe filter slechts 8 cm boven maaiveld staat (19.78 m +NAP). In de zomer zakt de grondwaterstand in het diepe filter terug tot 19.17

Tabel 1 Berekende GxG van de peilbuizen op Landgoed Wellenseind over de periode 2000 – 2018 met het programma Menyanthes.

	GXG in meter +NAP				GXG in cm -maaiveld		
	GLG	GHG	GVG		GLG	GHG	GVG
<b>B50H0380</b>	21.19	21.81	21.60		-111	-49	-70
<b>B50H0381</b>	21.17	21.85	21.59		-107	-39	-65
<b>B50H0382</b>	21.35	22.24	22.03		-120	-31	-52

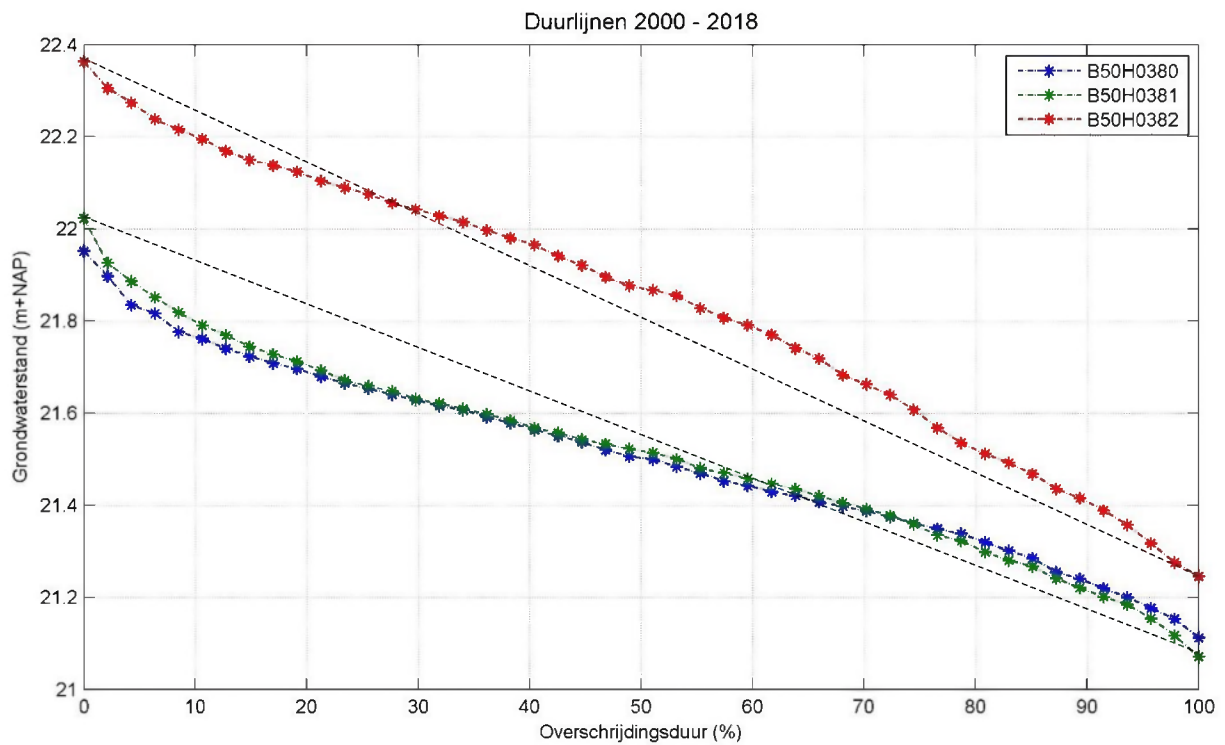
meter +NAP, ofwel 53 cm onder maaiveld. Het ondiepe filter zakt gemiddeld tot maar liefst 124 cm onder maaiveld weg, ofwel tot 18.46 m +NAP. Daarmee staat het ondiepe filter ruim 70 cm lager dan het diepe filter.



Afb. 17 Tijdstijghoogtegrafiek van peilbuis B51C1885 in het beekdal van de Hertgang

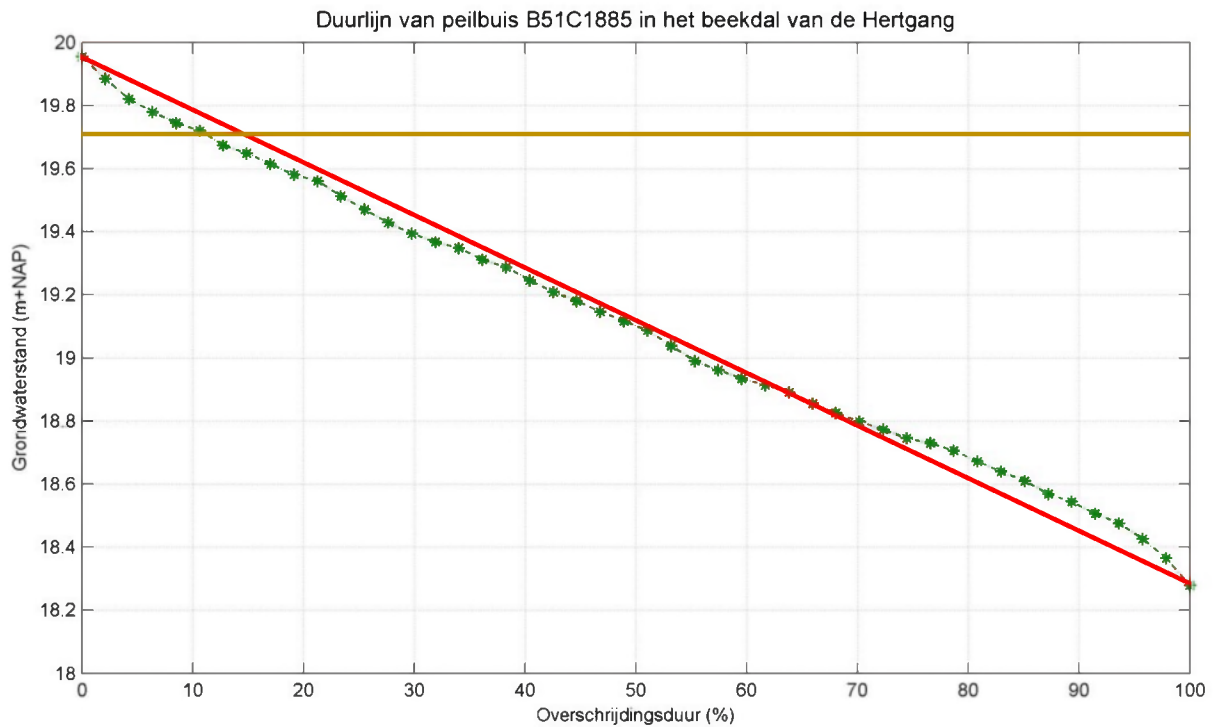
### 3.3.3 Duurlijnen

Duurlijnen geven aan over welk deel van de meetperiode bepaalde grondwaterstanden worden overschreden. Op de horizontale as is de overschrijdingsduur in procent weergegeven in relatie tot de grondwaterstanden op de verticale as. De peilbuizen in het centrum van het beekdal op landgoed Wellenseind (B50H0380 & B50H0381) laten gedurende 70% van het jaar wegzijging zien, ofwel er is een grotere afvoer dan aanvoer van grondwater (Afb. 18, groene en blauwe lijn). Dit is te herkennen aan de holle vorm van de duurlijnen. Op zeer korte afstand is peilbuis B50H0382 op de oostflank van het beekdal gelegen. Hier is slechts gedurende 25% van het jaar sprake van wegzijging terwijl in de overige 75% van de tijd sprake is van kwel, ofwel er is een grotere aanvoer van grondwater dan afvoer. Dit is te herkennen aan de bolle vorm van de duurlijn.



**Afb. 18** Duurlijnen van de peilbuizen B50H0380, B50H0381 & B50H0382 op landgoed Wellenseind.

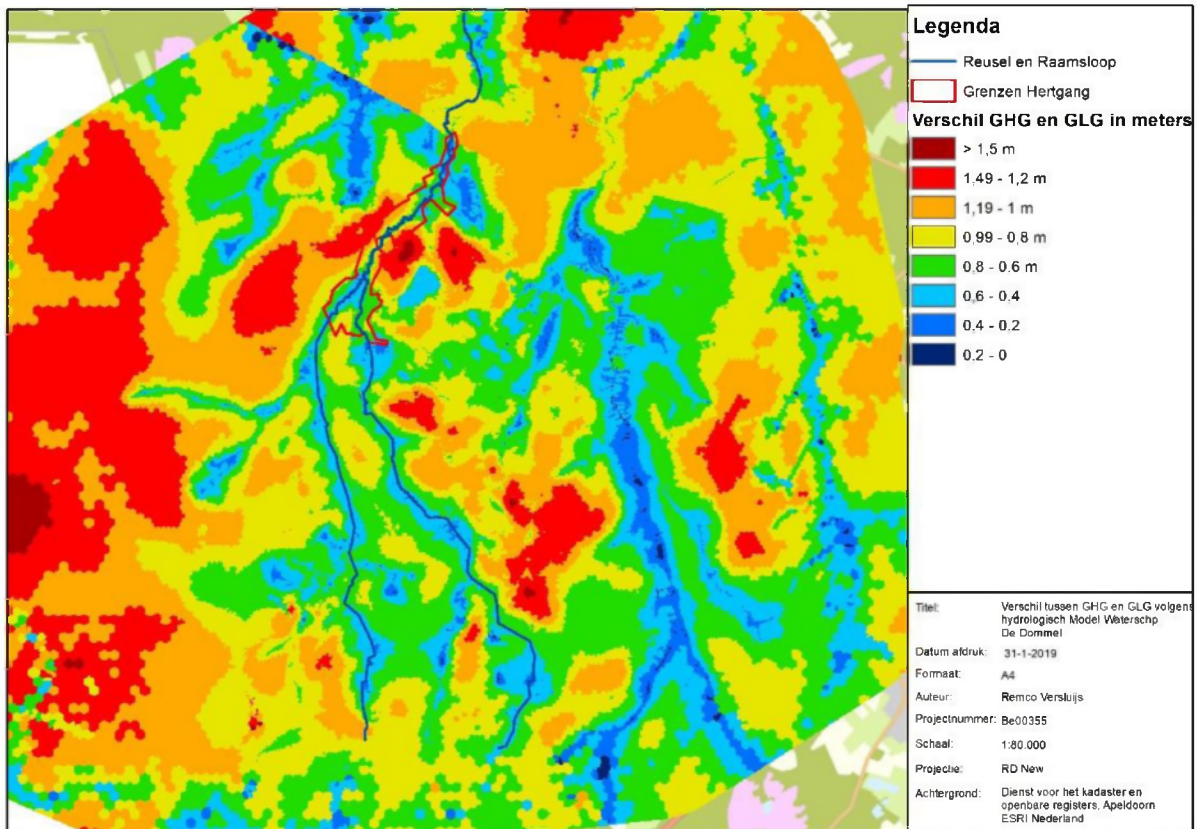
De peilbuis in het beekdal van de Hertgang, waarvan het filter in het eerste watervoerende pakket is gelegen, wordt gekenmerkt door een nagenoeg geheel vlakke duurlijn (Afb. 19). Dit betekent dat er gemiddeld een even grote aan- als afvoer van grondwater is, hetgeen er desalniettemin op neerkomt dat er sprake is van een inzijskarakter. Wel staat het grondwater gemiddeld 10% van het jaar boven maaiveld.



**Afb. 19** Duurlijn van peilbuis B51C1885 in het beekdal van de Hertgang, maaiveld is in oranjebruin weergegeven

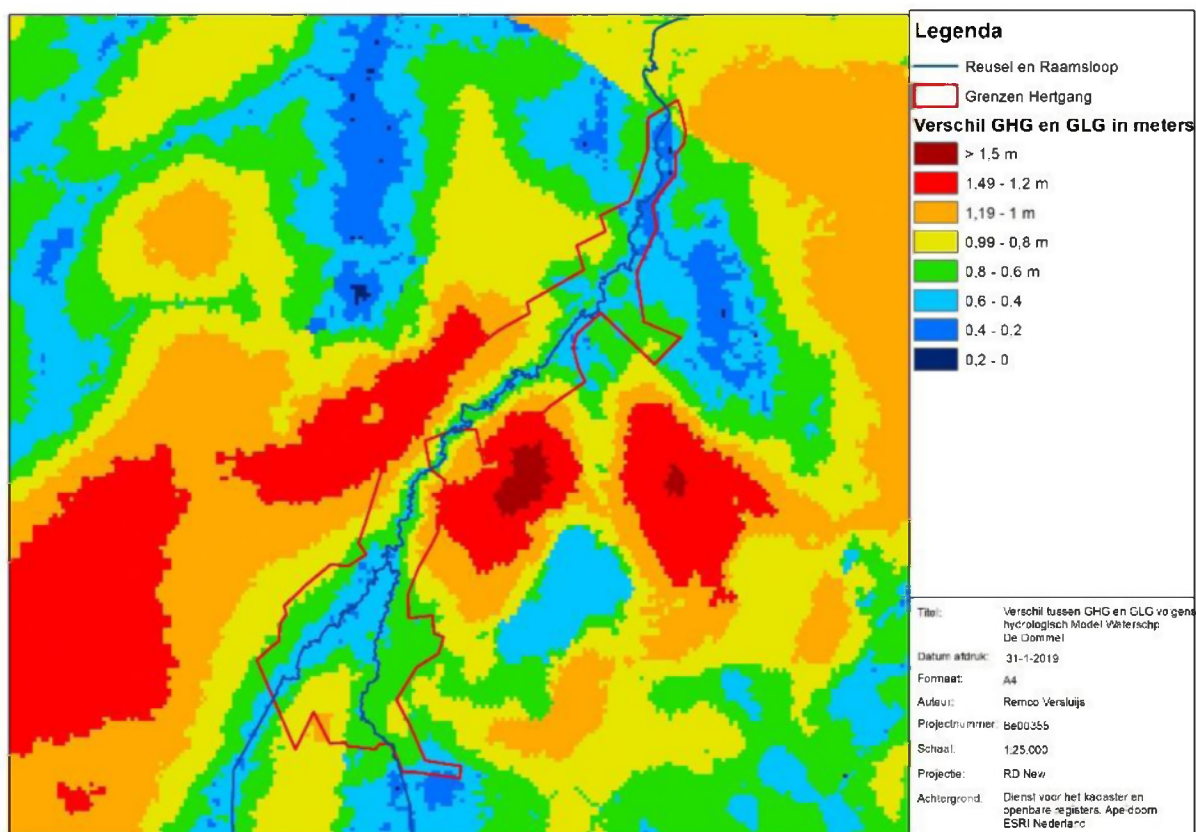
### 3.3.4 Grondwaterstandsfluctuaties

Op basis van het hydrologisch model van Waterschap De Dommel zijn in het modelgebied gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstanden berekend. Op basis van deze data is een verschillenkaart gegenereerd om de gemiddelde grondwaterstandsfluctuatie zichtbaar te maken (Afb. 20). Op regionale schaal geeft dit een ruimtelijk beeld van gebieden met een stabiele grondwaterstand en gebieden met grote fluctuaties in waterstanden. Herkenbaar zijn de patronen van de beekdalen en stroomgebieden van zijbeken. Het gehele gebied van de Reusel en Raamsloop worden gekenmerkt door stabiele grondwaterstanden van 40 tot 80 cm.



**Afb. 20** Uitsnede van het onderzoeksgebied in regionale context met in verschillende kleuren weergegeven de waterstandsfluctuaties zoals berekend in het hydrologisch model van Waterschap De Dommel.

Op lokale schaal wordt duidelijk dat in het centrum van het beekdal van Landgoed Wellenseind de grondwaterstand niet meer dan 40 tot 60 cm fluctueert en naar de randen van het beekdal langzaam in fluctuatie toeneemt met 60-80 cm (Afb. 21). De grootste grondwaterstandsfluctuaties treden op in de aangrenzende dekzandruggen (>1.20 meter) omdat hier in de winter een veel sterkere opbolling van het grondwater optreedt. Wanneer we deze data vergelijken met de gegevens vanuit de peilbuizen, blijkt dat in het beekdal de fluctuaties toch net iets groter zijn dan in het model berekend zijn en liggen in de orde van grootte van gemiddeld 80-90 cm. Mogelijk heeft het model niet goed rekening gehouden met de invloed van de beken waardoor een bepaalde afwijking ontstaat. Het ruimtelijke patroon is echter wel duidelijk.



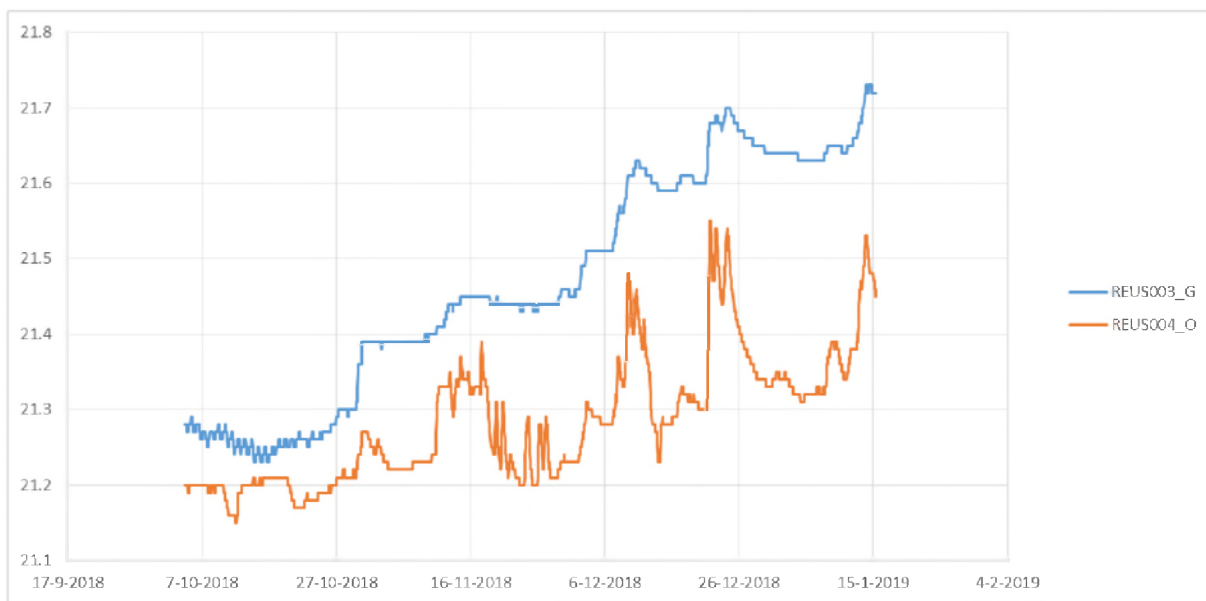
**Afb. 21** Detailuitsnede van het onderzoeksgebied met in verschillende kleuren weergegeven de waterstandsfluctuaties zoals berekend in het hydrologisch model van Waterschap De Dommel.

### 3.3.5 Eigen peilbuisonderzoek

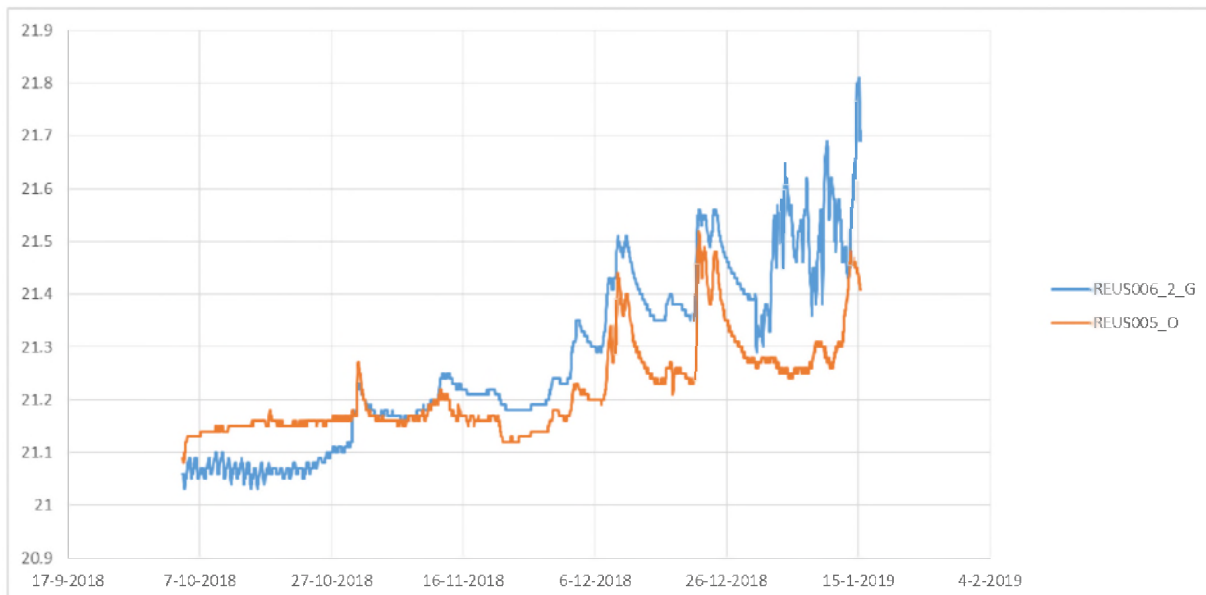
In september 2018 zijn op enkele plekken nieuwe peilbuizen geplaatst om beter grip te krijgen op het grondwaterverloop en vooral de interactie tussen het grond- en oppervlaktewater beter te begrijpen (Afb. 6 & Afb. 7).

Op twee locaties op Landgoed Wellenseind is een peilbuis geplaatst in zowel de beek als het grondwater (Afb. 22 & Afb. 23). Hierbij is zowel in de Reusel in het westen als de Raamsloop in het oosten gemeten. Ter hoogte van de Reusel staat in oktober 2018 het grondwater hoger dan het beekpeil waardoor de beek, zelfs in de extreem droge zomer van 2018 zijn omgeving draineert (Afb. 22). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de Reusel in de zomer van 2018 nooit helemaal is drooggevallen. Dit werd veroorzaakt door de aanvoer van oppervlaktewater via een bronbemalingssysteem verder stroomopwaarts. Deze maatregel werd uitgevoerd om de beek watervoerend te houden voor de overleving van uitgezette beekprikken. Het grondwaterpeil staat in de zomer dan ook slechts enkele centimeters hoger dan het beekpeil. Bovendien is de peilbuis iets verder naar het westen, dus dicht tegen de

dekzandrug aan gelegen. Door het grote verhang hier is een heel korte gradiënt in grondwaterstand aanwezig. Zonder aanvoer was de beek waarschijnlijk wel drooggevallen. Vanaf begin november neemt het neerslagoverschot langzaam toe en stijgt het grondwater tot eind december met zo'n 40 centimeter. Ook de Reusel laat een duidelijke neerslag gerelateerde stijging zien maar blijft in waterstand ruim onder het niveau van het grondwater. Daarmee draineert de Reusel permanent grondwater.



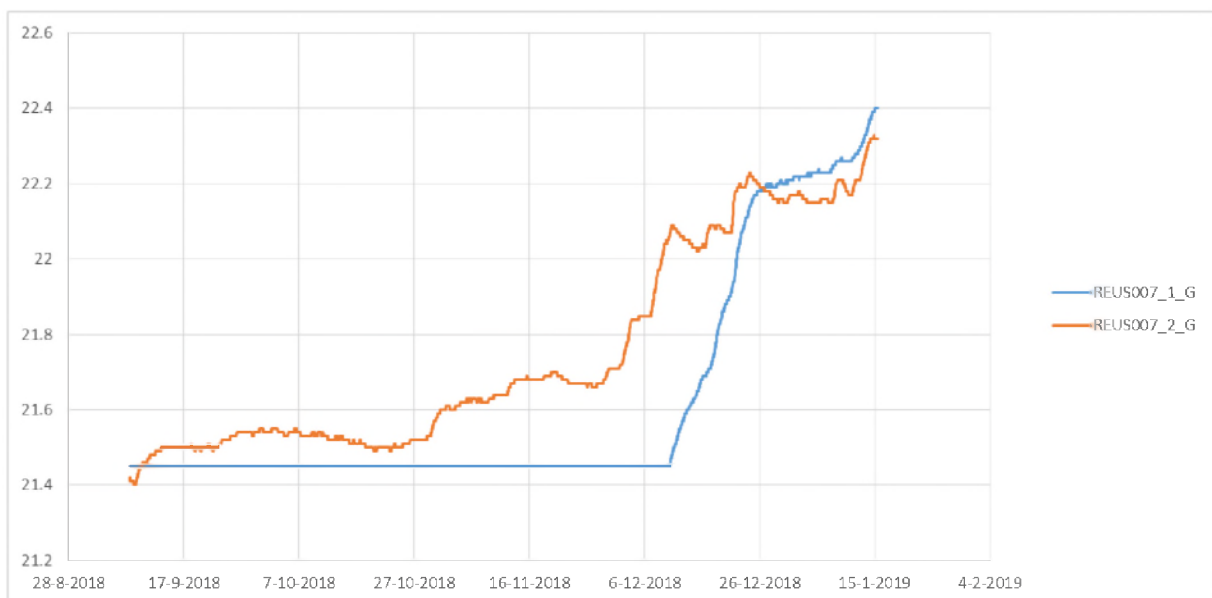
**Afb. 22** Waterstandsverloop in peilbuis Reusel 3 op Landgoed Wellenseind en in de Reusel zelf (Reusel 4).



**Afb. 23** Waterstandsverloop in het diepe filter van peilbuis Reusel 6 op Landgoed Wellenseind en in de naastgelegen Raamsloop (Reusel 5)

De Raamsloop functioneert op Landgoed Wellenseind net iets anders (Afb. 23). Daarbij staat het grondwater in oktober 2018 onder het beekpeil. Er is op dit moment dus sprake van infiltratie van beekwater naar het grondwater. De Raamsloop is echter alleen vanaf het meetpunt watervoerend doordat er via een sloot aanvoer van oppervlaktewater plaatsvindt (zie paragraaf 3.3.6). Zou deze aanvoer stoppen, dan valt de Raamsloop in de zomer geheel droog. Vanaf midden november stijgt de grondwaterstand met zo'n 60 centimeter en komt boven het niveau van de Raamsloop te liggen. Vanaf dat moment draineert de beek dus zijn omgeving weer. Wel zijn de grondwaterstandsfluctuaties in de peilbuis ten oosten van de Raamsloot (Afb. 23) veel meer gecorreleerd met neerslag dan de peilbuis op de westflank van het beekdal (Afb. 22). De neerslagpieken zijn daar een stuk minder zichtbaar.

Verder naar het oosten op de beekdalflank is peilbuis 7 gelegen met een ondiep en een diep filter (Afb. 24). Hier is de waterstandsfluctuatie van het diepe filter vergelijkbaar met de fluctuaties in peilbuis 3 op de westflank van het beekdal. De neerslagpieken zijn herkenbaar, maar niet zo sterk als in peilbuis 6 in het centrum van het beekdal. Het ondiepe filter lag tot begin december geheel droog en is in korte tijd met 80 cm gestegen tot het niveau van het diepe filter. Uiteindelijk komt de waterstand in het ondiepe filter zelfs hoger te staan dan het diepe filter.

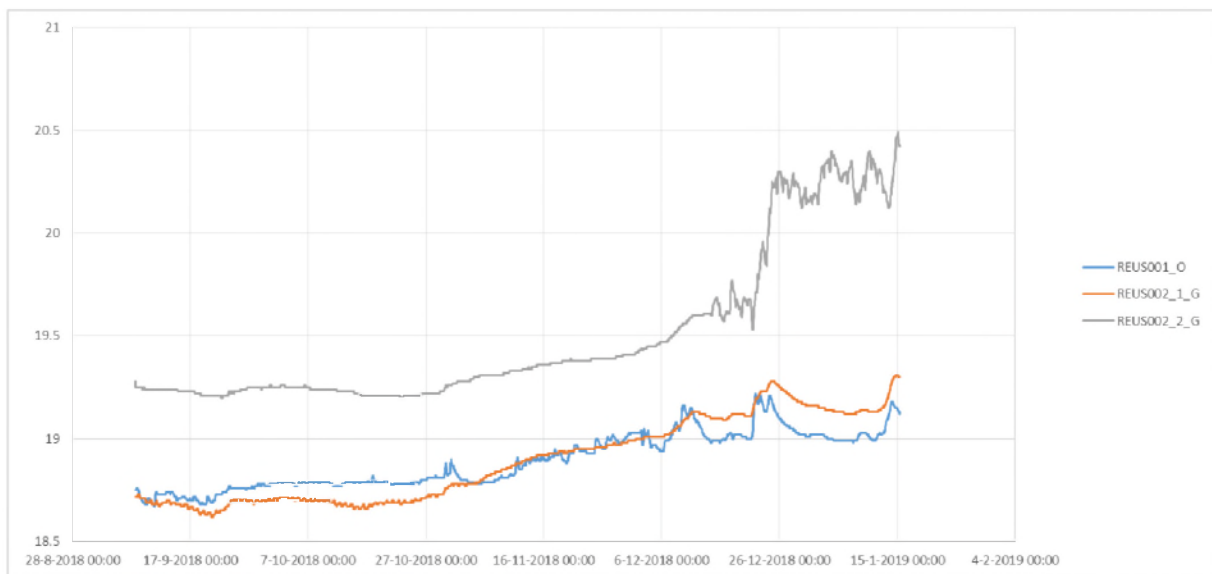


**Afb. 24** Peilbuis Reusel 7 op de oostflank van het beekdal op Landgoed Wellenseind met zowel een ondiep (1) als een diep filter (2).

In het noordelijke gedeelte van de Hertgang is ook een peilbuis geplaatst in de Reusel en zijn aangrenzend twee filters in het grondwater geplaatst (Afb. 25). Het ondiepe filter van de

peilbuis staat in het eerste watervoerende pakket terwijl het diepe filter is gelegen in het tweede watervoerende pakket onder een 1.5 meter dikke kleilaag. In oktober staat het ondiepe grondwater en de waterstand in de Reusel nagenoeg gelijk. Gedurende een korte periode zakt het grondwater zelfs ruim 10 centimeter onder het niveau van de Reusel waardoor infiltratie vanuit de beek optreedt. Dit kan worden verklaard door de aanvoer van opgepompt water in de Reusel. Vanaf begin november stijgt het grondwaterpeil gezamenlijk met het peil van de beek totdat het grondwaterpeil uiteindelijk boven het niveau van de Reusel komt te liggen. Het maakt duidelijk dat de grondwaterstanden in de omgeving van de Reusel hier sterk samenhangen met het beekpeil en de Reusel een drainerende werking heeft op zijn omgeving.

Op deze plek in het landschap is sprake van een hogere stijghoogte vanuit het tweede watervoerende pakket ten opzichte van het eerste watervoerende pakket. Stond de grondwaterstand in oktober nog gemiddeld 50 cm boven het peil van het eerste watervoerende pakket, in december is het verschil opgelopen tot een stijghoogte van ongeveer 1 meter en reikt de stijghoogte tot boven maaiveld.



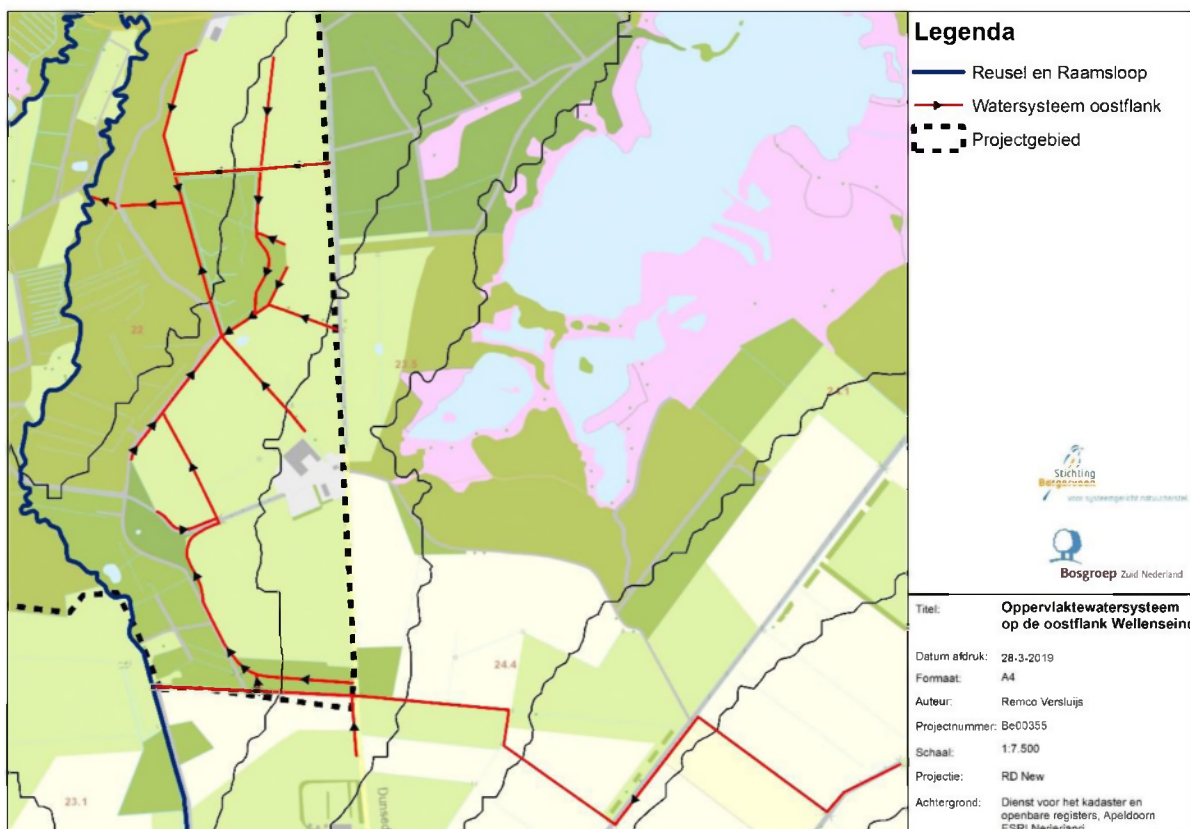
**Afb. 25** Het waterstandsverloop van peilbuis Reusel 2 ten noorden van de versmalling bij Dun met zowel een ondiep (1) als een diep (2) filter en de meetinstallatie in het oppervlaktewater van de Reusel (Reusel 1).

### 3.3.6 Oppervlaktewatersysteem

#### Landgoed Wellenseind

Landgoed Wellenseind wordt gekenmerkt door een uitgebreid oppervlaktewatersysteem. Op het landgoed stromen twee beken, de Reusel in het westen en de Raamsloop in het oosten, die aan de noordzijde van het gebied samenvloeien en verder stromen als de Reusel. De beide beken hebben een diepte van 100 tot 140 cm en een gemiddelde breedte van ongeveer 2 – 3 meter. Na samenkomst is de Reusel wel een stuk breder om al het water af te kunnen voeren. De Reusel is ook in de extreem droge zomer van 2018 constant blijven afvoeren. Uit de peilbuisgegevens blijkt dat het grondwater aan het eind van de zomer hoger heeft gestaan dan het beekpeil wat suggereert dat de beek inderdaad jaarrond draineert. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er stroomopwaarts van Wellenseind grondwater in de beek is gepompt om te voorkomen dat de beek zou droogvallen. Dit is gedaan om de in 2014 – 2018 uitgezette Beekprik te kunnen behouden. Zonder deze aanvoer was ook de Reusel waarschijnlijk grotendeels droogvallen net als de Raamsloop.

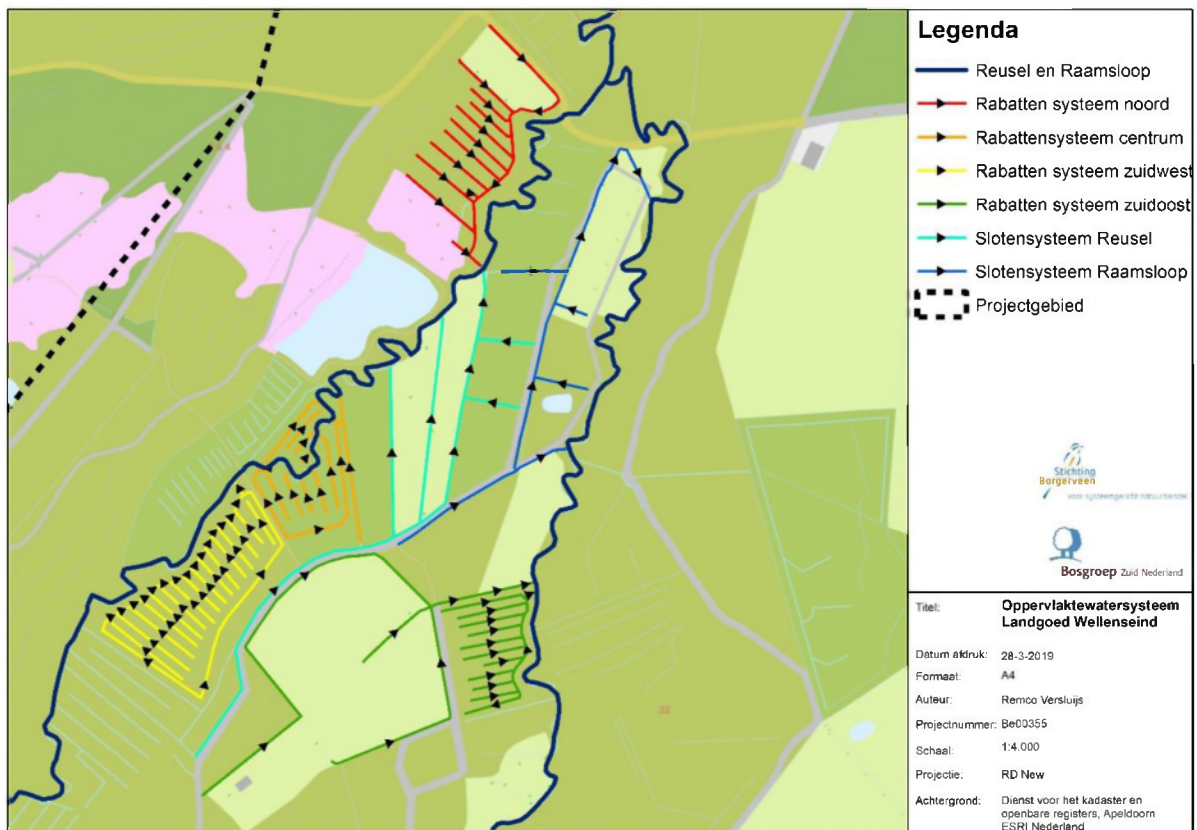
Op de oostflank van het beekdal ligt een slotenstelsel wat haar oorsprong heeft in de aangrenzende graslandpercelen (Afb. 26). Ook in de extreem droge zomer van 2018 zijn deze sloten grotendeels watervoerend en transporteerden grondwater naar de beek. Vanaf het punt dat de beek en deze sloten samenvloeien is de Raamsloop weer watervoerend. In het zuiden is een diepe sloot afkomstig uit het landbouwgebied ten zuidoosten van de Misperleindsche Heide. Deze lag in de zomer weliswaar droog, maar voert een groot deel van het jaar grondwater af stroomopwaarts van Landgoed Wellenseind. Het is, gezien de grondwaterstanden op de beekdalflank in peilbuis B50H0370 (zie Afb. 6 voor de ligging), onwaarschijnlijk dat dit slotenstelsel in de zomer van 2018 nog grondwater kon afvoeren. De gemiddeld laagste grondwaterstand in deze peilbuis ligt namelijk 1.80 meter onder maaiveld.



Afb. 26 Oppervlaktewatersysteem op de oostflank van het beekdal op Landgoed Wellenseind.

In het beekdal op Landgoed Wellenseind is een ingenieus stelsel aan diepe sloten gelegen die het grondwater afvangen en afwateren op de beken (Afb. 27, licht en donker blauw). De graslandpercelen tussen de beide beken worden vrijwel geheel omsloten door sloten waarvan een deel oostelijk van de percelen op de Raamsloop afwateren en deels westelijk op de Reusel.

Aan weerszijden van de Reusel (Afb. 27, rood, oranje en geel,) en westelijk van de Raamsloop (Afb. 27, groen) liggen rabattenstelsels. Het betreft watergangen met een diepte van 1.4 – 1.6 meter en een breedte van ongeveer 3 – 5 meter (Afb. 28). Allemaal hebben ze een in- en uitlaatpunt welke in het verleden wellicht diende om bovenstrooms water in te laten en benedenstrooms weer af te kunnen laten. Deze slotencomplexen vallen in de zomer nagenoeg geheel droog. Tegenwoordig zijn deze systemen zo ingesteld dat er geen voedselrijk beekwater via de klepduiker of houten stuwen meer de slotencomplexen binnen kan lopen. Het waterpeil in deze complexen wordt in de winter opgestuwd om zoveel mogelijk grondwater vast te houden. Toch kan tijdens hoge beekpeilen voedselrijk beekwater oppervlakkig in deze watersystemen stromen. Op de bodem is vaak een dikke sliblaag aanwezig van ongeveer 50 cm dikte.



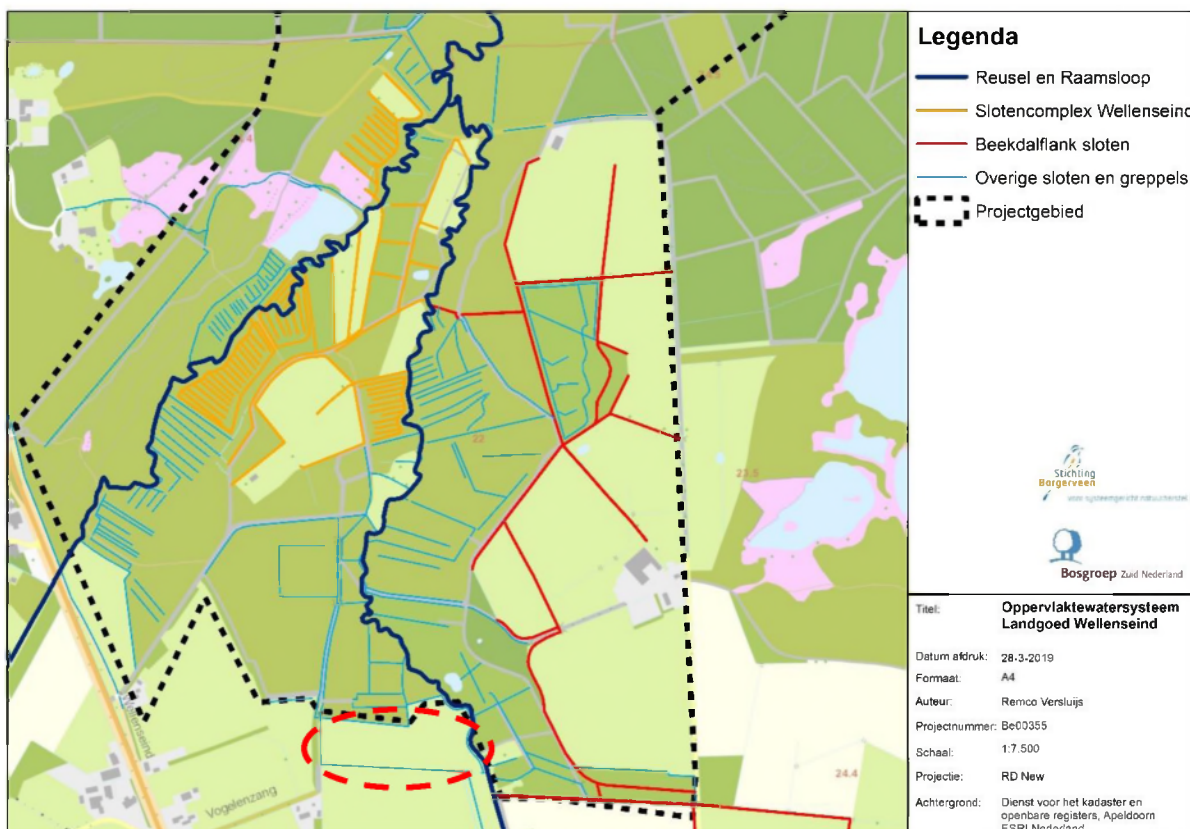
Afb. 27 Oppervlaktewatersysteem op Landgoed Wellenseind



**Afb. 28** Eén van de grote rabatten waarin massaal watervioolier in groeit.

Naast de hierboven beschreven oppervlaktewatersystemen is in het gebied een groot aantal ondiepere sloten en greppels aanwezig (Afb. 29). Aan de zuidkant van de Reusel ligt een serie sloten en greppels haaks op de beek. Dit zijn vooral ondiepe greppels die het grootste deel van het jaar droog liggen. Ook aan de oostkant van het beekdal rond de Raamsloop is een uitgebreid slotennetwerk gelegen. De meeste van deze sloten voeren niet meer actief water af. De uitstroom van de sloten is bij de beek meestal verland door beekafzettingen bij een inundatie.

Aan de zuidkant van het projectgebied ligt aan de westzijde van de Raamsloop een landbouwperceel waarvan op de omliggende sloten onderbemaling plaatsvindt (Afb. 29, rode cirkel).

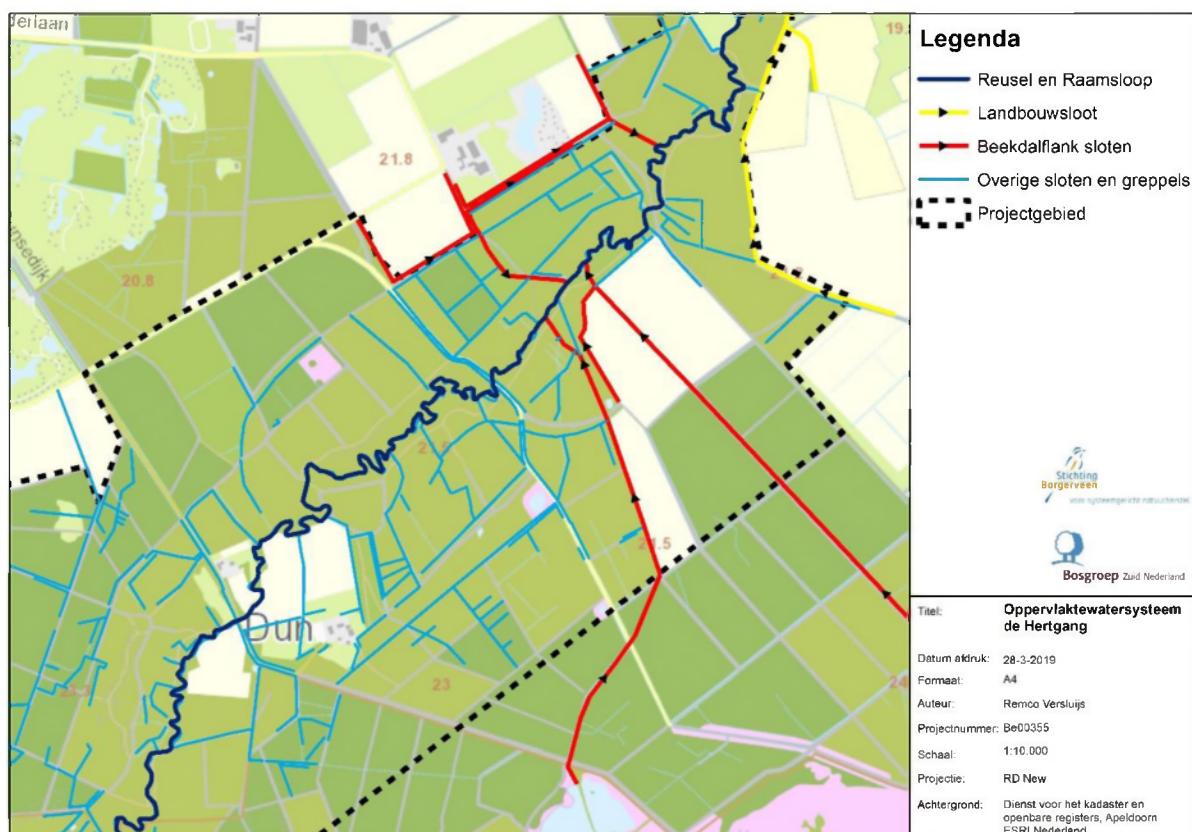


**Afb. 29** Ligging van ondiepere sloten en greppels op Landgoed Wellenseind, het perceel binnen de rode cirkel wordt in de winter onderbemalen.

## De Hertgang

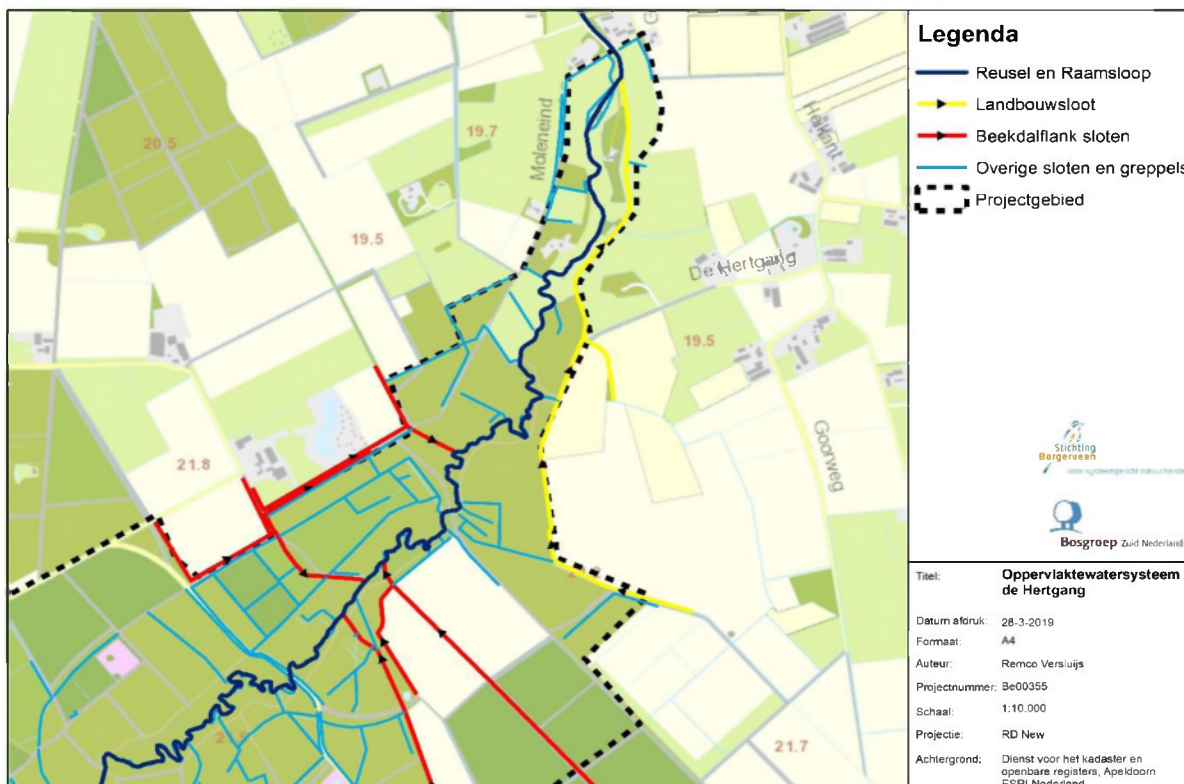
Ten noorden van Landgoed Wellenseind is het beekdal van de Reusel smaller. Hier zijn slechts op beperkte schaal dwarssloten gegraven. In het gebied verder stroomafwaarts wordt het beekdal weer iets breder en liggen aan weerszijden van de Reusel meer greppel en sloten. Aan de rand van het beekdal liggen verschillende slotenstelsels waarmee laagten gedraineerd worden en via grotere sloten op de beek afwateren. De sloten liggen het grootste gedeelte van het jaar droog. In de winter staan ze echter vol water.

Aan de zuidkant van de Reusel liggen twee 1.5 meter diepe drainerende sloten (De Goorloop en de Flaesloop) die afkomstig zijn vanaf de Misperleindsche heide (Afb. 30). De zuidelijke sloot vormt de overloop voor de Flaes. De sloot doorsnijdt op zijn weg naar het beekdal dwars door een dekzandrug heen. Een vergelijkbare sloot is er gelegen in het akkercomplex ten noorden hiervan. Deze eveneens zeer diepe sloot is afkomstig van het ven het Goor. Deze sloot is nooit in gebruik genomen voor afwatering van het ven, maar draineert wel de hele oostflank en snijdt door dekzandruggen heen. In deze sloot zijn verschillende ca 50 cm hoge dammen aangebracht.



**Afb. 30** Oppervlaktewatersysteem in de Hertgang.

Het gebied ten noordoosten van het hiervoor genoemde akkercomplex, is een grote, lage landbouwenclave aan de oostzijde van de Reusel. Dit gebied wordt gekenmerkt door een uitgebreid slotenpatroon om het gebied geschikt te maken voor landbouw. Een groot deel van het afgevangen grondwater wordt via de oude, kunstmatige loop van de Reusel geleid (Afb. 31, geel). De Reusel is in het noordelijke deel van de Hertgang inmiddels hersteld door de beek weer via haar oorspronkelijke stroomdal te laten stromen en te laten hermeanderen. In het noorden van het projectgebied loopt de meanderende beek uit in de rechtgetrokken opgeleide kanaal om als gekanaliseerde beek het gebied te verlaten. De gekanaliseerde loop is bij het herstel van de Reusel op Landgoed De Utrecht niet gedempt maar is gebruikt om het aangrenzende landbouwgebied te ontwateren (Afb. 31, geel).

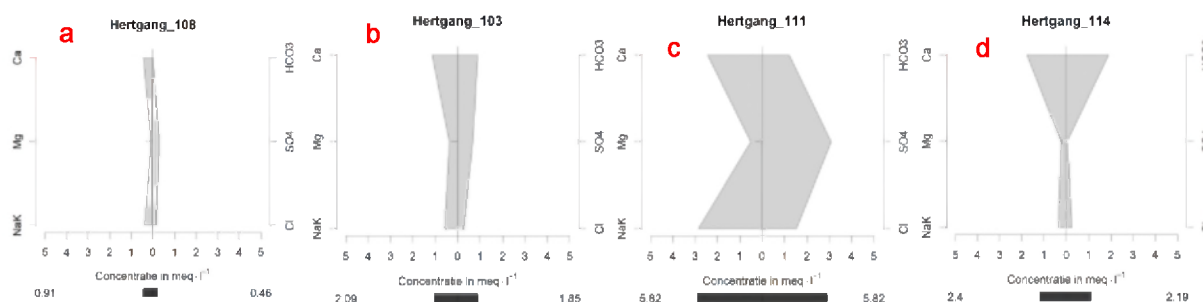


Afb. 31 Oppervlaktewatersysteem in het uiterst noordelijke deel van het projectgebied

## 3.4 Grondwaterkwaliteit

### 3.4.1 Chemie grondwater

In het projectgebied zijn grofweg vier verschillende typen grondwater aangetroffen (Afb. 32). Het betreft ongebufferd, basenarm en zuur grondwater (a), zwak gebufferd, iets kalkhoudend zwak zuur grondwater (b), zwak tot matig gebufferd, kalkhoudend, zwak zuur met sulfaat verontreinigd grondwater (c) en matig gebufferd, kalkhoudend, zwak zuur en voedselarm grondwater (d). Het grondwatertype d is aangetroffen in het tweede watervoerende pakket van peilbuis PB 2b (Reusel2)

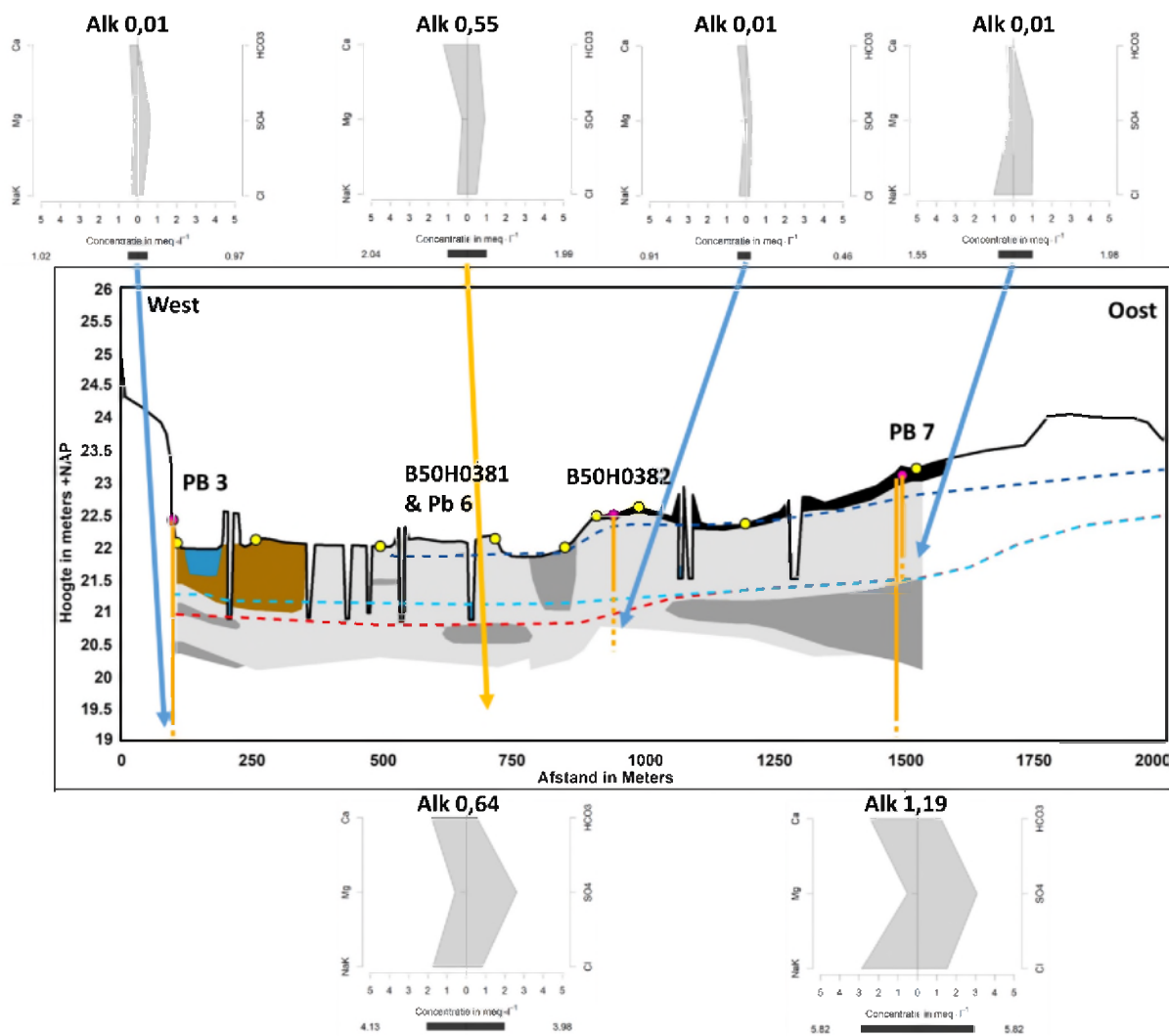


Afb. 32 Weergave van de vier verschillende grondwatertypen als stiff-diagram

In feite is er sprake van twee hoofdtypen in het eerste watervoerende pakket. Het ongebufferde, zure grondwater infiltreert op de aangrenzende dekzandruggen en treedt via korte stroombanen op de beekdalflank in maaiveld (Afb. 33, PB 3 & 7). Het grondwater is voedselarm en niet of nauwelijks met voedingsstoffen vanuit de landbouw aangerijkt. Het betreft het grondwater uit lokale grondwatersystemen.

In twee diepe peilbuizen in het beekdal is dieper in het eerste watervoerende pakket een zwak tot matig gebufferd, basen- en kalkrijk grondwatertype aangetroffen dat zeer sterk met voedingsstoffen vanuit de landbouw is aangerijkt (Afb. 33). De concentraties sulfaat liggen tussen de 1300 en 1500 micromol/liter. Maar ook concentraties Natrium, Kalium en Chloride liggen zeer hoog (Afb. 33). Dit grondwater is echter niet aangetroffen in de ondiepere peilbuizen.

In de ondiepere peilbuis in het centrum van Landgoed Wellenseind (B50H0381), is een mengtype aangetroffen tussen het diepe, basenrijke met sulfaat verontreinigde grondwater en het lokale, basenarme grondwater. Dit ondiepe, zwak gebufferde grondwater is minder basenrijk ( $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{HCO}_3^-$ ) en bevat veel lagere concentraties sulfaat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), natrium (Na), kalium (K) en chloride (Cl) dan het diepe grondwater maar is duidelijk van een ander type grondwater dan op de beekdalflanken in de peilbuizen PB3, Pb7 en B50H0382 is aangetroffen (Afb. 33).



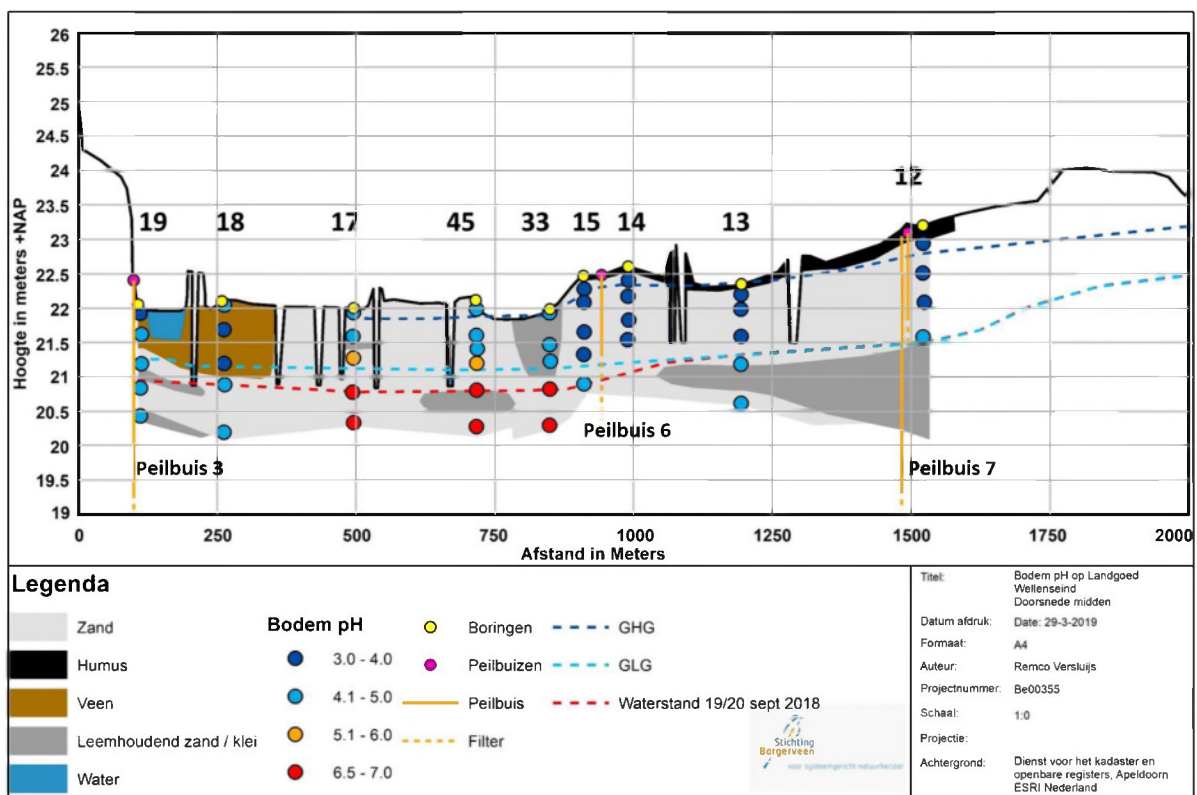
Afb. 33 Ruimtelijke weergave van de grondwaterkwaliteit, te zien is waar op de oost-west doorsnede en op welke diepte de watermonsters zijn verzameld en wat voor waterkwaliteit daar is gevonden.

### 3.4.2 Bodem pH

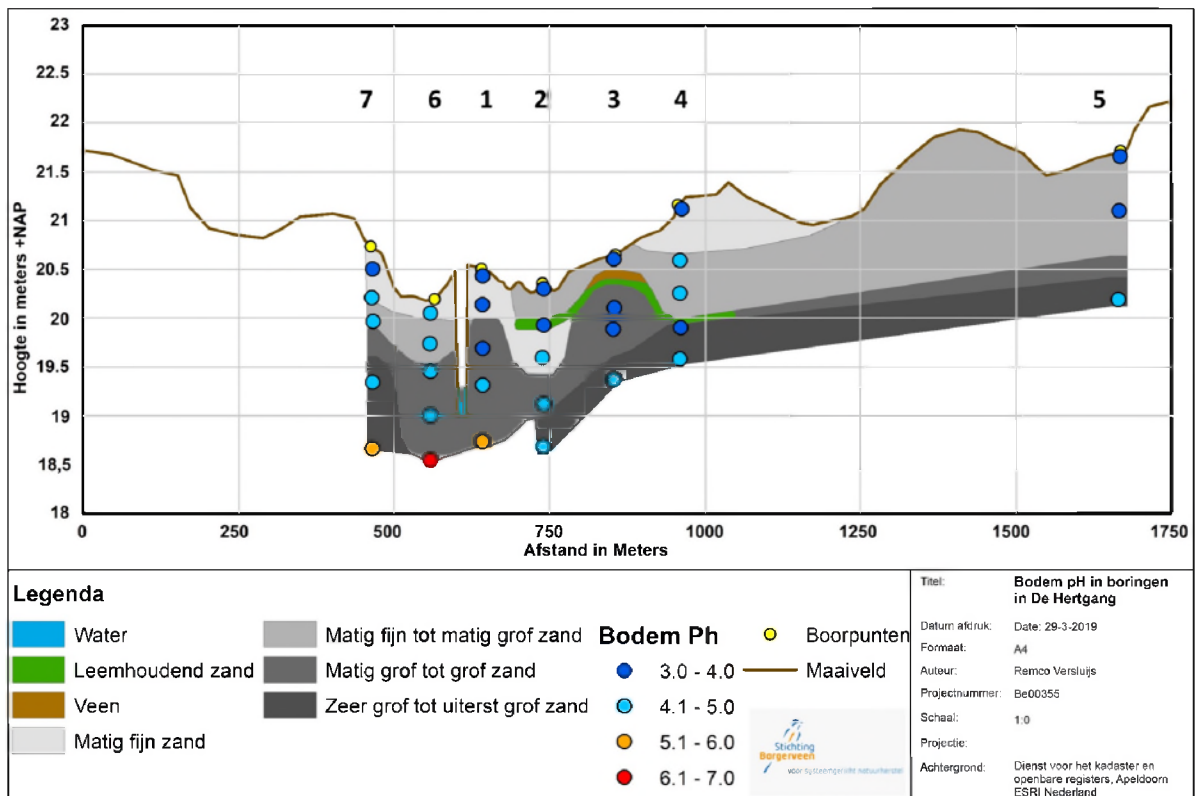
Op verschillende plekken in het landschap is de bodem pH gemeten op onderscheidende diepten. Op de dwarsdoorsnede in het centrum van Landgoed Wellenseind is te zien dat in de boorgaten langs de randen van het beekdal tot op een diepte van ongeveer 2 meter onder maaiveld zure condities zijn gemeten (Afb. 34). Alleen in een zeer smalle zone in het centrum van het gebied zijn op grotere diepte, hoge pH waarden aangetroffen. Dit komt goed overeen met de resultaten uit het grondwateronderzoek uit de vorige paragraaf, er is in slechts een heel smalle zone in het beekdal sprake van een basenrijker grondwater. De diepte van de hogere bodem pH komt grofweg overeen met de gemiddeld laagste grondwaterstand.

Eenzelfde beeld vinden we ook in het beekdal in de Hertgang. Op de flanken heersen zure condities en alleen in een smalle zone rond en onder de Reusel is op grote diepte een verhoogde pH waarde aangetroffen (Afb. 35). Wederom komt de diepte overeen met de gemeten laagste grondwaterstand in peilbuis 2 (Reusel 2a) (paragraaf 3.3.5).

De beide dwarsdoorsneden maken duidelijk dat het basenrijke grondwater nergens meer langdurig tot in maaiveld reikt en de toplaag over grote oppervlakten is verzuurd (Afb. 34 & Afb. 35). De diepte van de hogere pH-waarden komen overeen met de gemiddeld laagste grondwaterstanden wat duidelijk maakt dat het oppervlaktewatersysteem het basenrijke grondwater zeer effectief draineert en lokale, basenarm grondwater dominant is geworden.

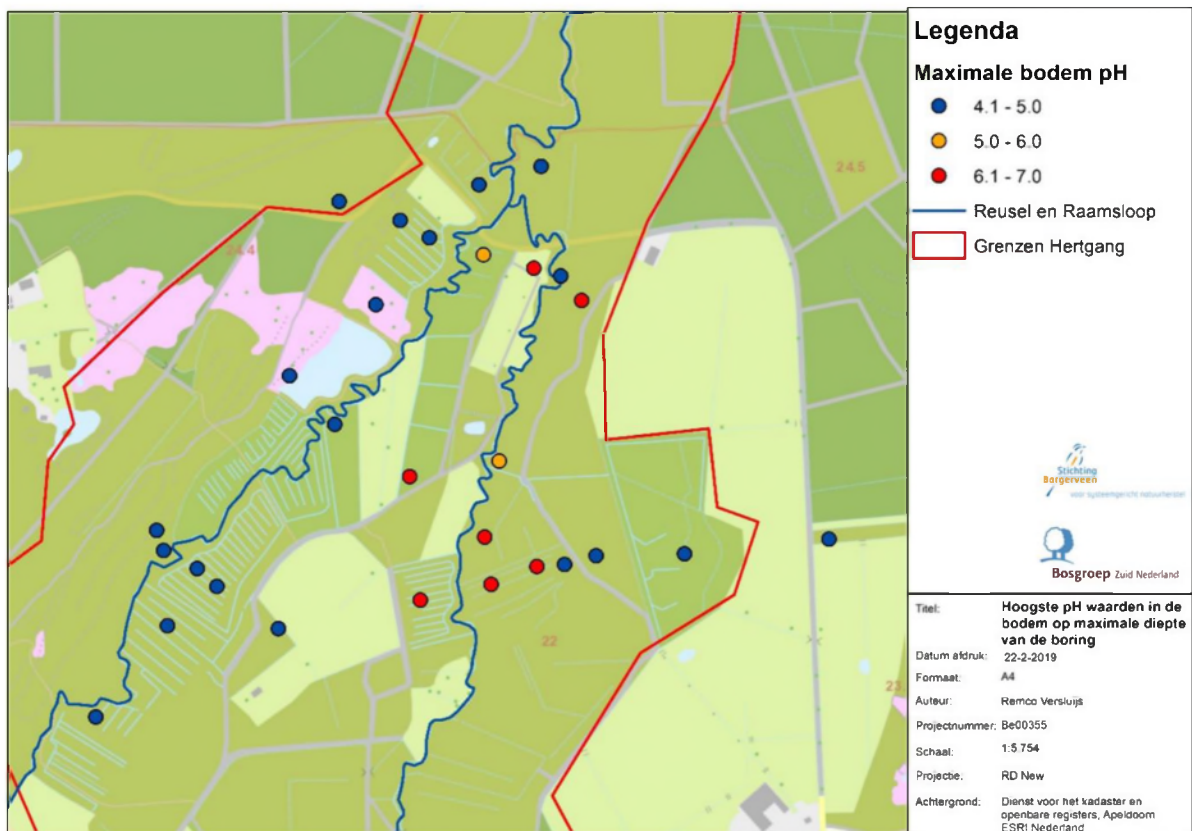


**Afb. 34** Dwarsdoorsnede in het centrum van Landgoed Wellenseind waarin per bodemboring op verschillende diepten de pH waarde van de bodem is gemeten.

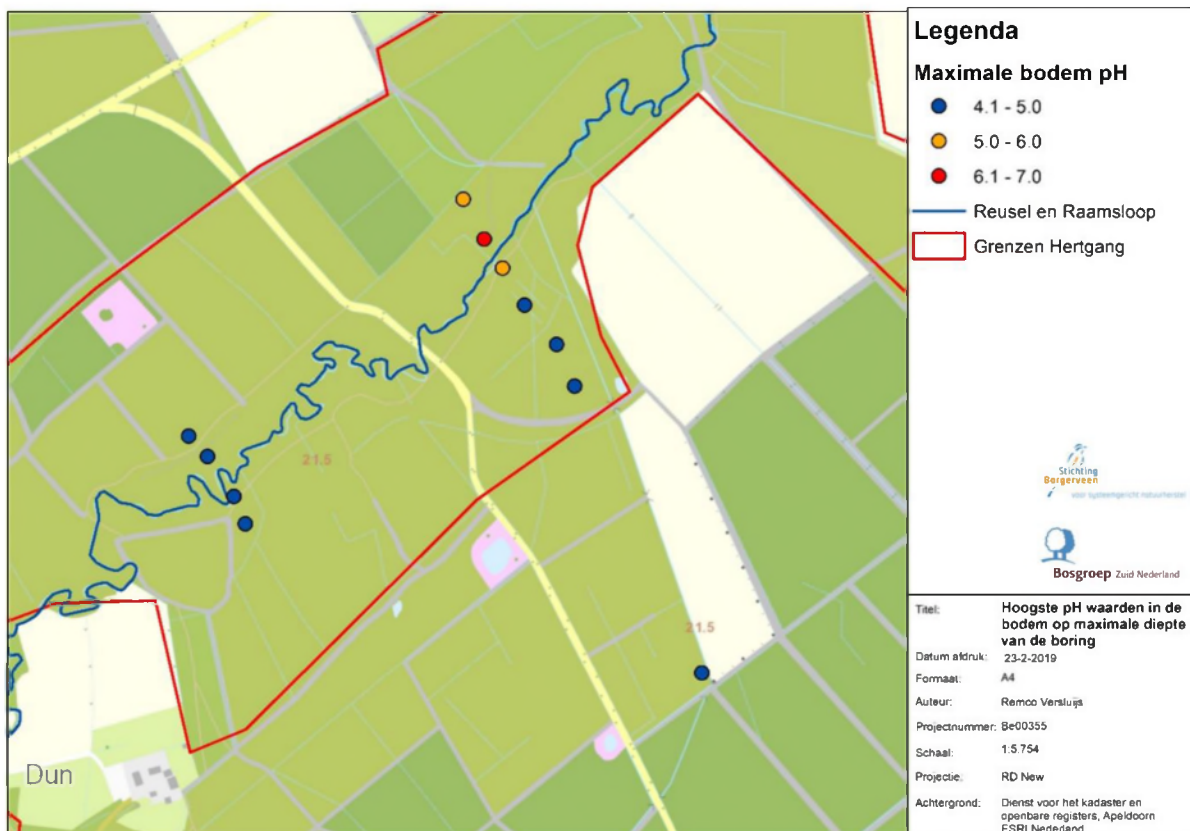


**Afb. 35** Dwarsdoorsnede in het beekdal van de Hertgang noordelijk van de versmalling bij Dun waarin per bodemboring op verschillende diepten de pH waarde van de bodem is gemeten.

Wanneer per bodemboring de hoogst gemeten pH waarde in een kaart van het projectgebied wordt gezet, valt op dat er inderdaad maar op enkele locaties in een zeer smalle zone in het centrum van het beekdal, zowel op Landgoed Wellenseind als de Hertgang, hogere pH waarden zijn gemeten (Afb. 36 & Afb. 37).



**Afb. 36** Ruimtelijke weergave van de aangetroffen pH waarden in alle bodemboringen verspreid over Landgoed Wellenseind.



Afb. 37 Ruimtelijke weergave van de bodem pH in het beekdal van de Hertgang.

## 3.5 Oppervlaktewaterkwaliteit

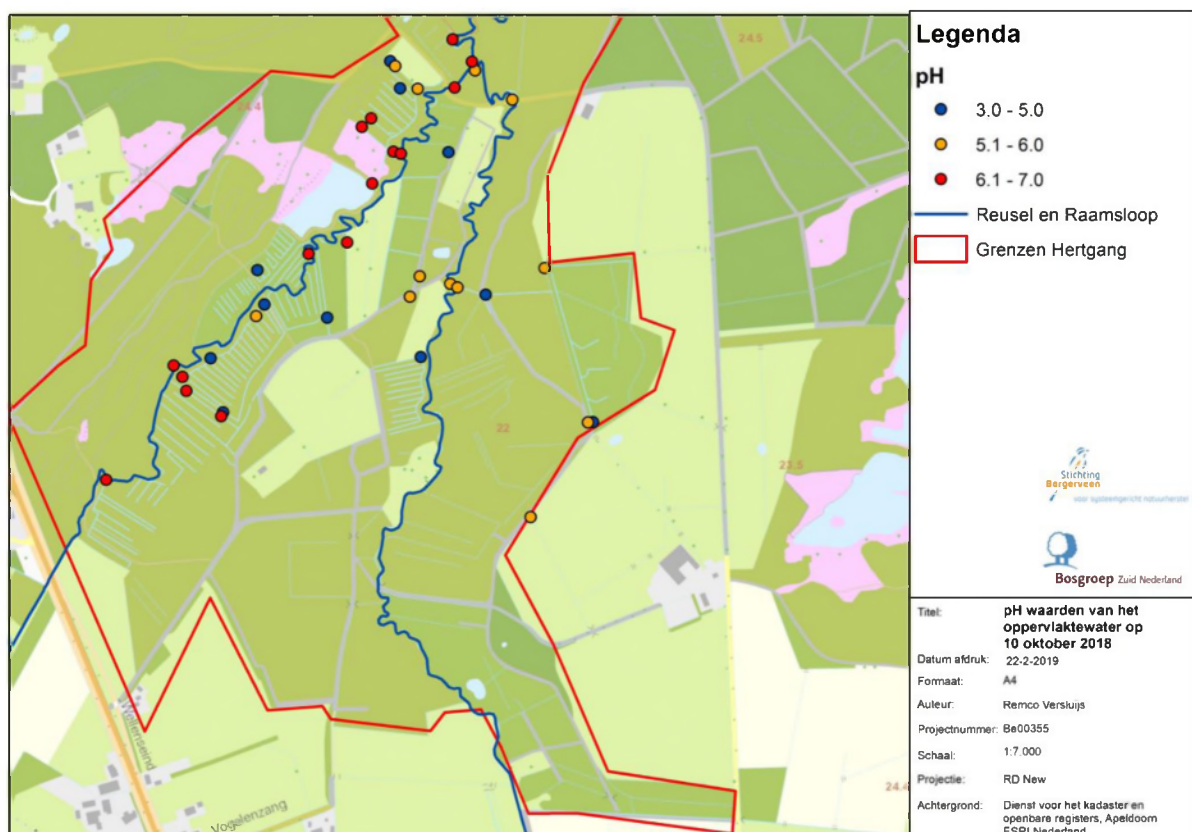
### 3.5.1 pH en EGV oppervlaktewater

Zowel in de zomer als de winter van 2018 zijn op zowel Landgoed Wellenseind als het noordelijker gelegen Hertgang de pH en EGV in de watergangen gemeten (Afb. 38, Afb. 39 & Afb. 41). In de zomer lagen in de Hertgang alle sloten en greppels droog waardoor hier geen metingen zijn verzameld. Hoewel ook op Landgoed Wellenseind de meeste sloten in de zomer nagenoeg droog lagen, kon op diverse plekken toch nog stilstaand water worden bemonsterd. In de winter waren de meeste sloten weer watervoerend maar dichtgevroren en zijn in wakken in het ijs de pH en EGV gemeten.

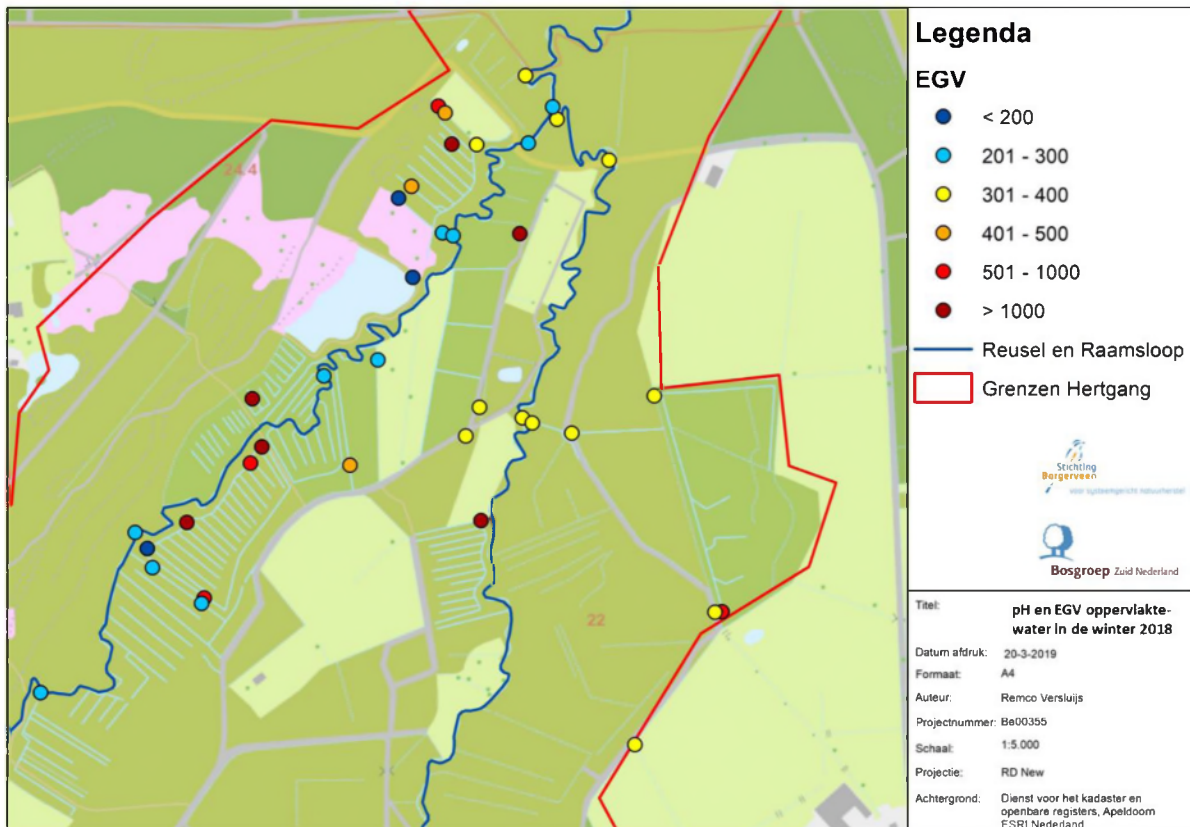
De hoogste pH waarden zijn gemeten in de Reusel. Hoewel de Raamsloop in de zomer nog een pH dat van 5.1 (Afb. 38), had de Reusel op hetzelfde moment een pH van ongeveer 6.3 (Afb. 38). Daarmee is de pH van de Reusel een heel punt hoger. De EGV daarentegen is in de Reusel met ongeveer 280  $\mu\text{S}/\text{cm}$  juist weer lager dan in de Raamsloop met gemiddeld 360  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Afb. 39). Dit verschil kan mogelijk verklaard worden door het oppompen van

dieper grondwater dat in de Reusel werd gepompt om de beek niet droog te laten vallen. De pH waarden van het beekwater passen namelijk ook niet bij de gevonden grondwaterkwaliteit zoals blijkt uit de bodemboringen en grondwaterkwaliteit waarbij een pH van 4.5 is gemeten. In de winter is dit verschil nog altijd aanwezig maar veel minder groot. De Raamsloop heeft dan een pH van 6.1 (Afb. 41) en een EGV van 550  $\mu\text{S}/\text{cm}$  terwijl de Reusel een pH heeft van 6.9 en een EGV van 600.

De watergangen die in de zomer nog watervoerend waren hadden over het algemeen een pH waarde van rond de 6.3. Toch is op een enkele plek een pH gemeten die ruim onder de 6 gelegen was. Ook zijn op korte afstand van elkaar verrassend grote verschillen aangetroffen (Afb. 38 & Afb. 41). Zo is in een sloot in het noordwesten van Wellenseind een pH sprong waargenomen van 3.8 in het westen en enkele tientallen meters oostwaarts in dezelfde sloot een pH van 5.6 gemeten. In de sloot groeit ter hoogte van de eerste meting *Potamogeton spp.* en was geen sprake van ijzervorming terwijl bij het tweede puntpunt *Potamogeton* ontbrak en een sterke ijzervorming in de sloot optrad.



**Afb. 38** pH metingen van het oppervlaktewater op Landgoed Wellenseind in de zomer van 2018



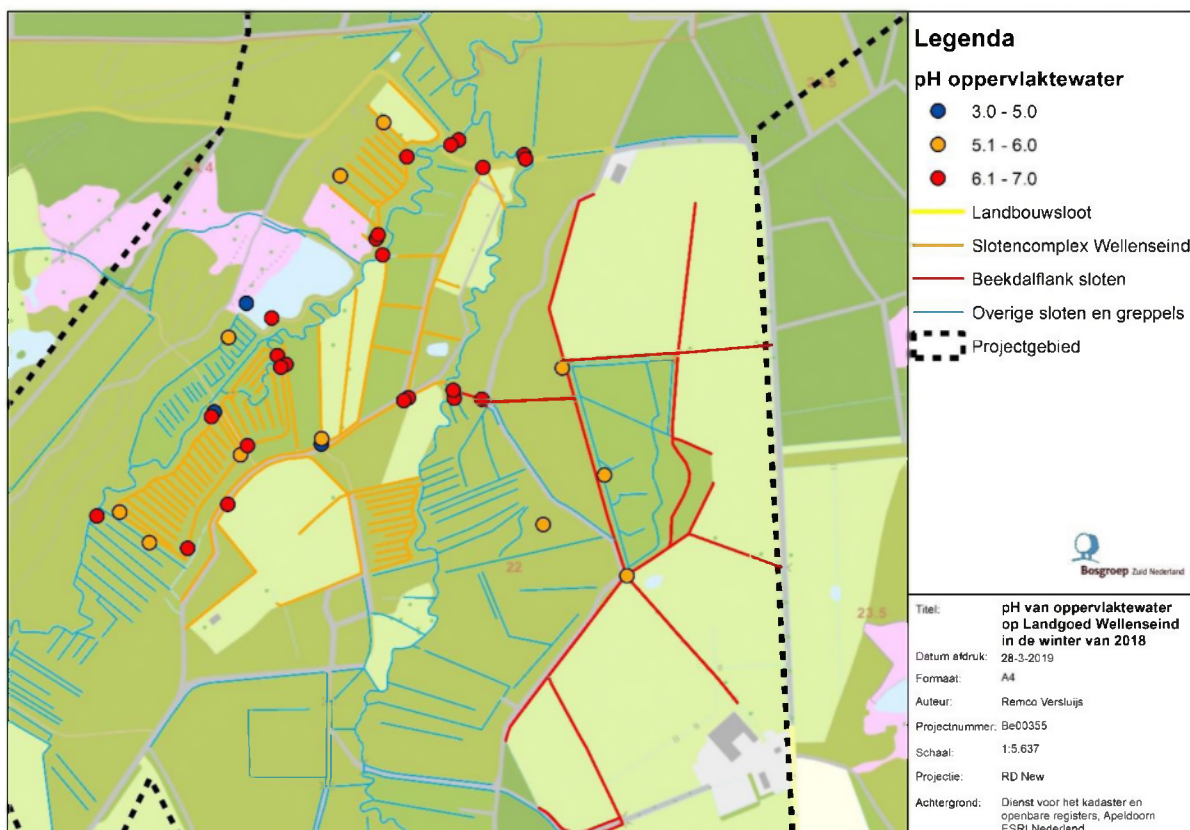
**Afb. 39** EGV metingen van het oppervlaktewater op Landgoed Wellenseind in de zomer van 2018

In de winter zijn dergelijke grote pH verschillen wederom aangetroffen (Afb. 41) In een sloot aan de zuidzijde van de Reusel maar noordelijk van de Raamsloop is een pH gemeten van 6.3 terwijl een klein stukje verder, weliswaar in een andere sloot, een pH is gemeten van slechts 4.9. Beide locaties waren niet dichtgevroren, vertoonden stroming en op de bodem lag een dikke laag ijzerneerslag (Afb. 40). De EGV was op beide locaties nagenoeg hetzelfde.



**Afb. 40** Uittredend ijzerrijk grondwater in de winter op Landgoed Wellenseind

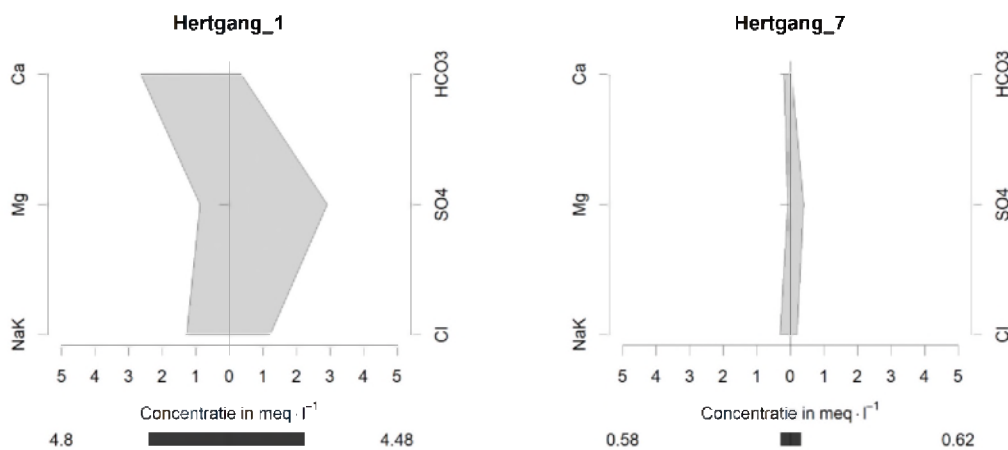
Eenzelfde onderscheid in waterkwaliteit is op de westflank gemeten. De greppels aan de westkant van de Reusel hebben over het algemeen een veel lagere pH en EGV dan in sloten in het centrum van het gebied, hetgeen duidelijk maakt dat er sprake is van verschillende watertypen. Dit verschil is vooral in de winter goed zichtbaar (Afb. 41).



**Afb. 41** pH van het oppervlaktewater in de winter van 2018 op Landgoed Wellenseind

### 3.5.2 Chemie oppervlaktewater

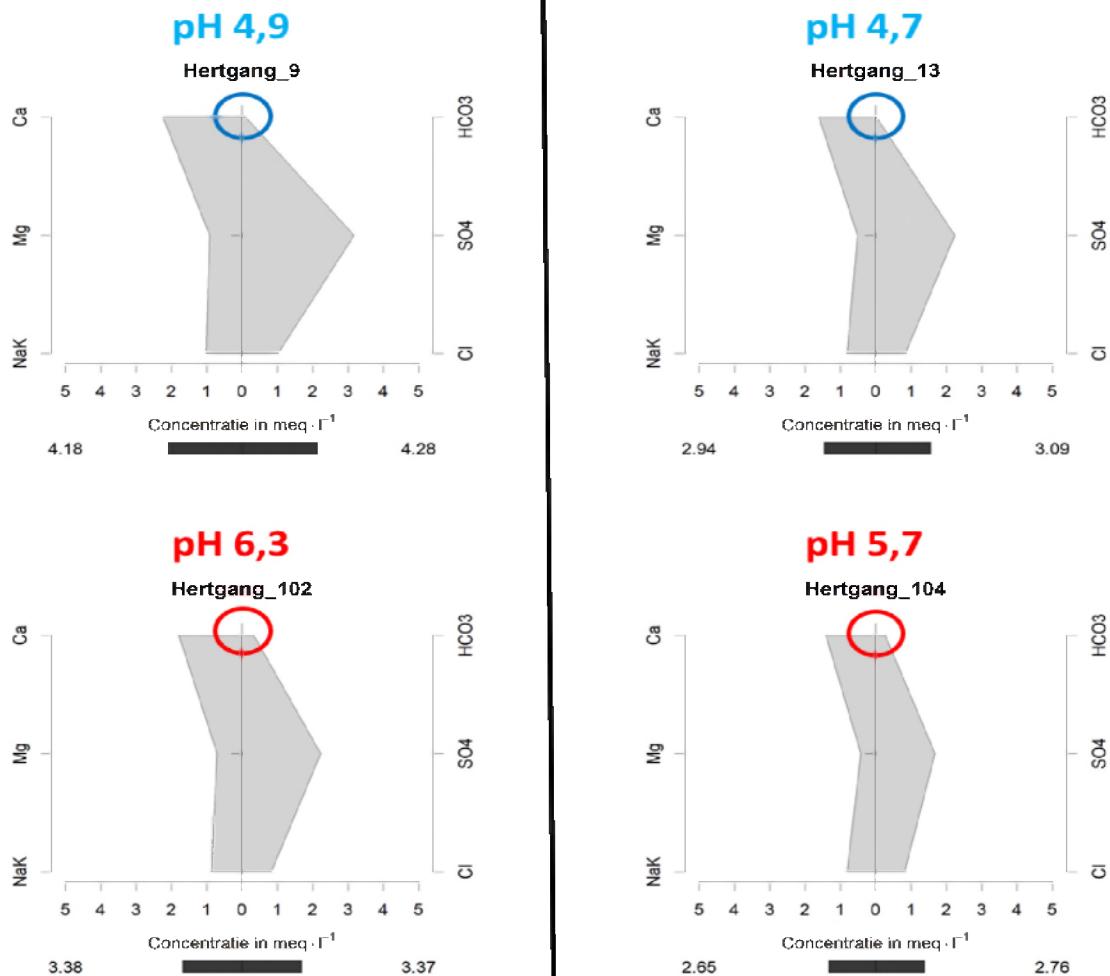
De kwaliteit van het oppervlaktewater is op diverse plekken in het gebied gemeten, in zowel stromende beken en sloten als in stilstaande watergangen en het ven in het westen. Het oppervlaktewater is in vergelijking met het grondwater rijker aan calcium en wordt gedomineerd door zeer hoge concentraties sulfaat, natrium, kalium en chloride (Afb. 42, links). Een dergelijke waterwaterkwaliteit is in het grondwater alleen gevonden in peilbuizen onderin het eerste watervoerende pakket. In diverse watergangen langs de rand van het beekdal is juist basenarm, zuur oppervlaktewater gemeten zoals het grote ven in het westen. De kwaliteit van dit oppervlaktewater lijkt het meeste op de kwaliteit van het ondiepe, basenarme, zure grondwater dat op de beide beekdalflanken is aangetroffen (Afb. 42, rechts).



**Afb. 42** Stiff-diagram van twee oppervlaktewatermonsters op Landgoed Wellenseind waar links een heel baserijk en met sulfaat verontreinigd monster wordt getoond en rechts een heel zuur, basenarm oppervlaktewater monster staat afgebeeld.

In de kwaliteit van het oppervlaktewater zijn lokaal grote verschillen aangetroffen in de pH waarde, zowel ruimtelijk als in de tijd (zie paragraaf 3.6.1). Afgaande op de pH waarden, die verschillen van 4.7 tot 6.5, zou je verwachten dat er sprake is van lokaal, basenarm grondwater en regionaal, zwak gebufferd grondwater. Wanneer we de stiff-diagrammen van deze plekken aanschouwen, valt echter op dat er maar heel weinig verschil zit tussen de verschillende metingen (Afb. 43). Het oppervlaktewater is in elke meting kalkhoudend, bevat veel sulfaat, natrium, kalium en chloride. Wat opvalt, is dat naast een sterke pH sprong, de buffercapaciteit van het oppervlaktewater tussen de zure en zwak zure metingen enigszins verschillen. Uit voorgaande paragraaf hebben we gezien dat het ondiepe grondwater alleen in een zeer smalle zone in het centrum van het beekdal zwak gebufferd is met vergelijkbare

hoge calcium concentraties als hier in het oppervlaktewater is aangetroffen. Het verschil in pH is te verklaren door de concentratie bicarbonaat ( $\text{HCO}_3^-$ ), welke op de plekken met een lage pH waarde ligt tussen 20-100 micromol/liter en op plekken met een hoge pH waarde ligt tussen 270 – 325 micromol/liter. We weten ook dat het ondiepe grondwater in het centrum van het beekdal een buffercapaciteit heeft van 0.6 – 0.9 mEq/l en bicarbonaatconcentratie van 600 – 900 micromol/liter. Bij het in maaiveld uit treden van dit grondwater reageert het calciumbicarbonaat met de aanwezige zure  $\text{H}^+$  ionen in de nagenoeg stilstaande watergangen. Deze watergangen hebben gedurende het grootste deel van de zomer droog gelegen waardoor oxidatieprocessen zijn opgetreden en de veenbodem is gemineraliseerd. Beide processen zijn zuur genererend. Het basenrijkere, bicarbonaatrijke grondwater reikt vanaf het begin van de winter weer tot in maaiveld en reageert in de watergangen met de sterk verzuurde bovengrond. Hierdoor verdwijnt het bicarbonaat uit het oppervlaktewater en daalt de pH en buffercapaciteit maar blijft de calciumconcentratie nagenoeg gelijk. Ook valt op dat de sulfaatconcentraties tijdens de eerste meting steeds hoger lag dan tijdens de tweede meting (Afb. 43).



**Afb. 43** Vergelijking van de waterkwaliteit in het oppervlaktewater op twee locaties waarop op twee verschillende momenten een watermonster is genomen (blauw najaar en rood in de winter).

In de winter wordt sulfaat onder anaërobe condities door sulfaatreducerende bacteriën gereduceerd tot waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S) wat kan ontwijken naar de atmosfeer of wordt gereduceerd tot sulfide (S<sup>2-</sup>) dat kan oplossen in het bodemvocht. In de winter was op enkele plekken bij het hakken van een wak in het ijs een sterke rotte eieren geur van het waterstofsulfide te ruiken, hertgeen dit proces ondersteunt. Bij de reductie van sulfaat wordt netto buffercapaciteit geproduceerd: naast het sulfide wordt ook (bi)carbonaat gevormd en wordt tevens organisch materiaal afgebroken, waarbij behalve fosfaat ook ammonium kan vrijkomen in het bodemvocht.

Sulfide dat vrijkomt bij de reductie van sulfaat kan vervolgens reageren met gereduceerd ijzer tot ijzersulfiden. Als gevolg van een verhoogde sulfaatbelasting vindt onder anaërobe condities een sterke ophoping van ijzersulfide (FeS) en pyriet (FeS<sub>2</sub>) plaats in de bodem.

Wanneer in een watergang veel ijzergebonden fosfaten voorkomen kan dit leiden tot mobilisatie van fosfaat. Indien er onvoldoende ijzer in de bodem of via het grondwater aanwezig is om het gevormde sulfide te binden, kan het sulfide ophopen in het bodemvocht. Sulfide is extreem giftig voor vele wortelende waterplanten en voor in de bodem levende dieren.

In de zomer verlopen de hierboven beschreven processen in omgekeerde richting. Dat gebeurt bij een hoge redoxpotentiaal wanneer de watergangen droogvallen. Dan wordt de bodem aërobie en oxideert sulfide tot sulfaat en worden de ijzersulfiden geoxideerd tot ijzer(hydr)oxides en sulfaat. Bij deze reactie worden waterstofionen gevormd die tot verzuring van de bodem leiden.

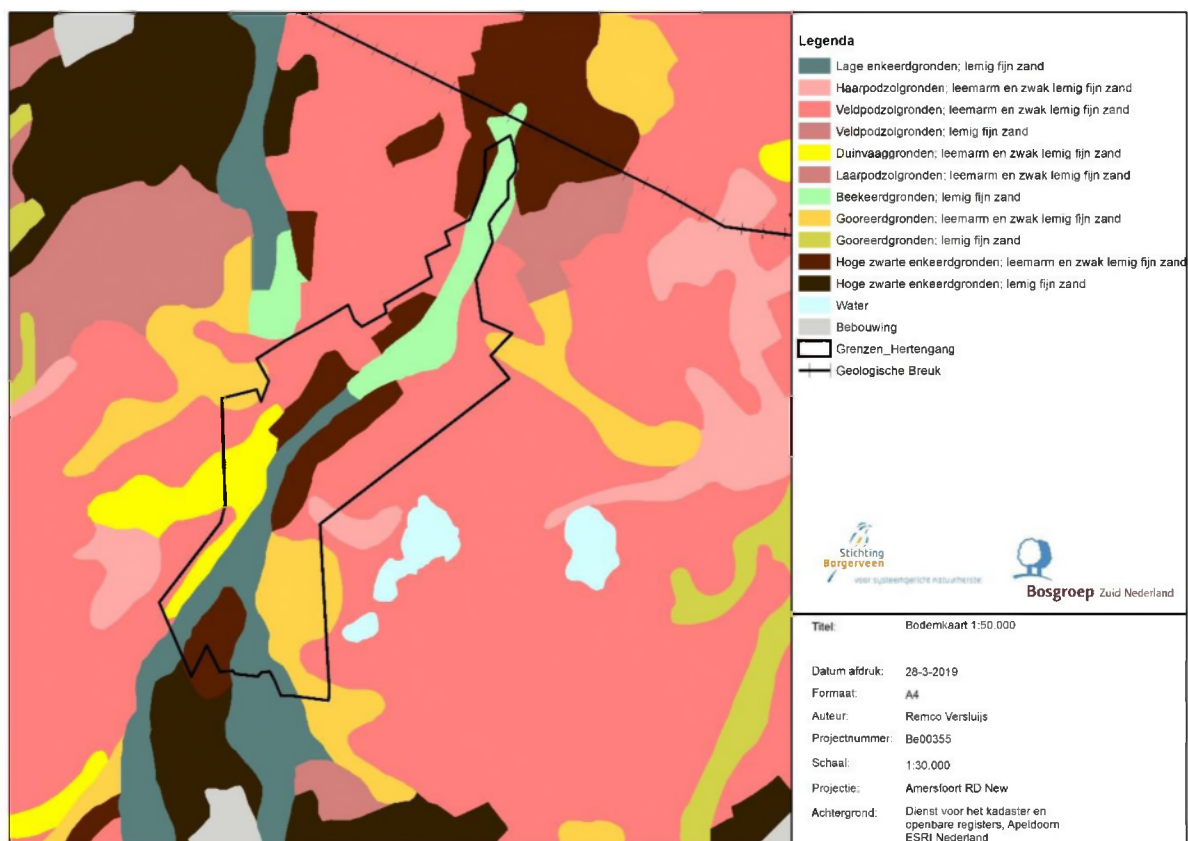
Wanneer in het najaar de watergangen weer watervoerend worden door de aanvoer van zwak zuur, basenarm tot baserijk grondwater, worden de bufferstoffen (bicarbonaat) uit het grondwater volledig gebruikt voor de neutralisatie van de in de zomer gegenereerde zuren. Daardoor is op sommige locaties zuur, kalkrijk grondwater gemeten. Het bicarbonaat is immers de sterkste base en is hoofdzakelijk verantwoordelijk voor de hoge pH-waarde. Dit proces treedt echter vooral op in watergangen waarin een bepaalde mate van doorstroming optreedt. Het bicarbonaat verdwijnt daarbij in eerste instantie uit het oppervlaktewater maar wordt door de permanente aanvoer van grondwater aangevuld en leidt uiteindelijk tot een geleidelijke stijging van de pH. Uiteindelijk, bij voldoende doorstroming, zal de pH stabiliseren en kan de waterkwaliteit langzaam de kwaliteit van het grondwater benaderen.

Echter, doordat in de winter de beken buiten hun oevers treden krijgen de slotencomplexen in het beekdal te maken met de aanvoer van zeer sulfaatrijk oppervlaktewater waardoor de sulfaatreductie extra wordt versterkt. Onder het huidige waterregime wordt daardoor zowel in de winter als de zomer veenbodem afgebroken onder respectievelijk anaërobie en aerobe condities. Hierbij komen grote hoeveelheden voedingsstoffen vrij en is fosfaat in betrekkelijk hoge concentraties aanwezig (1.17 – 12.22 micromol/liter). Het voor de planten beschikbare Ortho-Fosfaat is overal laag met minder dan 0.72 micromol/liter. Waarschijnlijk zorgt het ijzerrijke karakter van het grondwater voor voldoende vastlegging van ijzersulfide en calcium gaat eveneens een verbinding aan met fosfaat (calciumfosfaat). Hierdoor is de voor planten direct beschikbare fosfaat relatief laag.

## 3.6 Bodem

### 3.6.1 Bodemkaart 1:50.000

Volgens de bodemkaart 1:50.000 wordt het beekdal van de Reusel, en daarmee ook het projectgebied, gekenmerkt door “lemige lage enkeerdgronden (Afb. 44, EZg23t, blauwe kleur). Enkeerdgronden zijn oude bouwlanden, die vanaf de late Middeleeuwen zijn ontstaan door het opbrengen van mest vanuit de potstal. De mest werd vermengd met plaggen die gestoken werden op de omliggende woeste gronden, zoals heiden, bossen en beekdalen. Dergelijke gronden zijn eerst ontstaan op de hogere gedeelten en worden geclassificeerd als hoge enkeerdgronden. Op de bodemkaart van het projectgebied zijn deze gronden te herkennen aan de donkerbruine en bruinzwarte kleuren in figuur Afb. 44 Door het eeuwenlang opbrengen van plaggen met mest zijn dergelijke voormalige akkergronden gemakkelijk te herkennen door hun hoge ligging in het landschap. Op de hoogtekartaart zijn de oude landbouwgronden langs het beekdal van de Reusel goed terug te zien (Afb. 45)

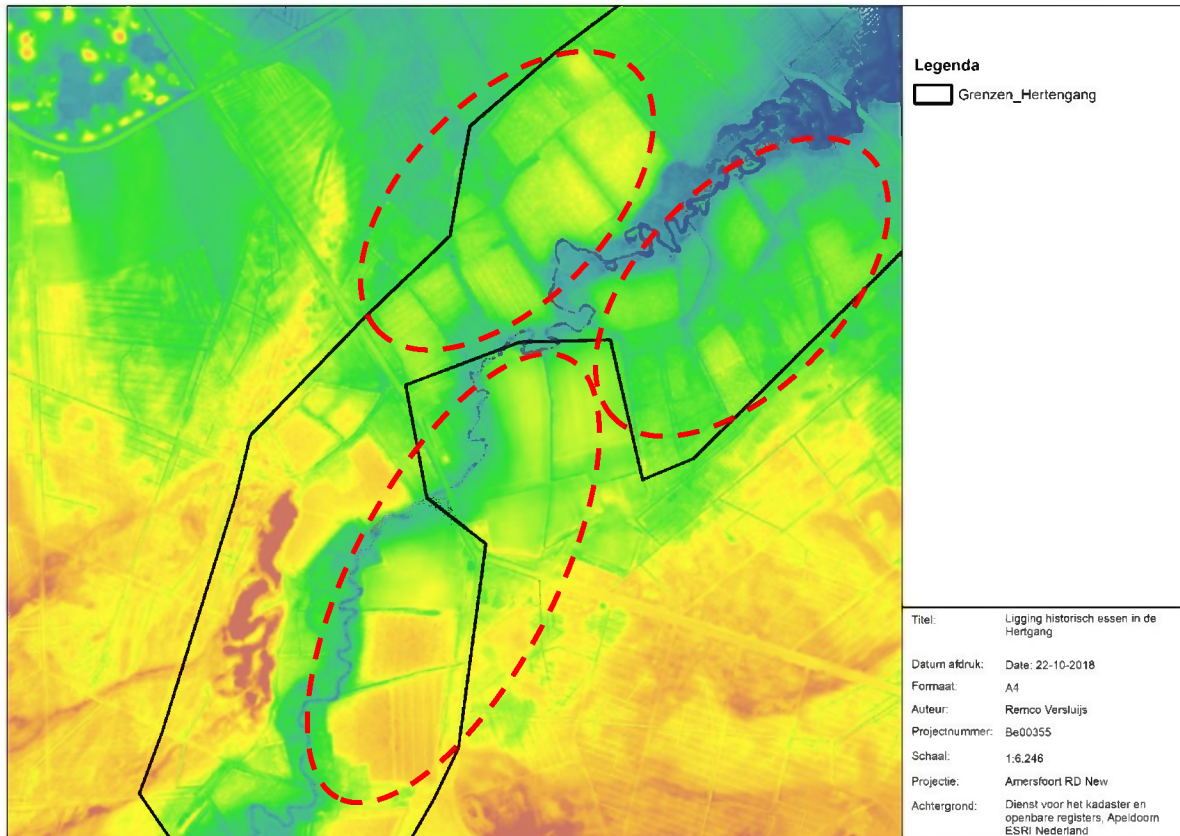


**Afb. 44** Bodemkaart van Landgoed Wellenseind en de Hertgang van 1:50.000

Later heeft men de landbouwgronden langs het beekdal verder uitgebreid tot in de lagere gedeelten. Daar komt het onderscheidt tussen hoge en lage enkeerdgronden vandaan. Lage

enkeerdgronden zijn veelal van latere oorsprong dan de hoge enkeerdgronden. Omdat de nieuwe landbouwgronden in de nattere gebieden een hoge grondwaterspiegel kenden, werden ze aanzienlijk opgehoogd met plaggen. Zo ontstonden in zeer korte tijdlandbouwgronden die niet alleen werden aangelegd met de functie van bemesting, maar vooral ook om de minder toegankelijke gronden geschikt te maken als hoogwaardig grasland. Op de bodemkaart is goed te zien dat op meerdere locaties de lage enkeerdgronden (blauw) grenzen aan de hoge zwarte enkeerdgronden (Bruin en bruinzwart). Tijdens het veldwerk is op enkele plekken op Landgoed Wellenseind een 50 cm dikke zandlaag aangetroffen op de oorspronkelijke veenbodem. Deze gronden zijn waarschijnlijk opgehoogd met plaggen uit het beekdal.

Vanaf de versmalling bij Dun gaat de bodem in het beekdal over in beekkeerdgronden (Afb. 44). Beekkeerdgronden worden gevormd op plekken met een constante aanvoer van baserijk grondwater dat zorgt voor continu gebufferde, zwak zure tot neutrale omstandigheden. Door licht wisselende grondwaterstanden wordt ijzer afgezet in de eerste 50 cm van de bodem. De toevoeging 23 duidt erop dat we hier te maken hebben met leemhoudend fijn zand (ten Cate et al. 1995).



**Afb. 45** De voormalige akkers zijn op de hoogtekaart goed herkenbaar aan de hoge ligging in het landschap

Verder is te zien dat de oostflank van het beekdal op Landgoed Wellenseind bestaat uit leemarme tot zwak lemige gooreerdgronden (Afb. 44). Ze zijn ontstaan in nattere, lager gelegen delen in het Pleistocene zandlandschap, zoals afvoerloze laagten en overgangen van beekdalen naar hogere gronden waar basenarm grondwater vanaf het aangrenzende zandlandschap toestroomt. Gooreerdgronden vormen een overgang tussen eerdgronden en podzolgronden. De ligging van deze gronden in het landschap heeft overeenkomsten met die van de veldpodzolgronden, welke in de omgeving van de Hertgang dominant zijn.

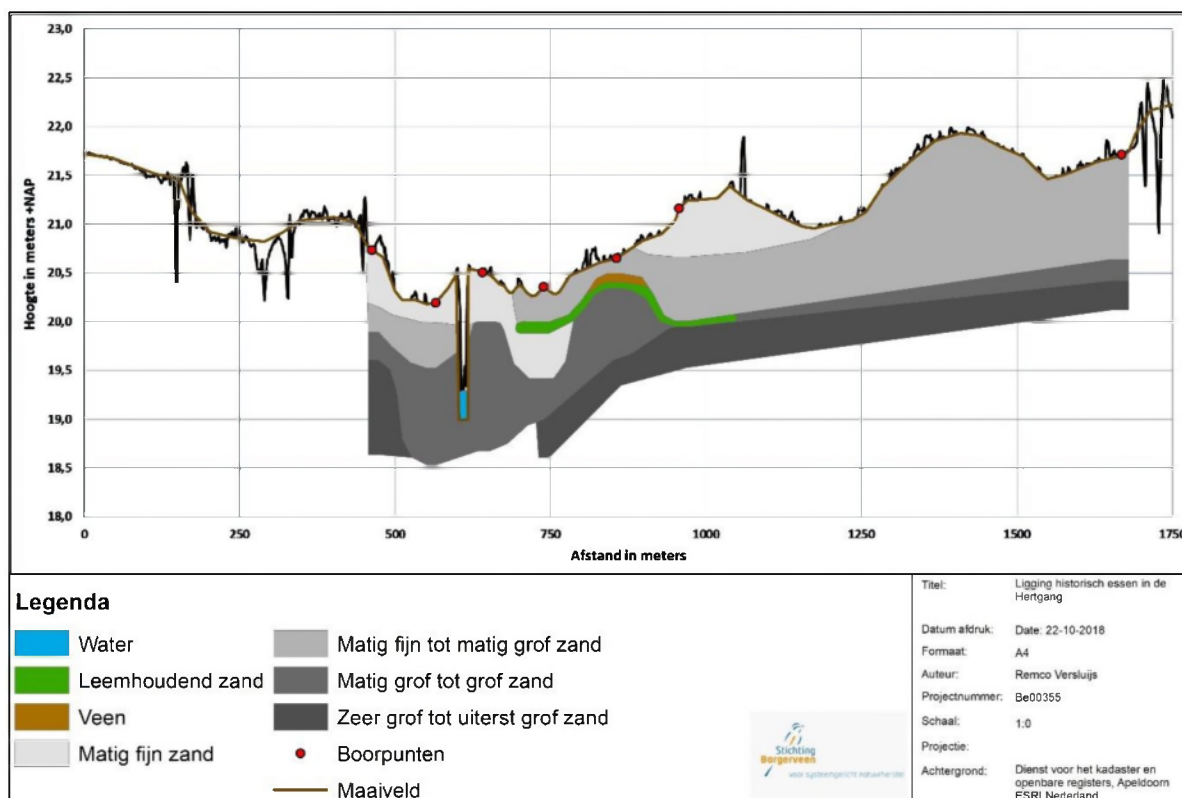
Veldpodzolen zijn de meest voorkomende podzolgronden in Nederland. Ze worden veel aangetroffen in jonge heideontginningen, gebieden die tot eind de 19e - begin 20e eeuw met heide waren bedekt (de *woeste gronden*). De veldpodzolgronden liggen in lagere delen, zoals afvoerloze laagten en op lage ruggen met relatief hoge grondwaterstanden. Op hogere plaatsen worden ze alleen gevonden als daar tijdens het proces van bodemvorming hoge grondwaterstanden heersten zoals op dekzandruggen die vroeger in het veen hebben gelegen. Hier betreffen het vochtige tot natte heidegronden op de omliggende dekzandruggen (Afb. 44).

### 3.6.2 Bodemraaien

Tijdens het veldwerk op Landgoed Wellenseind en de Hertgang zijn op enkele raaien dwars door het beekdal bodemboringen uitgevoerd (paragraaf 2.1). De resultaten zijn verwerkt in dwarsdoorsneden en worden in deze paragraaf gepresenteerd en besproken.

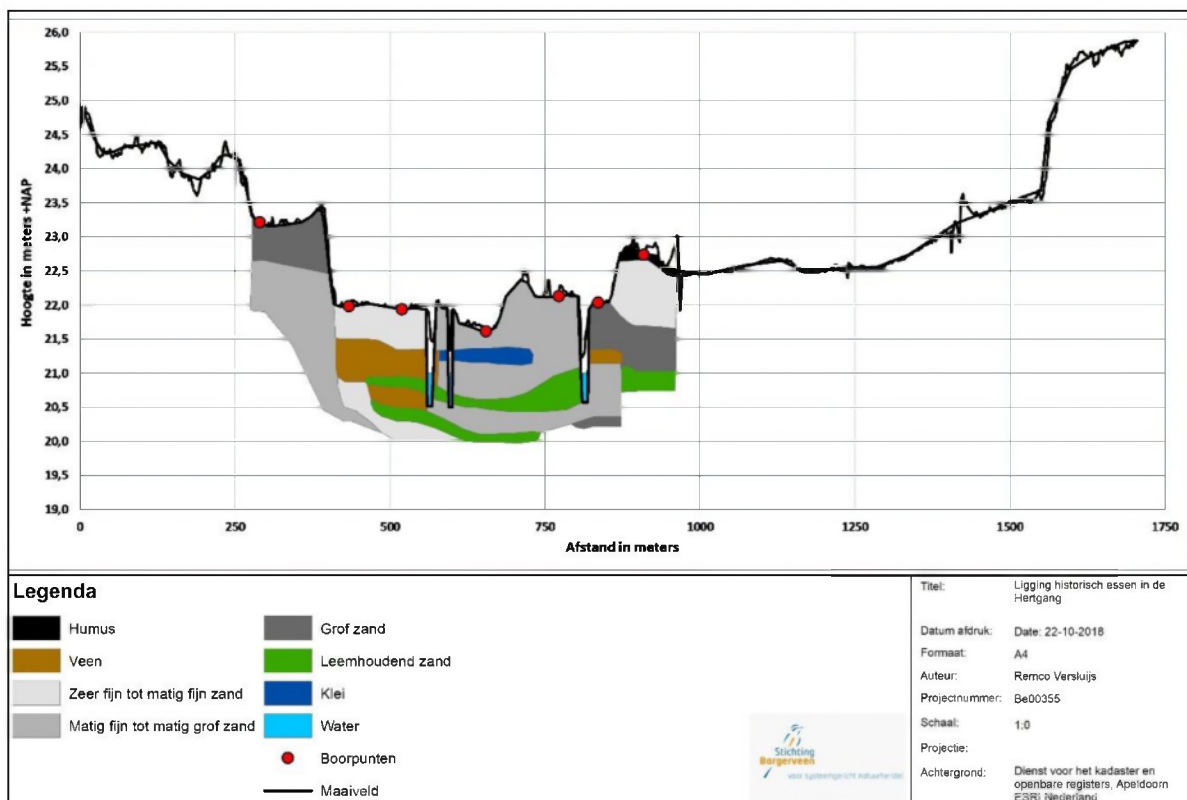
Ten noorden van de versmalling bij Dun is een dwarsdoorsnede gemaakt in het beekdal van de Hertgang precies op de plek waar het dal wat breder is (Afb. 46). De bodem bestaat hier uit een deklaag van matig fijn zand tot matig grof zand. Daaronder is een dunne laag met matig grof tot grof zand gelegen welke al snel overgaat in een zeer grofzandige tot uiterst grofzandige, sterk grindhoudende bodemlaag. Het zand is zwak tot hooguit matig siltig. Op enkele locaties is op geringe diepte een dunne, sterk leemhoudende zandlaag van enkele centimeters aangetroffen. Bij boring 3 is zelfs een dun veenlaagje aangetroffen bestaande uit zeer sterk veraard veen.

Op 2.80 meter onder maaiveld is tijdens het plaatsen van de peilbuizen een 1.80 meter dikke kleilaag aangetroffen. Onder de kleilaag gaat de bodem over in een sterk siltige, zeer fijnzandige grondsoort.



Afb. 46 Dwarsdoorsnede in de Hertgang met de bodemopbouw

Op landgoed Wellenseind zijn twee dwarsraaien gemaakt en verwerkt tot dwarsdoorsneden. De eerste is gelegen in het noorden van het landgoed (Afb. 47) In het gebied zijn overwegend matig fijn tot matig grofzandige bodemtypen aangetroffen. Op de oostelijke beekdalflank is zeer fijn tot matig fijn zand in maaiveld gelegen. Dat geldt ook voor het westelijke deel van het beekdal zelf. Hier is een laag van ongeveer 50 cm zeer fijn tot matig fijn zand gelegen bovenop een bijna 1 meter dik veenpakket. Deze fijnzandige bodemlaag is hier op onnatuurlijke wijze op het veen opgebracht als onderdeel van het potstalsysteem om het gebied op te hogen voor gebruik als hoog productief grasland. Op de westflank ligt vervolgens heel grofzandig materiaal in maaiveld.

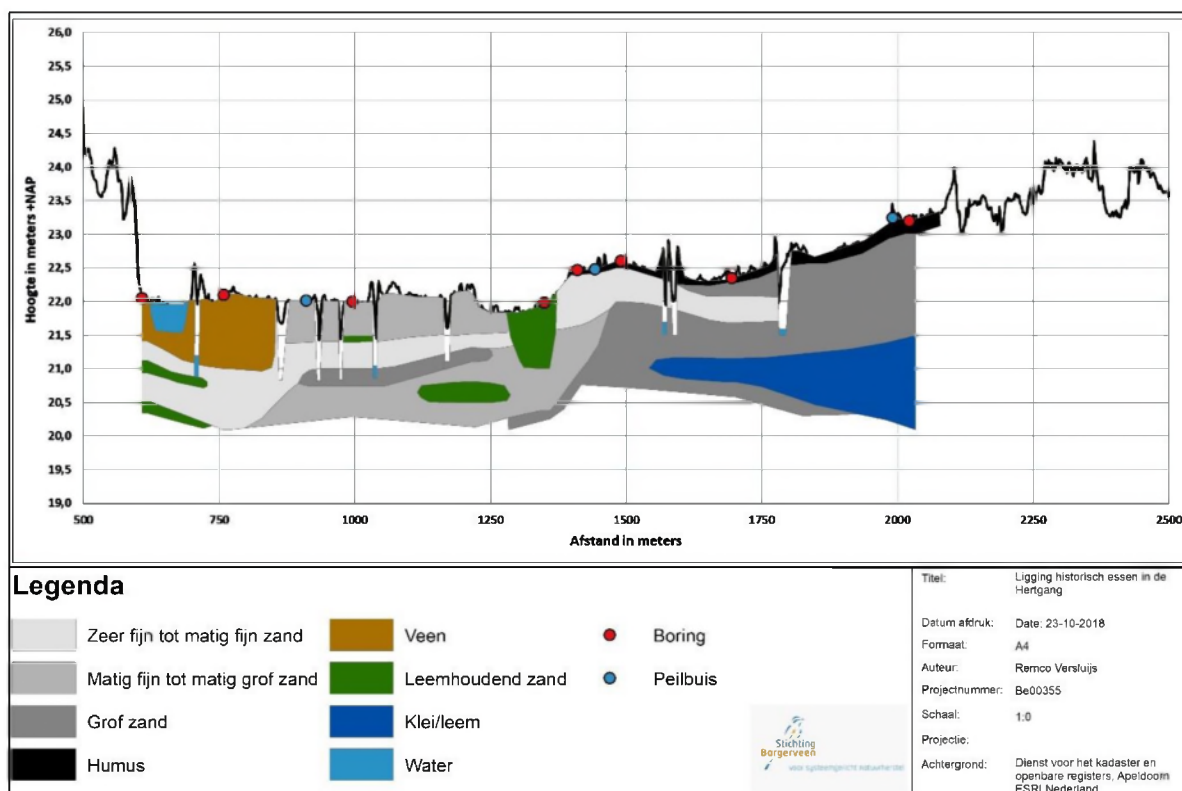


**Afb. 47** Dwarsdoorsnede op Landgoed Wellenseind gelegen in het noorden van het gebied

Op diverse diepten zijn dunne, sterk leemhoudende zandlagen aangetroffen. Deze leemhoudende leemlagen en dunne kleilagen zijn hier afgezet in een periode met hoge grondwaterstanden onder invloed van de beken. In het westen is een aanzienlijk veenpakket gelegen. Door de diepe sloten en lage grondwaterstanden in de zomer is het veen sterk veraard. Op de overgang naar de zandondergrond, in dit geval de sterk leemhoudende zandlaag, zijn resten van holpijp en zwarte els gevonden. Dit duidt op een open water verlanding onder basenrijkere condities. Waarschijnlijk is dit de hoofdgeul van de smeltwatergeul geweest waarin zich een primaire verlanding heeft plaatsgevonden via een

vegetatie bestaande uit holpijp, waterdriblad en wateraardbei. Vooral in de zone met sterk leemhoudend materiaal is over de volle breedte veel houtresten gevonden, zowel elzenhout als lichtere houtsoorten zoals berken en wellicht naaldbomen.

In het centrum van Landgoed Wellenseind is de tweede dwarsdoorsnede gelegen (Afb. 48). Uit de bodemboring wordt duidelijk dat er sprake is van een driedeling in grofheid van het zandpakket. In het westen zijn matig tot sterk siltige, zeer fijne tot matig fijne zanden dominant, in het centrum betreffen het hoofdzakelijk matig siltige, matig fijnzandige bodems terwijl in het oosten juist overwegend zwak siltige, grove zanden aanwezig zijn. Wederom zijn verspreid enkele dunnere lagen sterk leemhoudend zand aangetroffen. In het oosten in een ruim 1 meter dikke kleilaag aanwezig. Onder de kleilaag bestaat de bodem uit sterk siltige, zeer fijnzandig materiaal.



**Afb. 48** Dwarsdoorsnede op Landgoed Wellenseind in het centrum van het gebied

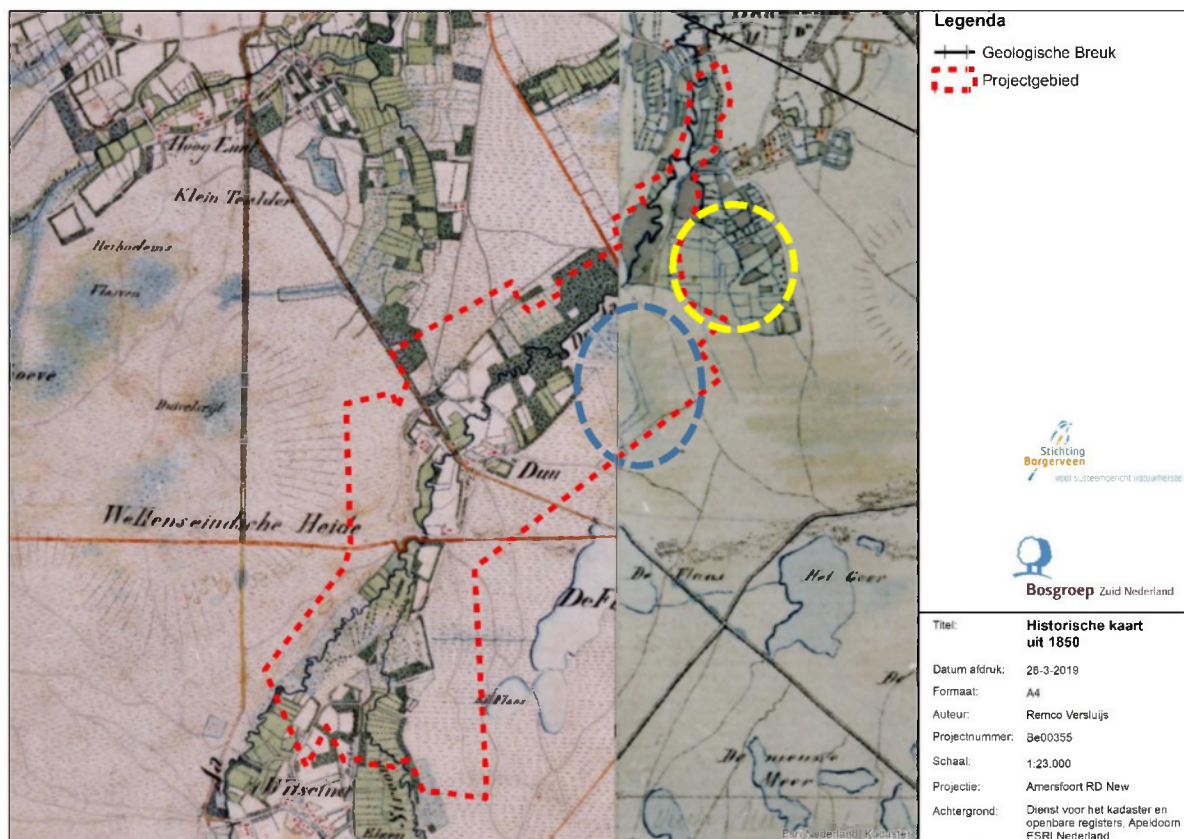
Langs de westflank van het beekdal is wederom een dik veenpakket aangetroffen. Ook hier geldt dat door de ontwatering het veen zeer sterk veraard is waardoor weinig herkenbare plantenresten over zijn gebleven. Op enkele plekken is op grotere diepte wederom holpijp aangetroffen. Een klein stukje zuidelijker van waar deze doorsnede is gelegen, is tijdens een boring aan de westzijde van de Reusel in het veenpakket, een goed bewaard gebleven

veenprofiel gevonden. Het veen is in de uiterst westelijke rand begonnen als een gagelmoeras met dominantie van pijpenstrootje. Vervolgens is het overgegaan in een meer open landschap waarin heide dominant was. Vermoedelijk is het een veenmosrijke natte heide geweest met onder andere Veldrus. Tussen de herkenbare heideresten zijn bovendien bladeren van vermoedelijk zwarte els gevonden. Tenslotte heeft het veen zich door verdere ophoping van organisch materiaal door ontwikkeld tot een levend hoogveen. Er is namelijk een goed bewaard gebleven laag met veenmosveen gevonden met grofbladige veenmossen zoals *Sphagnum papillosum* of *S. magallanicum*. De bovenste 40 cm van het veenprofiel was wederom sterk veraard. Bovenstaande maakt duidelijk dat er zich langs de rand van het beekdal een hoogveen heeft gevormd vanuit een zure, natte laagte die gevoed werd door basenarm, lateraal stromend grondwater. Via een veenmosrijke natte heide heeft het systeem zich uitgebouwd tot een hoogveen. Het ven is volledig in het veen gegraven evenals de Reusel.

Het veenpakket bevindt zich over de volle lengte van het westelijke Reuseldal. Tot aan de zuidgrens van het gebied is veen aanwezig tot een dikte van maar liefst 2.60 meter. In het beekdal van de Raamsloop is op enkele dunnen veenlaagjes na geen veen van betekenis aanwezig. Dit duidt erop dat ten tijde van de veenvorming het westelijke Reuseldal permanent watervoerend was met heel stabiele grondwaterstanden en er sprake was van een scherpe grens tussen het basenarme hoogveen en een basenrijk verlandingsveen.

## 4 Historische ontwikkeling

Op de historische kaart van 1850 is te zien hoe het beekdal van de Reusel in een uitgestrekt landschap van heiden is gelegen (Afb. 49). Op de dekzandruggen aan weerszijden van het beekdal zijn uitgestrekte heidevelden gelegen die bestonden uit zowel droge als natte heide. De vennen De Flaes en Het Goor zijn op de kaart ingetekend. Over de Mispelindsche Heide liep een weg tussen de beide vennen door via Dun door het beekdal van de Reusel. Ter plaatse van Dun lag een doorwaadbare plek in het beekdal waar de herders met hun schapen doorheen trokken om van heide naar heide te trekken. De naam “Hertgang” komt van Herd- of haardgang. Waar de herder met de gemeenschappelijke kudde naar de weidegronden trok. Ook wel voor een perceel waar de kudde tijdelijk beweid werd nabij het gehucht. Dat Dun een herdgang had betekende wel dat het enige status had.



Afb. 49 Historische kaart van het gehele projectgebied uit 1850

Het gebied bij Dun ten noorden van Koeverde is nooit echt als hooiland in gebruik geweest. De gronden liggen hier hoger en waren geschikt voor akkerbouw. Ten noorden van Dun heeft vanaf 1850 altijd een smalle strook met bos rond de beek gelegen (Afb. 49). Verder van de beek zijn nog wel natte woeste gronden te herkennen die overgaan in droge heide hoger op de helling. Op de zuidoost flank van het beekdal is tussen de Mispelindsche heide en de Hertgang nog een natte heide gebied getekend (Afb. 49, blauwe cirkel). Het gebied ten noordoosten van de Hertgang was in deze tijd al in gebruik als hooilandcomplex (Afb. 49, gele cirkel).

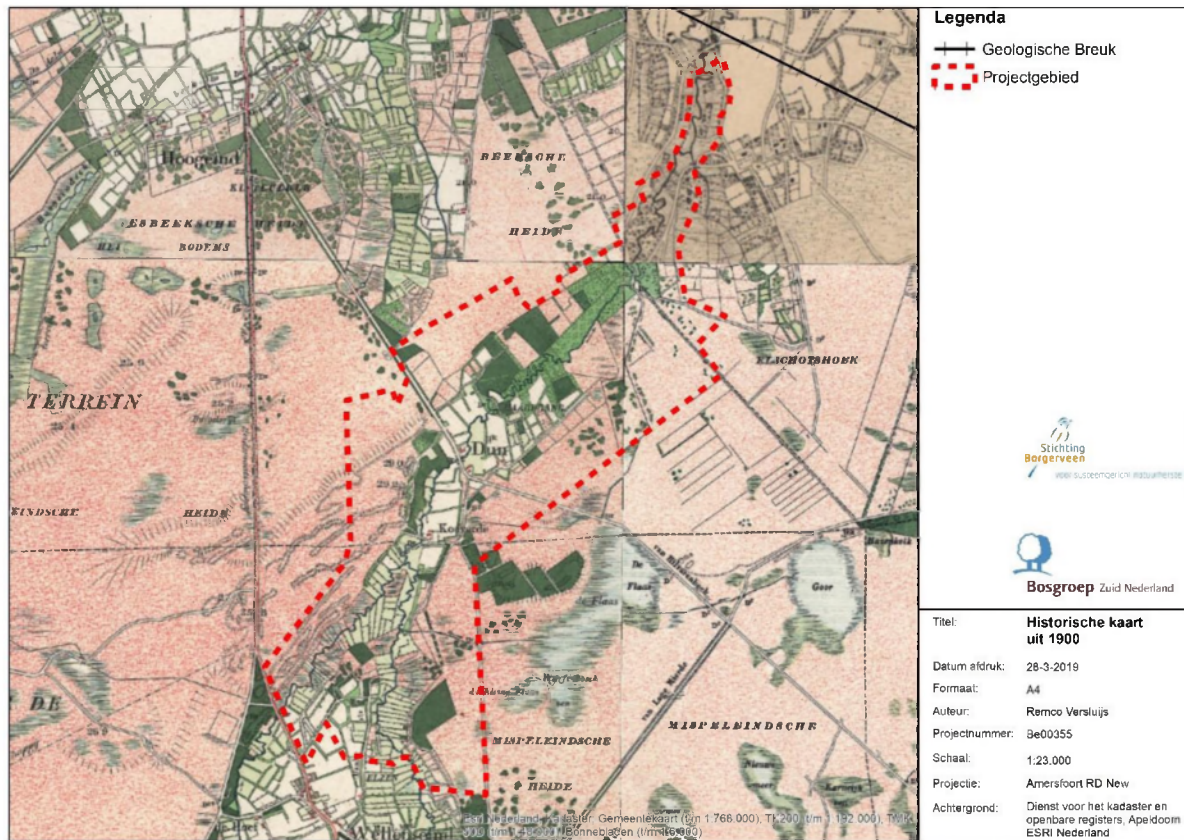
Al op de historische kaart van 1850 zijn grote delen van het beekdal van Wellenseind in gebruik als hooiland (Afb. 50). Alleen langs de randen van het beekdal waren houtwallen gelegen, mogelijk dienden deze om het voedselarme, zure heidewater vanaf de beekdalflank op te vangen en via een greppel af te voeren. Er lijkt op de westflank sprake te zijn van een bevoeiingssysteem. Helemaal in het zuiden werd het beekwater via een rechte greppel opgeleid en een heel stuk noordelijk weer aangesloten op de beek. Hier is mogelijk geprobeerd de zuurdere heidegronden op de beekdalflank te bevoeien. Op andere plekken zijn vergelijkbare systemen te herkennen met één inlaatpunt, één aflatpunt en greppels rond de percelen. Door smalle percelen te handhaven omsloten door slootjes kon het beekwater zijdelings de hooilanden intrekken en hoefde er niet bevoeid te worden, daarvoor zijn namelijk onvoldoende aanwijzingen. Tegelijkertijd werden de percelen opgehoogd met plaggen om wateroverlast te verminderen.

Wat op de historische kaart uit 1850 ook duidelijk wordt, is dat in een brede zone in het centrum van het Landgoed, wel perceelgrenzen zijn ingetekend met houtwallen, maar tegelijkertijd lijken deze niet als hooiland te zijn gebruikt (Afb. 50). Mogelijk waren deze gronden te nat om als hooiland te gebruiken.



Afb. 50 Detail uitsnede van Landgoed Wellenseind in 1850

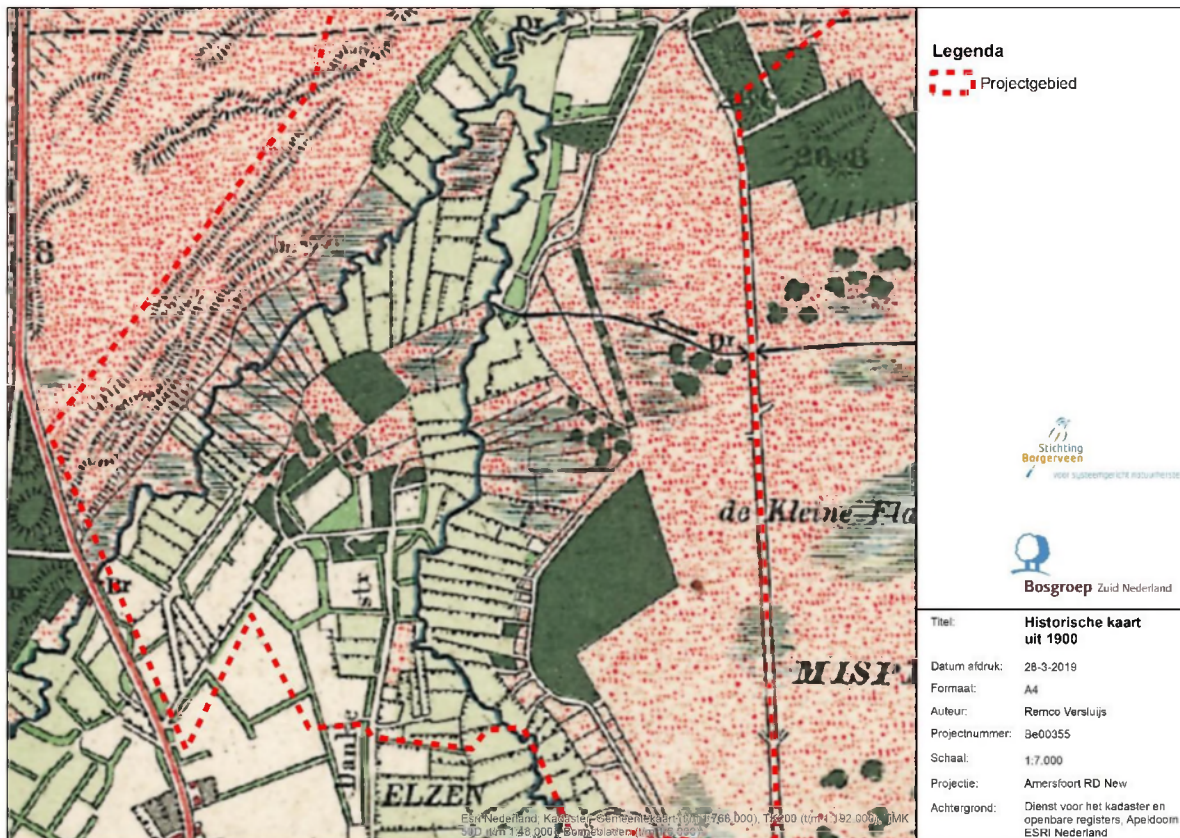
Op de historische kaart uit 1900 is te zien dat er nog altijd op grote schaal heidevelden gelegen zijn rondom het beekdal van de Reusel en de Raamsloop (Afb. 51). Wel zijn er in de tussentijd op meerdere plekken slotenstelsels aangelegd om de natte heiden te ontwateren. Zo is vanaf de Flaes een watergang gegraven in noordelijke richting, naar het beekdal van de Hertgang. Maar ook naar het westen naar het beekdal van Wellenseind. De beide watergangen moesten waarschijnlijk als overloop dienen voor het vennencomplex om wateroverlast in omliggende gebieden te verminderen. Al op de historische kaart van 1850 was er een verbinding gegraven tussen de Flaes en het Goor, deze is in 1900 nog altijd aanwezig.



**Afb. 51** Historische kaart van het gehele projectgebied uit 1900

Ook op de kaart van 1900 is het landgebruik in de Hertgang niet drastisch veranderd (Afb. 52). Er is nog altijd sprake van bossen rond de beek die op de flanken over gaan in het heidelandschap. Maar ook in het beekdal van Landgoed Wellenseind is in de tussenliggende periode niet veel veranderd.

Op hoofdlijnen is er weinig veranderd aan het landgebruik op Landgoed Wellenseind, deze bestaat hoofdzakelijk uit hooilandbeheer. De hooilanden waren smal, omringd met greppels of slootjes en voorzien van een bomerij. Het oppervlak hooiland is in vergelijking met 1850 iets toegenomen ten koste van de woeste gronden in het centrum (Afb. 50 & Afb. 52). Maar nog altijd zijn er gebieden die wel verkaveld zijn maar nog als woeste grond op de kaart staan afgebeeld. Kennelijk waren deze nog altijd te nat om te ontginnen.



**Afb. 52** Detailuitsnede van Landgoed Wellenseind omstreeks 1900

Rond 1915 werd Landgoed Wellenseind gesticht door de Goirlese textielabrikant Harry van Puijenbroek met de aankoop van 32ha van de gemeente, die bestond uit heide, moeras en woeste grond (stuifzand) en een deel van beide oevers van de Reusel. Zijn doel was hier een jachthuis te bouwen voor permanente bewoning. De gemeente ging hier echter niet mee akkoord, vandaar dat gekozen werd voor een 'boerderij' met niet-permanente bewoning. Na de Eerste Wereldoorlog is Landgoed Wellenseind uitgebreid met 130ha Mispelende Heide. In 1928 is de oorspronkelijke langgevelboerderij verbouwd tot permanente woning.

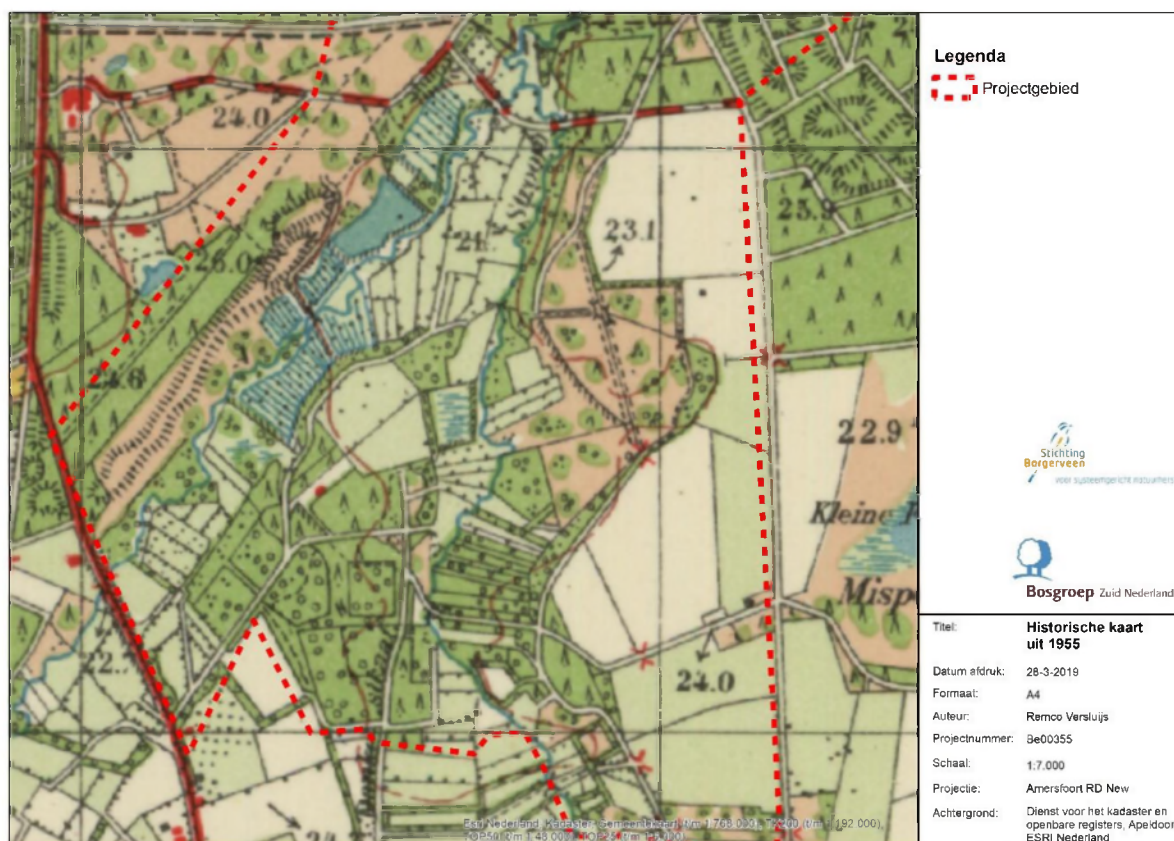
De landheer heeft de heidevelden verder ontgonnen, bossen aangeplant, het gebied aantrekkelijk gemaakt voor de jacht en geëxperimenteerd met de waterhuishouding in de beekdalen. Zo is de heide die in 1894 nog volop aanwezig was aan weerszijden van de beken in 1934 gedeeltelijk bebost, vooral ten zuiden van de tuin van de boerderij, waar veel grove den is aangeplant. Ten noorden en oosten van de boerderij bleef een stuk heide behouden. Ook de percelen ten zuiden, westen en oosten van de schaapskooi zijn bebost. Direct om de schaapskooi werd grove den aangeplant met daar omheen hakhout. Deze bossen dienen voor de productie, maar ook om het bezit aantrekkelijker te maken voor de jacht. Door de aanwezige hoogteverschillen, de variatie in de beplanting en de afwisseling in

natte en droge delen kreeg het landgoed een grote landschappelijke verscheidenheid en had al goede uitgangspunten voor een gevarieerd wildaanbod. Hij liet verder op grote schaal rododendrons planten, die het wild het hele jaar door beschutting geven. Ten westen van de Reusel is een vijver gegraven om waterwild naar het landgoed te lokken.

Begin jaren '30 heeft Van Puienbroek uitgebreide waterwerken laten aanleggen in het gebied (Afb. 53). Grotendeels heeft hij voortgebouwd op de al aanwezige ontginningspatronen. Vooral daar waar nog woeste gronden aanwezig waren omdat ze waarschijnlijk te laag in het landschap gelegen waren en daardoor te nat, heeft hij ontgonnen. Zowel langs de Reusel als langs de Raamsloop zijn – loodrecht op de beek – blokken smalle strookvormige percelen aangelegd, gescheiden door sloten. De grond uit de sloten is op de percelen gebracht, zodat dit flauwe ruggetjes zijn geworden, 'rabatten'. Aan de koppen van de percelen bevinden zich doorgaande sloten die min of meer evenwijdig aan de beek lopen, waardoor de systemen niet rechtstreeks in contact staan met het water uit de beken. Bovendien zijn de blokken omgeven door een hogere wal. Door kleine betonnen stuwtejes kon men beekwater inlaten en de waterhoogte regelen. Op de kaart van 1930 is te zien dat Van Puienbroek heeft ingezet op de ontginning van de laatste stukken woeste grond (Afb. 53). Door hoge aarden wallen rondom aan te leggen en een dicht netwerk aan sloten binnen de blokken te graven was het mogelijk de waterstanden goed te regelen en konden ook deze terreinen in gebruik genomen worden. De blokken hadden een in- en uitlaatpunt om beekwater in en uit te laten.



**Afb. 53** Vermoedelijke situatie van Wellenseind omstreeks 1930 met daarop aangegeven de werkzaamheden die Van Puijenbroek heeft laten uitvoeren, zoals aanleg van de eendenvijver en een deel van de rabatten, en het aanplanten van verschillende bospercelen. Lila:



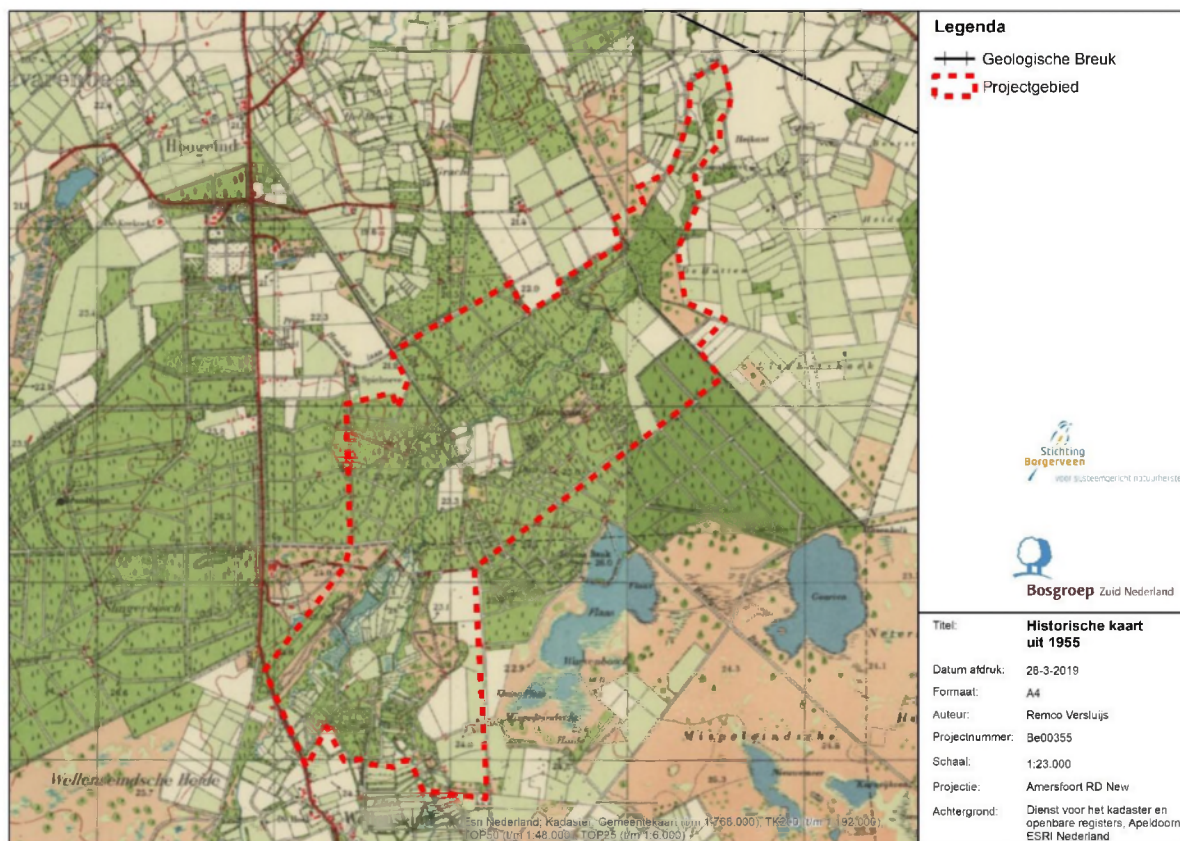
**Afb. 54** Landgoed Wellenseind omstreeks 1955

Veel van de hooilanden zijn in de daaropvolgende decennia verlaten en omgezet naar bos. Zelfs de door Van Puijenbroek aangelegde hooilanden zijn uiteindelijk bebost geraakt. Op de kaart van 1955 zijn de door Van Puijenbroek aangelegde rabattensystemen goed herkenbaar en nog in gebruik als open hooiland (Afb. 54). Maar ook deze gebieden zijn langzamerhand uit gebruik geraakt en het aandeel bos nam in de hierop volgende decennia steeds verder toe. Slechts een enkel glaslandperceel is ook tegenwoordig nog in gebruik als grasland (Afb. 55 & Afb. 56).

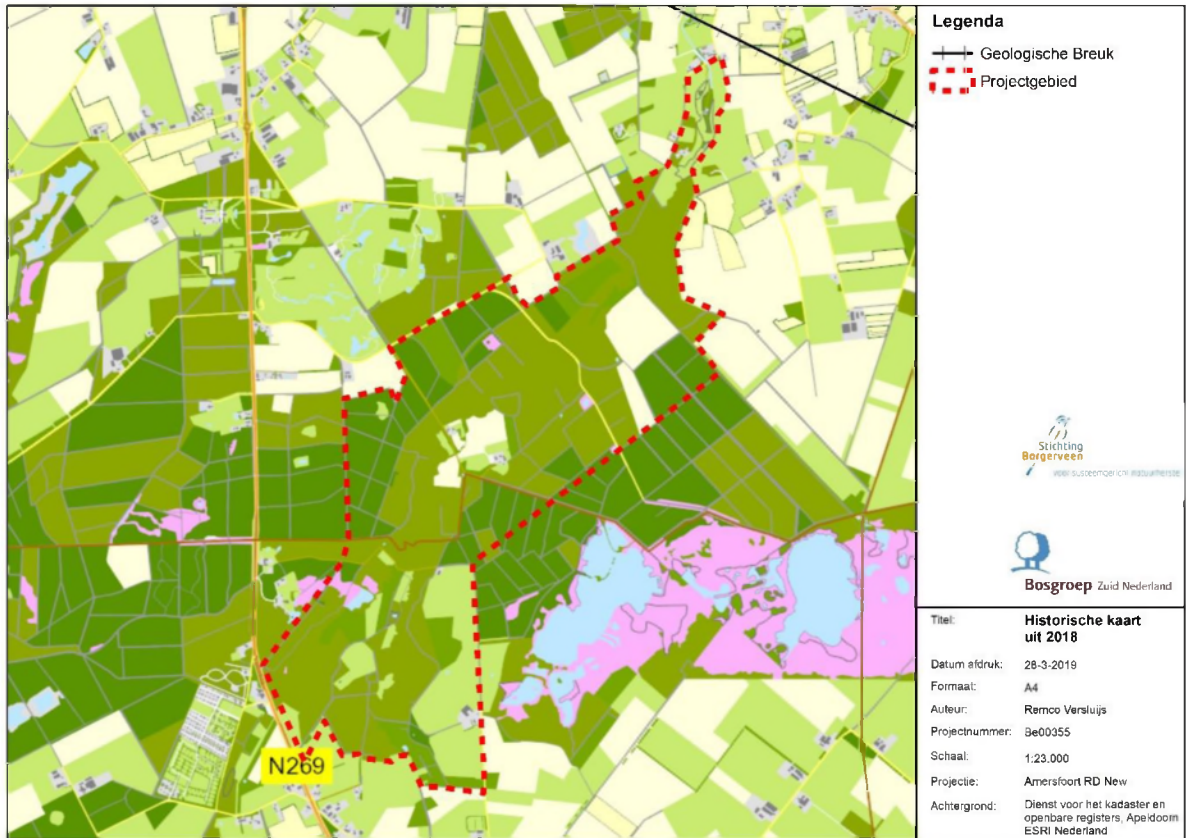
Ook het omliggende land is in de voorgaande periode, tussen 1900 – 1955, sterk aan veranderingen onderhevig geweest. Grote delen van de vroegere heidevelden zijn ontgonnen en omgezet naar agrarisch landgebruik. Op Landgoed de Utrecht en Landgoed Wellenseind zijn nog altijd grote oppervlakten bos aanwezig (Afb. 55).

Op de huidige topografische kaart zijn de bossen op de beide landgoederen nog altijd aanwezig. Het aandeel heide is nog verder teruggebracht ten gunste van de landbouw. Op Landgoed Wellenseind zijn ook de laatste hooilanden omgevormd naar bos. Alleen op de

oostelijke beekdalflank zijn de open landbouwgronden nog altijd in gebruik, echter nu hoofdzakelijk nog als grasland (Afb. 56).



Afb. 55 Historische kaart van het gehele projectgebied uit 1955



**Afb. 56** Topografische kaart van het gehele projectgebied uit 2018

## 5 Vegetatie, Flora en Fauna

### 5.1 Florakartering

In totaal zijn 87 soorten gekarteerd: 58 soorten van bossen, 6 exoten en 23 soorten van overige plantengemeenschappen (zie bijlage 1). Deze laatste zijn vooral aangetroffen in een heideterreintje op Landgoed Wellenseind aan de rand van het beekdal. Dit betreft een gradiënt waar droge heide via vochtige heide, heischrale graslanden overgaat in kleine zeggemoeras en een hoogveen in het beekdal. Deze overgang is relatief jong – ongeveer 10 jaar geleden is er een strook bos gekapt tussen het ven en de droge heide –, maar desondanks heeft zich in deze korte tijd een soortenrijke vegetatie kunnen ontwikkelen.

Van de gekarteerde soorten zijn 14 die behoren tot de rode lijst van vaatplanten (Sparrus et al., 2014) en 4 typische soorten voor twee habitattypen (zie tabel 2). Het gros van deze soorten komt niet voor in de habitattypen van de bossen, maar juist op eerder genoemde heide gradiënt. De HR-soort Drijvende waterweegbree is op een viertal plekken gevonden in het zuidelijk deel in zowel de Raamsloop als de Reusel. Een aantal meer zeldzame soorten, die hier recentelijk nog voorkwamen, zijn niet aangetroffen. Het betreft Fraai hertshooi (*Hypericum pulchrum*), Echte guldenroede (*Solidago virgaurea*) Moerasviooltje (*Viola palustris*), Grondsterretje (*Illecebrum verticillatum*), Klimopwaterranonkel (*Ranunculus hederaceus*), Lelietje van Dalen (*Convallaria majalis*) en Loos blaasjeskruid (*Utricularia australis*).

Tabel 2: In het onderzoeksgebied aangetroffen plantensoorten van de Rode lijst en Typische soorten van boshabitattypen waarvoor het gebied is aangewezen.

NED_NAAM	WET_NAAM	GEMEENSCHAP	RL	TS N2K
Dubbelloof	Blechnum spicant	Quercion	GE	
Wateraardbei	Comarum palustris	Vennen	GE	
Kleine zonnedauw	Drosera intermedia	Natte heiden	GE	
Vlottende bies	Eleogiton fluitans	Vennen	KW	
Dwergviltkruid	Filago minima	Droge heiden	GE	
Stekelbrem	Genista anglica	Droge heiden	GE	
Kruipbrem	Genista pilosa	Droge heiden	KW	
Moerashertshooi	Hypericum elodes	Vennen	KW	
Jeneverbes	Juniperus communis	Droge heiden	GE	
Kussentjesmos	Leucobryum glaucum	Quercion		H9190

<b>Drijvende waterweegbree</b>	Luronium natans	Beken	KW
<b>Moeraswolfsklauw</b>	Lycopodiella inundata	Natte heiden	KW
<b>Dalkruid</b>	Maianthemum bifolium	Quercion	H9120
<b>Hengel</b>	Melampyrum pratense	Quercion	H9190
<b>Wilde gagel</b>	Myrica gale	Betulion	KW
<b>Gewone salomonszegel</b>	Polygonatum multiflorum	Quercion	H9120
<b>Bruine snavelbies</b>	Rhynchospora fusca	Natte heiden	GE
<b>Klein glidkruid</b>	Scutellaria minor	Betulion/Kleine zeggen	BE

De gekarteerde soorten zijn verdeeld in groepen naar de plantengemeenschappen waarvoor ze kenmerkend zijn. Dit heeft een zestal plantengroepen (tabel 3) opgeleverd die hieronder nader toegelicht worden. Opgemerkt moet worden dat Eiken-haagbeukenbossen en Vogelkers-essenbossen veel soorten gemeenschappelijk hebben. Er is hier gekozen om de meer nitrofiële en vochtminnende soorten te reken tot het Vogelkers-essenbos en andere soorten (vaak minder dynamische milieus) tot het Eiken-haagbeukenbos.

Tabel 3: Overzicht van de plantengemeenschappen die voor de verspreidingsanalyse onderscheiden zijn en het aantal soorten dat per gemeenschap voorkomt in het gebied.

<b>Naam gemeenschap</b>	<b>Naam tabel</b>	<b>Aantal soorten</b>
<b>Berkenbroekbossen</b>	Betulion	10
<b>Elzenbroekbossen</b>	Alnion	13
<b>Vogelkers-essenbossen</b>	Alno-padion	10
<b>Eiken-haagbeukenbossen</b>	Carpinion	13
<b>Voedselarme Beuken-eikenbossen</b>	Quercion	12
<b>Overige gemeenschappen</b>	Vennen, Natte- en Droge heiden, Kleine zeggen en Heischrale graslanden	20
<b>Exoten</b>		6

### 5.1.1 Soorten van bossen

In figuur Afb. 57 is de verspreiding van de bossoorten naar groep weergegeven. Dit levert duidelijke patronen op. In het zuidelijke deel domineren soorten van Elzenbroeken en Vogelkers-essenbossen terwijl in het noordelijke deel meer soorten van het Eiken-haagbeukenbos te vinden zijn. De scheiding ligt bij de versmalling van het beekdal bij de Koeverde. Ten noorden van Dun zijn soorten van Eiken-haagbeukenbossen en Beuken-eikenbossen nog beter vertegenwoordigd. De verspreiding hiervan vertoont een grote overeenkomst met de delen waar op historische kaarten van omstreeks 1840 al bos aanwezig was. Door de relatief hoge ligging ten opzichte van de beek zijn soorten van

Elzenbroeken en Vogelkers-essenbos hier schaars. Hun aanwezigheid markeert vooral oude verlande stroomgeulen van de beek. Op vier plekken springen soorten van het Berkenbroekbos eruit. Het betreft een tweetal smalle zones aan de rand van het beekdal waar zuur grondwater dominant is. Twee andere plekken zijn natte laagten op iets grotere afstand van de beek waar regenwater stagneert.

### 5.1.2 Soorten van overige gemeenschappen

Soorten van andere gemeenschappen dan bossen komen zoals eerder geconstateerd vooral op voor bij de Eendenvijver op Wellenseind (Afb. 58). Het zijn soorten van heiden, vennen, heischrale graslanden en kleine zeggengemeenschappen. Daarnaast zien we ook enkele soorten van vennen verspreid door het gebied opduiken. Het betreft Vlottende bies, Duizendknoopfonteinkruid die naast Waterviolier in (geschoonde) sloten in het Elzenbroekbos op Wellenseind te vinden zijn.

### 5.1.3 Exoten

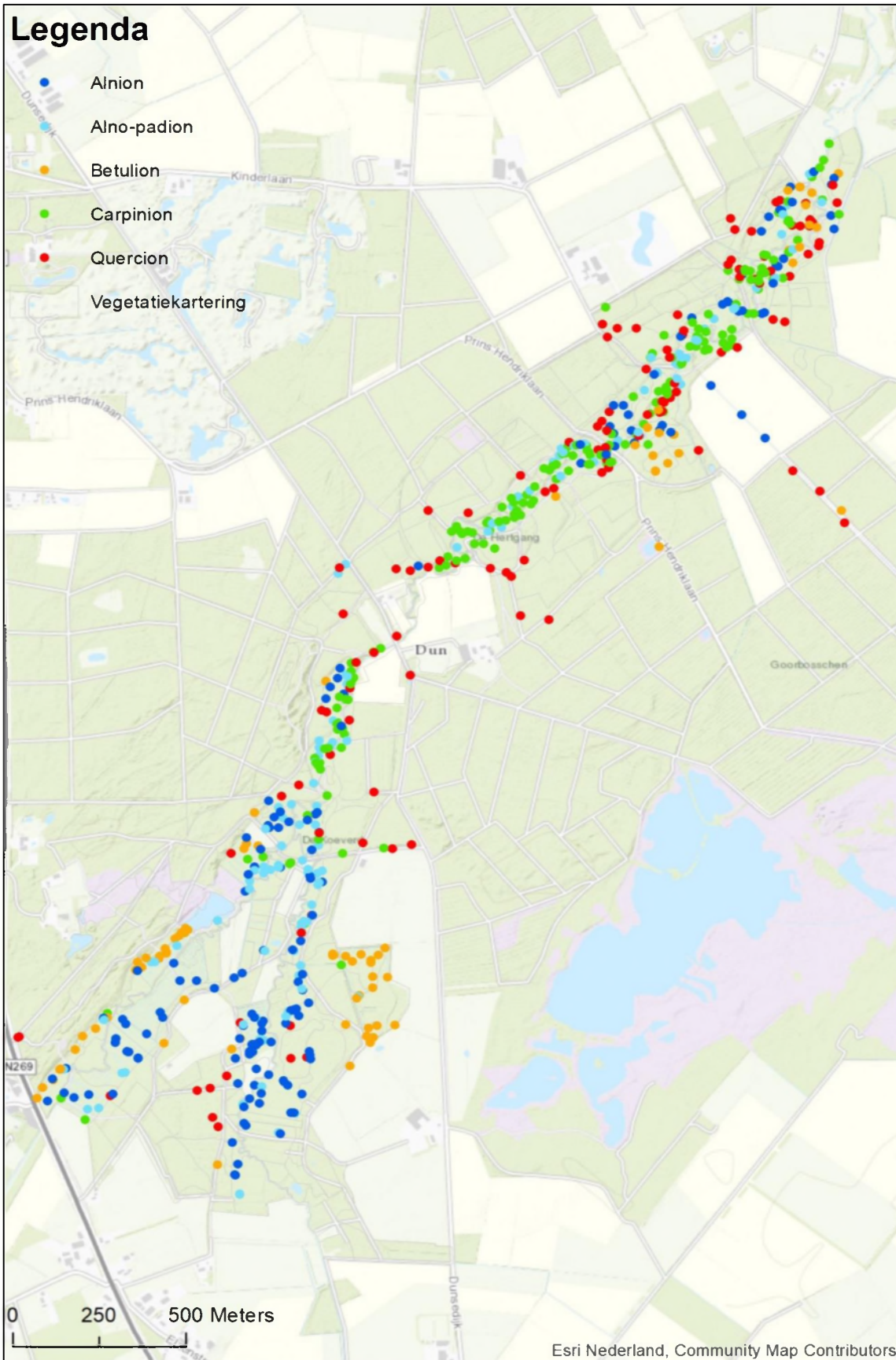
Exoten zijn gekarteerd om een indruk te krijgen van de mate van verspreiding en daarmee de bedreiging die ze vormen voor de habitattypen (Afb. 59). Er is inmiddels begonnen met bestrijding van deze soorten waardoor voor Reuzenbalsemien en deels ook Rododendron de verspreiding niet meer helemaal actueel is. Voor Sachalinse duizendknoop<sup>1</sup> is er nog niet veel veranderd. Ook deze soort wordt sinds twee jaar bestreden maar om hem daadwerkelijk terug te dringen is meer tijd nodig.

Rododendron komt op een aantal plekken in hoge bedekkingen voor. Waar dat het geval is ontbreken andere soorten in de kruid- en struiklaag. Rododendron breidt zich maar heel geleidelijk uit maar verdwijnt niet vanzelf en vormt daarmee een grote bedreiging voor inheemse flora. Hetzelfde geldt voor de Sachalinse duizendknoop die dichte begroeiingen vormt. Sachalinse duizendknoop sterft in de winter bovengronds af en komt in het voorjaar pas in mei geleidelijk tevoorschijn. Aanvankelijk is er daardoor voor de voorjaarsflora nog weinig aan de hand maar naar verloop van tijd blijft er ook een dik pak moeilijk verteerbare stengels op de bodem liggen die wel een probleem voor de bosflora vormt. Van Sachalinse duizendknoop zijn een drietal grotere groeiplaatsen aangetroffen. Op tientallen andere plaatsen weet hij zich te vestigen en begint zich van daar uit te breiden.

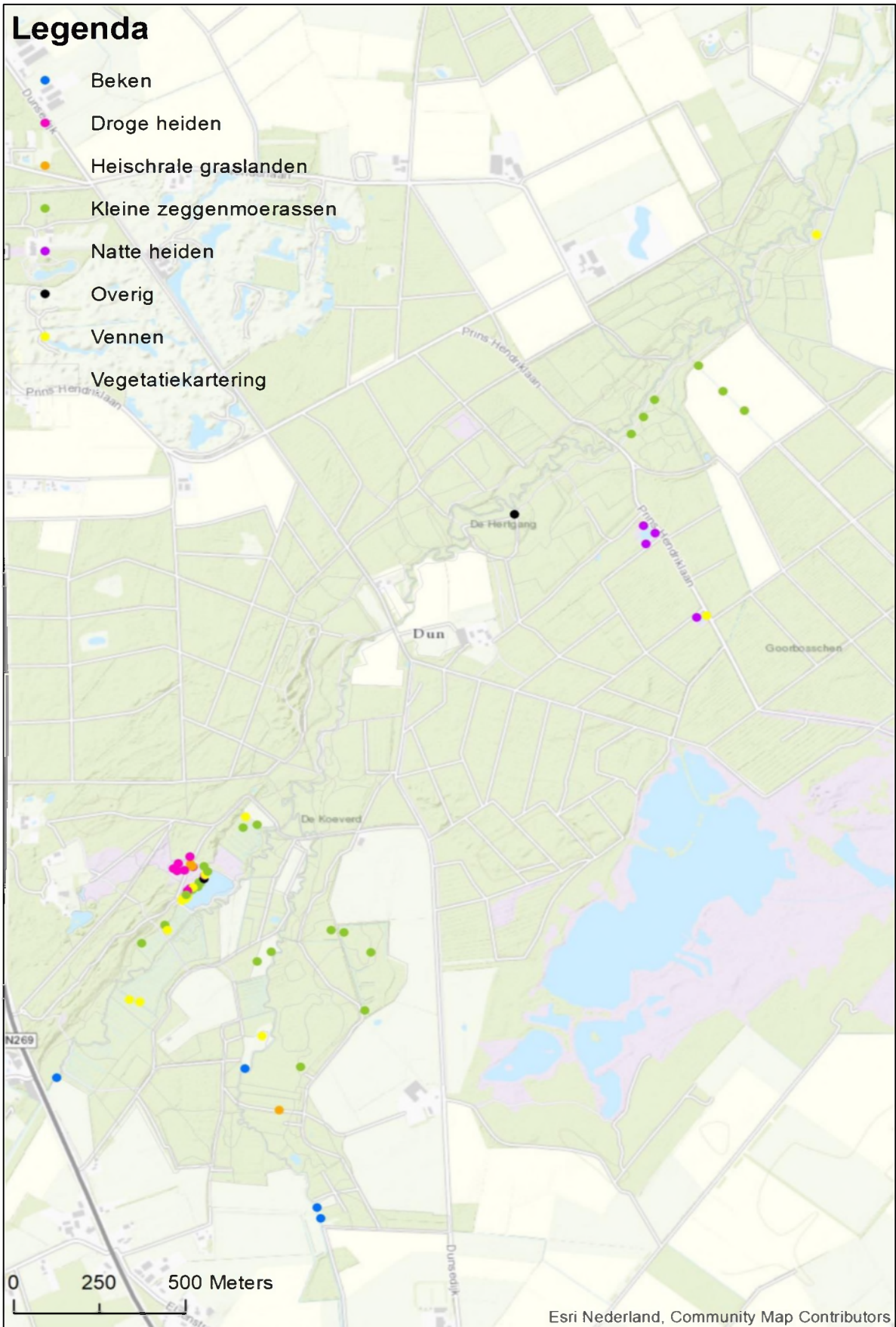
---

<sup>1</sup> Sachalinse duizendknoop is één van de drie in Nederland veel voorkomende Aziatische duizendknopen.

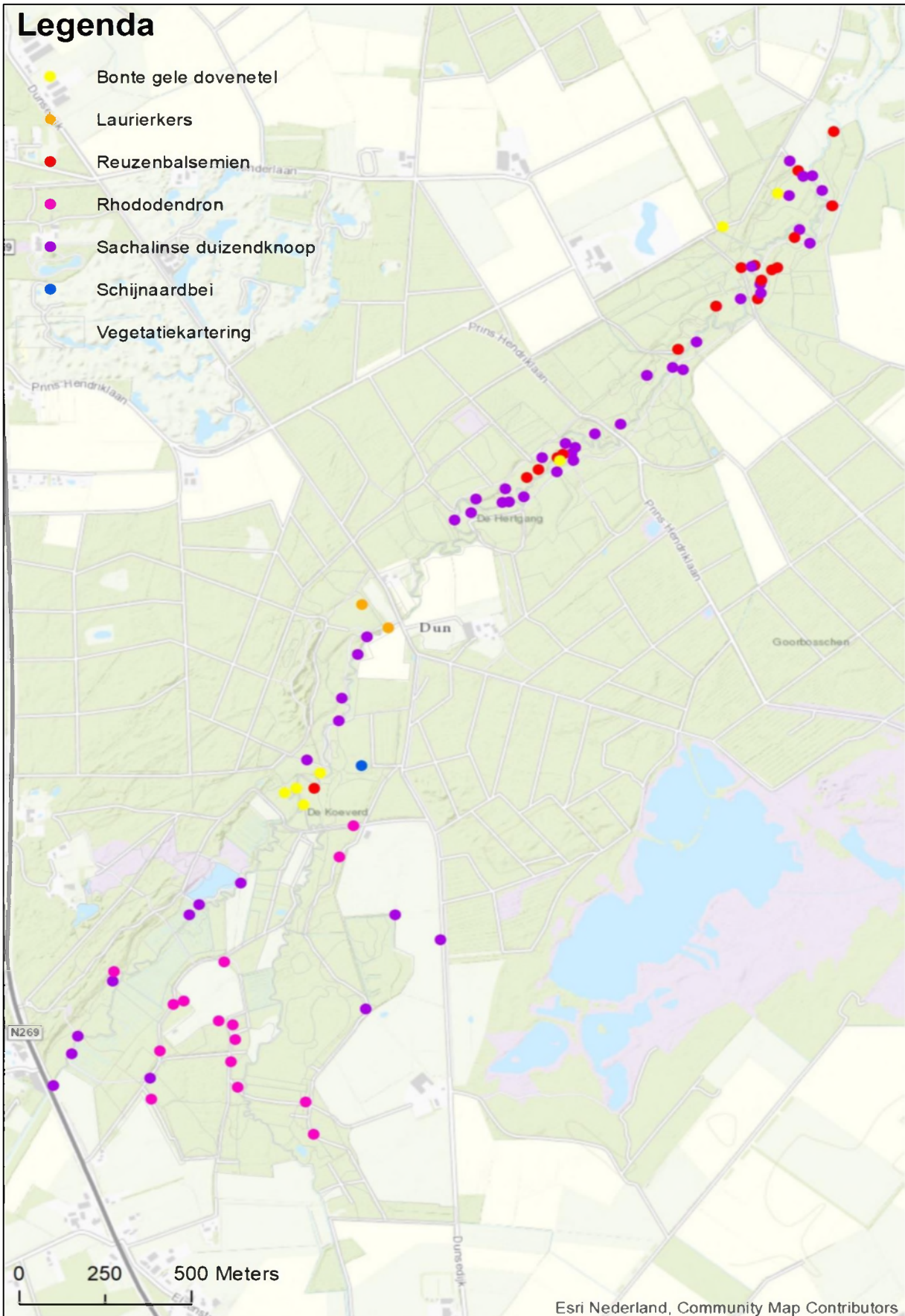
Tijdens het veldwerk in 2018 is tevens op één locatie het invasieve Watercrassula aangetroffen. Het betrof een kleine groeiplek in één van de sloten in het Elzenbroekbos op Wellenseind. Zolang Watercrassula niet gaat domineren is er geen probleem.



Afb. 57 Verspreiding van soorten van bosgemeenschappen



**Afb. 58** Verspreiding van soorten van overige (= niet bos-)plantengemeenschappen



Afb. 59 Verspreiding van exoten

## 5.2 Vegetatie

In totaal is bijna 200 ha van de vegetatie in het onderzoeksgebied gekarteerd. Het betreft bossen en andere gemeenschappen in het beekdal en op de flanken en de hoge rand van het beekdal. In Tabel 4 en afbeelding Afb. 61. Is de kartering uitgewerkt.

### 5.2.1 Bosgemeenschappen in het beekdal van Wellenseind

Elzenbroekbossen zijn hoofdzakelijk op Wellenseind te vinden (Afb. 61). De bossen kenmerken zich hier door een hoge bedekking van Riet, Grote brandnetel en andere nitrofiële soorten. Een deel van deze broekbossen is te rekenen tot “goed” ontwikkelde broekbossen (Elzenzegge-elzenbroekbos). Er komen hier nog verschillende, maar algemene, kenmerkende soorten voor zoals Stijve zegge, Elzenzegge, Zwarte bes, maar ook hier is het aandeel Riet en Grote brandnetel hoog. Meer kritische soorten zoals Gewone dotterbloem, Beekpunge of Moerasandoorn zijn schaars.

Naast Elzenzegge-elzenbroekbos is een groot gedeelte van de vegetatie in het beekdal te karakteriseren als door Grote brandnetel gedomineerde Rompgemeenschappen van Elzenbroekbossen en Vogelkers-essenbossen. Het Vogelkers-essenbos is hier waarschijnlijk een verdroogde vorm van Elzenbroekbos waar soorten die gebonden zijn aan hoge grondwaterstanden in de zomer, uit verdwenen zijn en meer droogteresistente soorten zijn toegenomen. Op de flanken van het beekdal zijn vooral loofbossen met een ondergroei van Pijpenstrootje te vinden met plaatselijk ook nattere typen met veenmossen en Wilde gagel in de ondergroei. Een deel van de flanken is beplant met naaldhout en ook deze behoren veelal tot Rompgemeenschappen van Pijpenstrootje. Een opvallend perceel is een (droog) dennenbos met Adelaarsvaren en Rododendron in het beekdal van de Raamsloop wat omgeven wordt door wilgen- en Elzenbroekbos. Het betreft een zandkopje in venige afzettingen, waar een relatief droog bostype ontwikkeld is.

In het beekdal liggen langs de Reusel en de Raamsloop een drietal rabattensystemen. De sloten en greppels van deze rabattenstelsels zijn te deels typeren als een gemeenschap van Waterviolier en Sterrenkroos. Grote delen zijn echter vegetatieloos door ophoging van blad en (voedselrijk) slib wat door de beek wordt afgezet. De begroeiing op de rabatten zelf is sterk verruigd. Naast Grote brandnetel groeit er veel Pitrus.

### 5.2.2 Bosgemeenschappen in het beekdal van de Hertgang

Ten noorden van de Koeverde ligt een smal lint van beekbegeleidende bossen langs de Reusel (Afb. 61). In het deel tussen Koeverde en Dun betreffen het vooral Vogelkers-essenbossen waar braam en soms Pijpenstrootje overheerst. Ten noorden van Dun komen beter ontwikkelde Vogelkers-essenbossen waarin verschillende oud bos indicatoren als Bosanemoon, Grote muur en Bleeksporig bosviooltje in opvallend hoge bedekkingen voorkomen. Verder naar het noorden ook Eiken-haagbeukenbossen waarin ten opzicht van het Vogelkers-essenbos de vocht- en stikstofminnende soorten een veel lagere bedekking hebben. De boomlaag in de Vogelkers-essenbossen en Eiken-haagbeuken bestaat hoofdzakelijk uit Zomereik met hier en daar Gewone es en Zwarte els. De ondergroei is zeer goed ontwikkeld. Hazelaar komt veel voor en plaatselijk ook Sleedoorn, Kardinaalsmuts, Eenstijlige meidoorn, Aalbes, Kruisbes en Gewone vogelkers.

Op de flank van het beekdal groeit plaatselijk voedselarm loofbos met een hoge bedekking van Pijpenstrootje. Soms zijn hier veenmossen aangetroffen die duiden op een ontwikkeling naar Berkenbroekbos. Soms ook IJle zegge of Ruwe smele die juist weer een aanwijzing zijn voor een ontwikkeling naar Vogelkers-essenbos. Een groot deel van de flank en de rand van het beekdal zijn beplant met naaldbomen of Amerikaanse eik met over het algemeen zeer soortenarme begroeiingen. De beukenbossen zijn eveneens veelal soorten en structuurarm maar zijn tegelijkertijd tot het habitattype Beuken-eikenbos met Hulst te rekenen. Een mooi voorbeeld hiervan is te vinden in het noordelijk deel: een gemengde opstand van Beuk, Zomereik en Haagbeuk en een aantal zeer oude hulstbomen (Afb. 60).

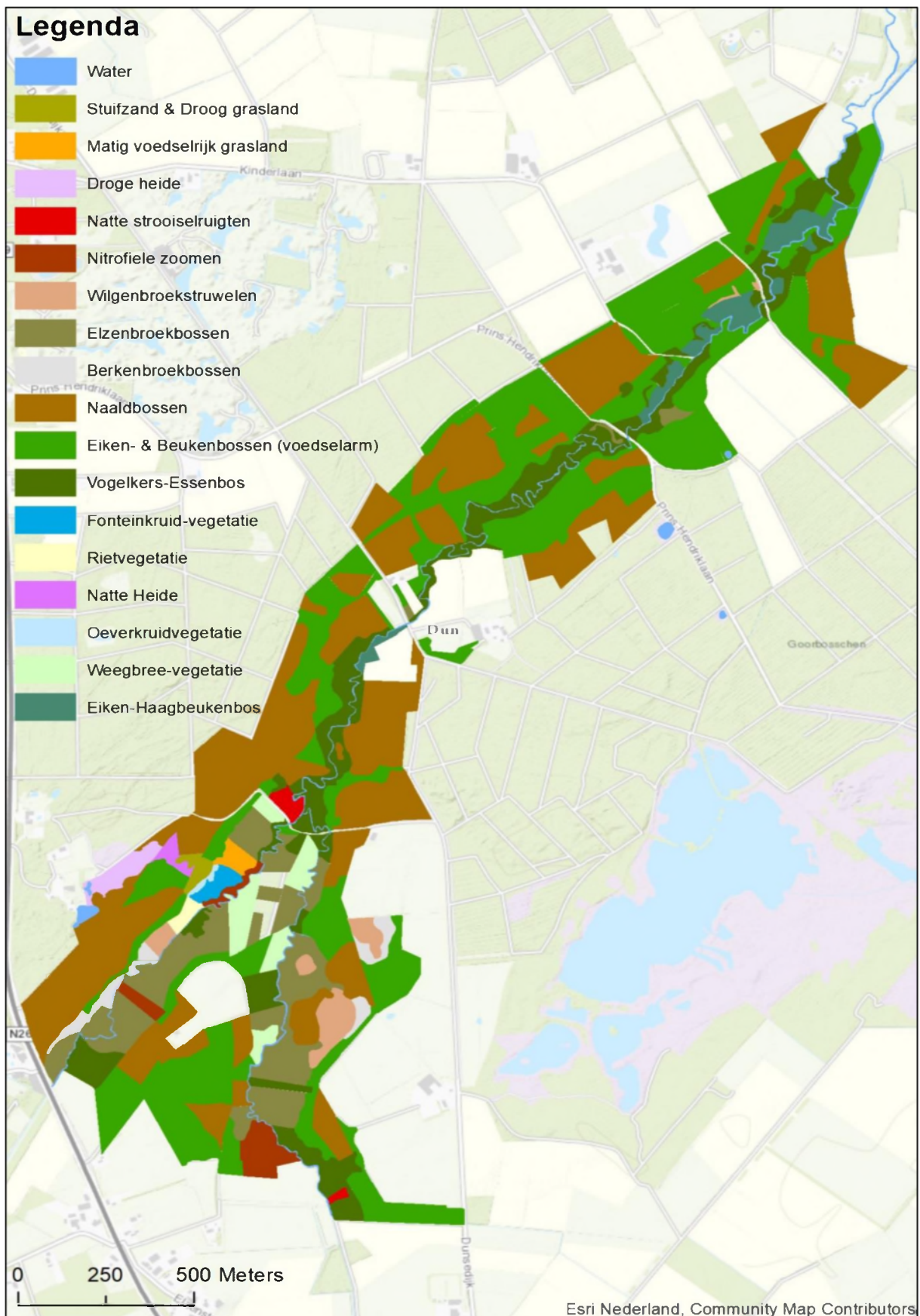


**Afb. 60** Beuken-eikenbos met Hulst: Een oude bosgroeiplaats met niet alleen een hoge bedekking van Hulst maar ook enkele hele oude hulstbomen.

Tabel 4: Oppervlakte van gekarteerde vegetatietypen. Kwaliteit duidt op de mate waarop het vegetatietype bijdraagt aan de in het gebied aanwezige habitattypen

Vegetatietypen	Oppervl (ha)	Totaal	Kwaliteit
Elzenbroekbos	10,90		Goed
Elzenbroekbos Rompgemeenschappen	5,25		Matig
Elzenbroekbos Ruigten/kapvlakten	3,66		
<b>Elzenbroekbossen</b>		19,81	
Berkenbroekbos	1,7		Goed
Berkenbroekbos Rompgemeenschappen	0,83		Matig
Wilgenbroekbroekbos	3,74		Matig
Gagelstruwelen	0,36		Matig
<b>Berkenbroekbossen</b>		6,63	
Berken-eikenbos	3,67		Goed
Beuken-eikenbos	27,98		Goed
Beukenbos	7,63		Goed
Rompgemeenschappen Beuken-eikenbos	24,08		
Derivaatgemeenschappen Amerikaanse eik	6,15		
Rompgemeenschap van Adelaarsvaren	0,45		

<b>Voedselarme loofbossen</b>		69,96	
Eiken-haagbeukenbos	4,4		Goed
Vogelkers-essenbos	7,71		Goed
Rompgemeenschappen Vogelkers-essenbos	14,10		Matig
<b>Voedselrijke bossen</b>		26,21	
Bosbessen-dennenbos	12,26		
Rompgemeenschappen naaldbossen	54,46		
<b>Naaldbossen</b>		66,72	
Graslanden	4,51		
Heide en droge schraallanden	2,58		
Vennen en veentjes	2,05		
<b>Overige gemeenschappen</b>		9,14	
<b>Totaal</b>		198,47	



Afb. 61 De uitgewerkte vegetatiekartering met een indeling op klasse niveau.

## 5.3 Fauna

Door de variatie in bossen, zowel wat betreft soortensamenstelling, vochtigheidsgraad en openheid, in combinatie met aanwezige hooilanden, heideterreinen en waterlopen is er een grote diversiteit aan soorten aanwezig. Tabel 5 geeft een selectie weer van de waargenomen faunasoorten die op de Rode Lijst staan, welke een typische soort zijn voor vochtige alluviale bossen (H91E0\_C), Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Eiken-haagbeukenbossen (H9160\_A) en/of een bescherming genieten onder de Wet Natuurbescherming. Het is aannemelijk dat de waargenomen libellen- en dagvlindersoorten zich ook voortplanten in het gebied. Bij de vogelsoorten daarentegen is het moeilijker te beoordelen of deze daadwerkelijk ook broeden in het gebied. Al is het aannemelijk dat de meeste soorten uit tabel 6 als broedvogel kunnen beschouwd worden. Enkel de raaf is een twijfelgeval. Deze soort kent wel een sterke opmars waardoor een broedgeval in de toekomst niet uit te sluiten is. In 2015 heeft er vanuit de SNL een broedvogelmonitoring plaatsgevonden, echter enkel in het gebied de Hertgang. In de tabel is met een kleurarcering weergegeven welke soorten ook als broedvogel zijn waargenomen tijdens de monitoring.

Op afbeelding Afb. 62 zijn de broedvogelgegevens uit de broedvogelkartering weergegeven. Enkele zeer algemene soorten, welke verspreid over het gebied aanwezig zijn, zijn van de kaart verwijderd. Welke soorten al dan niet zijn weergegeven, is aangegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Selectie van waargenomen (overige) faunasoorten in het gebied. (Verklaring van de codes: KW=Kwetsbaar; GE=Gevoelig; BE=Bedreigd Cb=Constate soort, goede biotische toestand; Cab=Constate soort, goede abiotisch en biotische toestand)

NED. NAAM	WET. NAAM	SOORTGROEP	TYPISCHE SOORT	RODE LIJST	WET NB
Alpenwatersalamander	<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Amfibieën			x
Bont dikkopje	<i>Carterocephalus palaemon</i>	Dagvlinders		KW	
Groot dikkopje	<i>Ochlodes sylvanus</i>	Dagvlinders		GE	
Bosbeekjuffer	<i>Calopteryx virgo</i>	Libellen		BE	x
Venwitsnuitlibel	<i>Leucorrhinia dubia</i>	Libellen		KW	
Hazelworm	<i>Anguis fragilis</i>	Reptielen	H91E0_C, Cab		x
Levendbarende hagedis	<i>Zootoca vivipara</i>	Reptielen		GE	x
Beekprik	<i>Lampetra planeri</i>	Vissen		BE	x
Eekhoorn	<i>Sciurus vulgaris</i>	Zoogdieren			x

Tabel 6: Selectie van waargenomen vogelsoorten in het gebied. (Verklaring van de codes: KW=Kwetsbaar; GE=Gevoelig; BE=Bedreigd Cb=Constance soort, goede biotische toestand; Cab=Constance soort, goede abiotisch en biotische toestand)

NED. NAAM	WET. NAAM	Soortgroep	Typische soort	Rode Lijst	Wet NB
Havik	Accipiter gentilis	Vogels			x
Sperwer	Accipiter nisus	Vogels			x
IJsvogel	Alcedo atthis	Vogels			x
Buizerd	Buteo buteo	Vogels			x
Putter	Carduelis carduelis	Vogels			x
Boomkruiper	Certhia brachydactyla	Vogels			x
Groenling	Chloris chloris	Vogels			x
Appelvink	Coccothraustes coccothraustes	Vogels	H91E0_C, Cb H9160_A, Cb		x
Raaf	Corvus corax	Vogels		GE	
Koekoek	Cuculus canorus	Vogels		KW	
Pimpelmees	Cyanistes caeruleus	Vogels			x
Grote bonte specht	Dendrocopos major	Vogels	H91E0_C, Cb		x
Middelste bonte Specht	Dendrocopos medius	Vogels			x
Kleine bonte specht	Dendrocopos minor	Vogels			x
Zwarte specht	Dryocopus martius	Vogels	H9120, Cb H9160_A, Cb		x
Roodborst	Erithacus rubecula	Vogels			x
Bonte vliegenvanger	Ficedula hypoleuca	Vogels			x
Kuifmees	Lophophanes cristatus	Vogels			x
Kruisbek	Loxia curvirostra	Vogels			x
Witte kwikstaart	Motacilla alba	Vogels			x
Grauwe vliegenvanger	Muscicapa striata	Vogels		GE	x
Wielewaal	Oriolus oriolus	Vogels		KW	x
Koolmees	Parus major	Vogels			x
Huisemus	Passer domesticus	Vogels		GE	
Zwarte mees	Parus ater	Vogels		GE	x
Wespendief	Pernis apivorus	Vogels			x
Gekraagde roodstaart	Phoenicurus phoenicurus	Vogels			x
Tjiftjaf	Phylloscopus collybita	Vogels			x
Fluiter	Phylloscopus sibilatrix	Vogels			x
Fitis	Phylloscopus trochilus	Vogels			x
Groene specht	Picus viridis	Vogels			x
Matkop	Poecile montanus	Vogels	H91E0_C, Cb	GE	x
Heggenmus	Prunella modularis	Vogels			x
Vuurgoudhaan	Regulus ignicapilla	Vogels			x
Goudhaan	Regulus regulus	Vogels			x

<b>Boomklever</b>	<i>Sitta europaea</i>	Vogels	H91E0_C, Cb H9120, Cb H9160_A, Cb	x
<b>Zomertortel</b>	<i>Streptopelia turtur</i>	Vogels		KW
<b>Bosuil</b>	<i>Strix aluco</i>	Vogels	H9160_A, Cb	x
<b>Zwartkop</b>	<i>Sylvia atricapilla</i>	Vogels		x
<b>Tuinfluitier</b>	<i>Sylvia borin</i>	Vogels		x
<b>Braamsluiper</b>	<i>Sylvia curruca</i>	Vogels		x
<b>Grote lijster</b>	<i>Turdus viscivorus</i>	Vogels		KW

Van de insecten, amfibieën, vissen en zoogdieren zijn er geen soorten die een typische soort zijn voor vochtige alluviale bossen, beuken-eikenbossen met hulst of eiken-haagbeukenbossen. Ze genieten wel van de bescherming door onder meer de Rode Lijst. Van de waargenomen vogels en reptielen zijn er wel verscheidene soorten die een typische soort zijn.

### 5.3.1 Typische soorten van aanwezige habitattypen

#### Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen; H91E0\_C)

De typische soorten van Vochtige alluviale bossen die waargenomen zijn in het gebied Wellenseind en Hertgang zijn Appelvink, Grote bonte specht, Matkop en Boomklever. Belangrijk voor deze soorten is een gevarieerde bosstructuur, gemengde soortensamenstelling en voldoende oude levende en dode dikke bomen aanwezig zijn. Een soortenrijke kruidlaag zorgt voor aanwezigheid van nectar en stuifmeel wat ten goede komt aan de insecten. De typische vogelsoorten van dit habitatype komen verspreid over het volledige onderzoeksgebied voor, niet alleen binnen de afbakening van het habitatype.

#### Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)

De waargenomen typische soorten van Beuken-eikenbossen met Hulst zijn Zwarte specht, Boomklever en Hazelworm. Zwarte specht en Boomklever komen verspreid over het gebied voor. De Hazelworm, in dit gebied de enige reptielensoort als typische soort, komt zowel binnen als buiten het begrenst habitatype voor. De meeste waarnemingen van deze soort bevinden zich op de flank van het beekdal in de bossen tussen herberg 'In den Bockenreyder' en Mispelindsche Heide. Net als bij het voorgaande habitatype is de aanwezigheid van oude levende of dode dikke bomen een belangrijk kenmerk voor de aanwezigheid van typische fauna. Ook aanwezigheid van open plekken is belangrijk. Voor Zwarte specht is hier zijn belangrijkste voedselbron (mieren) te vinden en voor Hazelworm

zijn deze nodig om zich op te kunnen warmen. Hazelworm is daarnaast ook afhankelijk van een dikke strooisellaag en liggend dood hout.

#### Eiken-haagbeukenbossen (H9160\_A)

Het Eiken-haagbeukenbos, welk type maar beperkt aanwezig is in het onderzoeksgebied, heeft als typische (waargenomen) soorten: Appelvink, Zwarte specht, Boomklever en Bosuil. De waarnemingen van deze soorten kunnen echter niet gelinkt worden met de begrenzing van dit habitatype. De soorten komen verspreid over het gebied voor. Een goed functionerend Eiken-haagbeukenbos kenmerkt zich door aanwezigheid van oude levende bomen of dode dikke bomen, een gevarieerde bosstructuur met meerdere boomlagen en een struiklaag en een gevarieerde kruidlaag met een hoge bedekking van voorjaarsflora.

### **5.3.2 Rode Lijst**

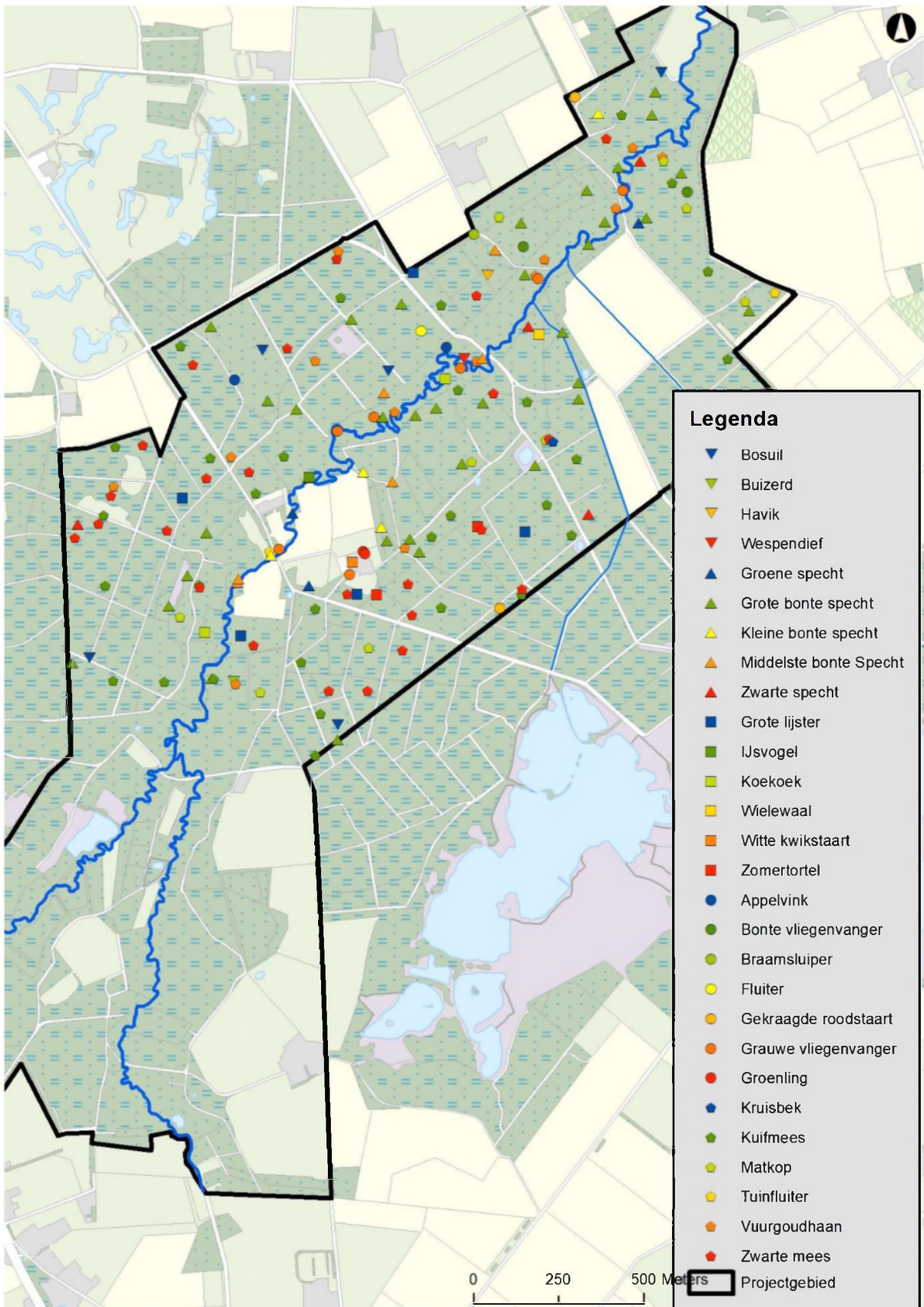
In het gebied Wellenseind/Hertgang zijn in totaal 15 Rode Lijst-soorten aangetroffen, waarvan 9 vogelsoorten en 6 overige faunasoorten. Hiertoe behoren twee dagvlindersoorten, het Bont dikkopje en het groot dikkopje. Het Bont dikkopje komt enkel voor langs open bospaden met talrijke aanwezigheid van pijpenstrootje en wordt maar sporadisch waargenomen in het gebied. Het Groot dikkopje is daarentegen een algemenere soort. Ook deze dagvlinder is langs bospaden te vinden, maar ook bij andere open terreindelen. Ze voeden zich met nectar van onder andere braam, heide en vele composieten. Ook de levendbarende hagedis wordt sporadisch waargenomen op het kleine heideterrein van Wellenseind en de Hertgang.

Bij de libellen zijn er 2 waargenomen soorten die tot de Rode Lijst behoren, namelijk de Bosbeekjuffer en de Venwitsnuitlibel (Afb. 63). Deze laatst genoemde soort komt maar zeer sporadisch voor. Een grote populatie is echter gevestigd ten oosten van het onderzoeksgebied, namelijk bij de Mispelheide. De Bosbeekjuffer komt net als de Weidebeekjuffer verspreid en talrijk langs de Raamsloop en de Reusel voor. Deze beekjuffers zijn kenmerkende soorten voor natuurlijke, schone bosbeken. Belangrijk hierbij is te zorgen dat zowel in het gebied als bovenstrooms geen voedselverrijking van het water plaatsvindt. Net als de beekjuffers is ook de Beekprik gebonden aan stromende wateren met een goede waterkwaliteit. Door herintroductie is de soort verspreid door het onderzoeksgebied in de Reusel weer aanwezig. Tijdens de droge zomer van 2018 is er stroomopwaarts extra water in de beek gepompt om het droogvallen waarmee men verlies van de nieuwe populatie heeft weten te voorkomen.

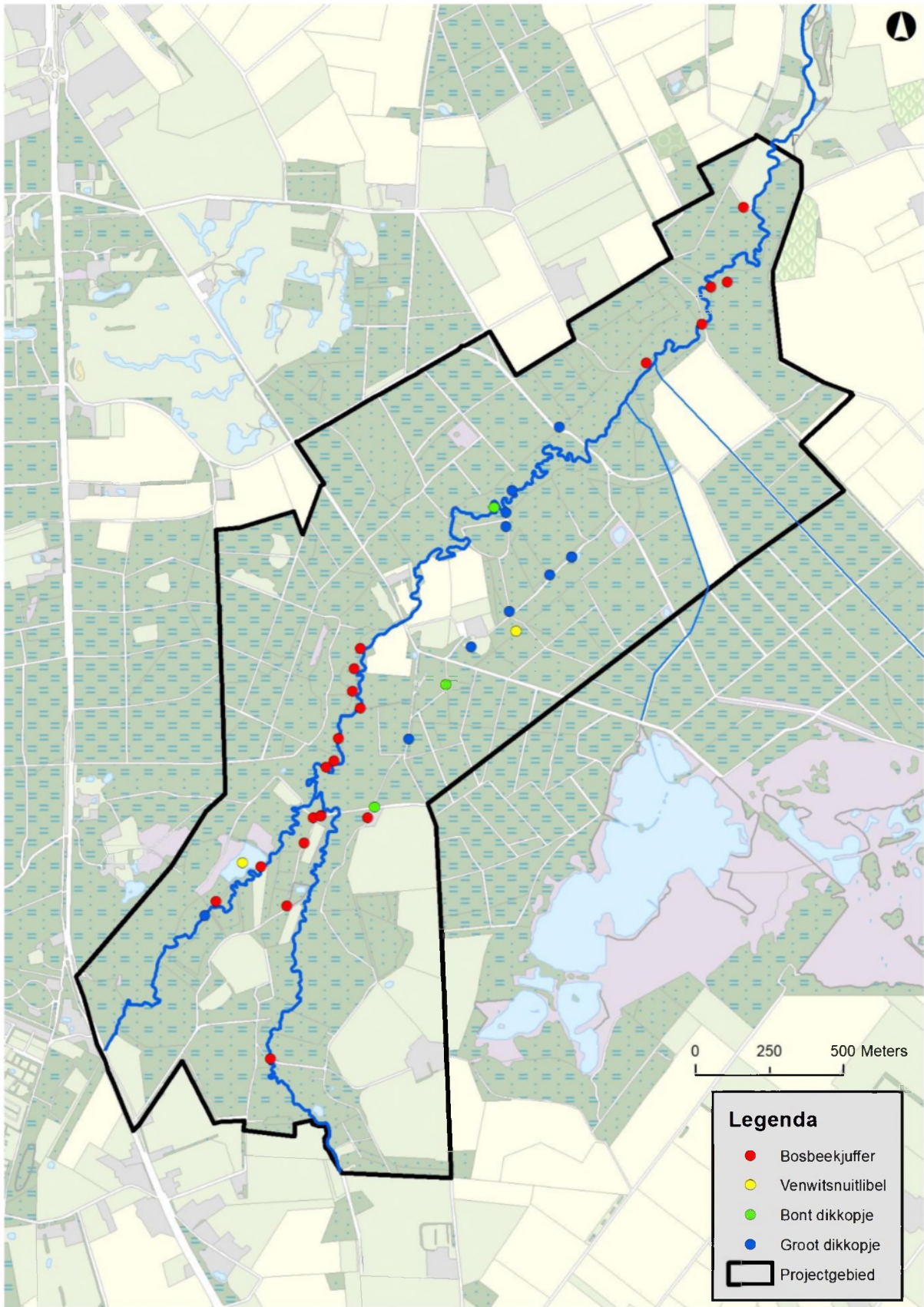
### 5.3.3 Soorten van Wet Natuurbescherming

Onder de soorten van de Wet Natuurbescherming vallen onder meer de habitat- en vogelrichtlijnsoorten. In totaal zijn er 43 faunasoorten die bescherming van de Wet Natuurbescherming genieten. Dit aantal is op te splitsen in 37 vogelsoorten en 6 overige faunasoorten. De 6 overige soorten zijn Alpenwatersalamander, Bosbeekjuffer, Hazelworm, Levendbarende hagedis, Beekprik en Eekhoorn. De Alpenwatersalamander is in de voorbije 5 jaar maar eenmalig waargenomen, net op de grens van het onderzoeksgebied (Afb. 64).

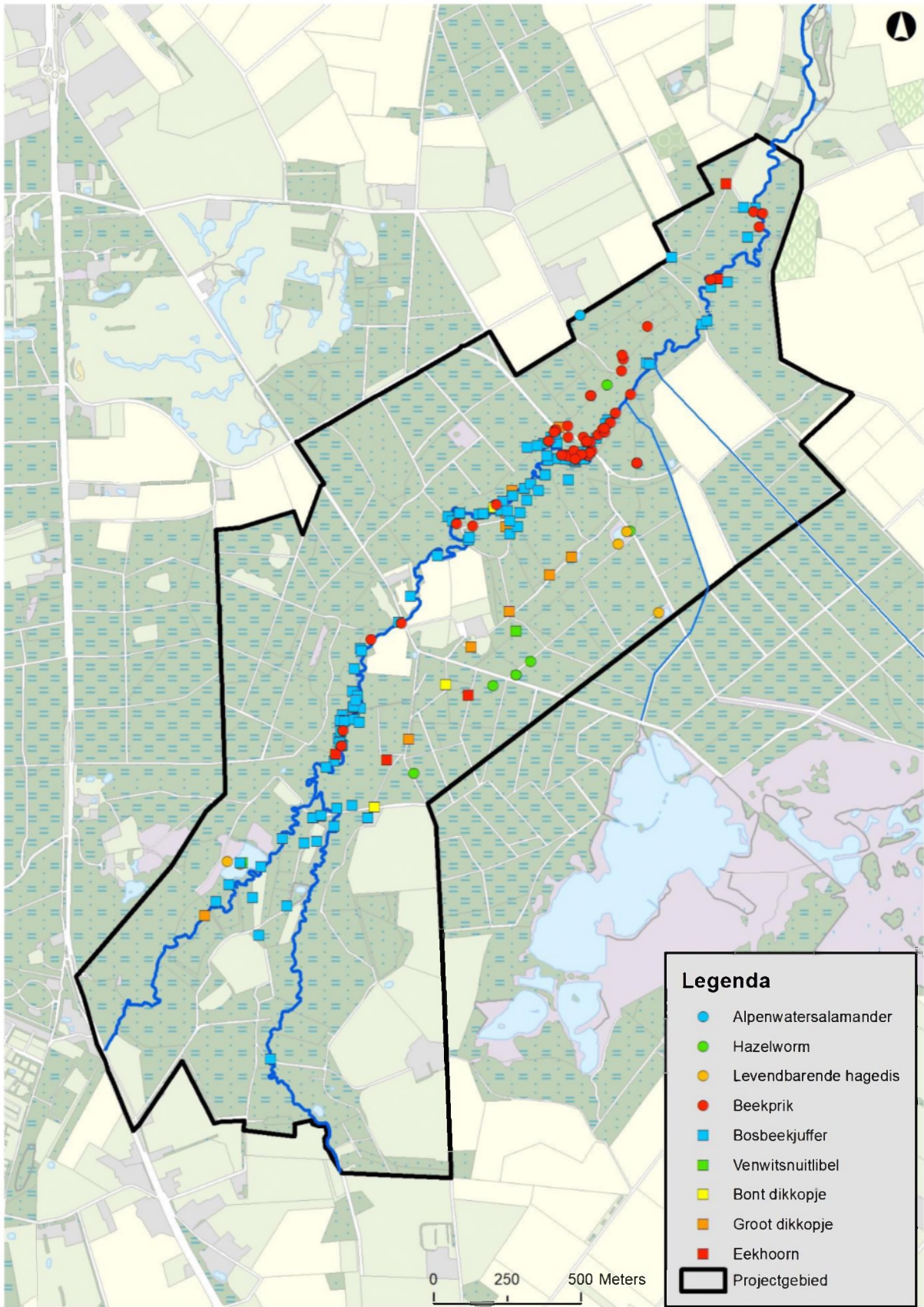
De 37 aanwezige vogelsoorten die onder de Wet Natuurbescherming vallen tonen aan dat het onderzoeksgebied een vogelrijkgebied betreft. Zo staat de Hertgang bekend voor de aanwezigheid van verscheidene soorten spechten. Met uitzondering van de zeldzame Draaihals, komen alle in Nederland voorkomende spechtensorten in de Hertgang voor. Wellenseind en Hertgang bezitten oudere bossen met een goede variatie. De Middelste bonte specht en de Zwarte specht zijn hierbij twee noemenswaardige soorten die van het gebied profiteren.



Afb. 62 Resultaat van de broedvogelkartering (2015) in de Hertgang



Afb. 63 Verspreiding van enkele kenmerkende faunasoorten



Afb. 64 Verspreiding van enkele kenmerkende diersoorten

## 6 Hydro-ecologische systeemanalyse

Het projectgebied, bestaande uit Landgoed Wellenseind in het zuiden en de Hertgang, onderdeel deel van Landgoed De Utrecht, in het noorden, is gelegen op de overgang van het Kempisch Plateau en de Roerdalslenk. In het Weichselien zijn vanaf het Kempisch Plateau door erosie smeltwatergeulen ontstaan waarin zich later de beekdalen van de Reusel en Raamsloop hebben ontwikkeld. De landschappelijke positie van het projectgebied wordt gekenmerkt door vier belangrijke, sturende fenomenen:

1. Allereerst is het gebied stroomopwaarts gelegen van de geologische Breuk van Vessem. Hier is door bodemdaling van het Noordzeebekken en tektonische opheffing van het Kempisch plateau een geologische breuk ontstaan. De breuklijn vormt een voor grondwater slecht doorlatende barrière waardoor stroomopwaarts van de breuk opstuwung optreedt van grondwater. De grondwaterstanden liggen stroomopwaarts dan ook ruim een meter hoger dan in de Roerdalslenk. Dit maakt dat de omgeving van het projectgebied altijd al een relatief nat gebied moet zijn geweest.
2. Een tweede belangrijk gegeven is dat het eerste watervoerende pakket ofwel freatisch pakket in het gehele stroomgebied van de Reusel en Raamsloop zeer ondiep is. De regionale waterscheiding is gelegen op de rug van het Kempisch Plateau waarvandaan het grondwater hoofdzakelijk in noordelijke richting naar de Roerdalslenk stroomt. Het watervoerend pakket is op veel plaatsen niet meer dan 10- 15 meter dik en wordt dunner kort voor de Breuk van Vessem. Diepe boringen op landgoed Wellenseind, tot bijna 6 meter diepte, laten zien dat hier in ieder geval tot die diepte sprake is van één watervoerend pakket. Ten noorden van Dun, langs de Reusel op Landgoed De Utrecht, is op 3.80 meter onder maaiveld al een 1.5 meter dikke scheidende kleilaag aangetroffen. Het watervoerende pakket daaronder, het tweede watervoerende pakket, kent een stijghoogte van 0.5 – 1 meter boven de stijghoogte van het eerste watervoerende pakket. Het eerste watervoerende pakket wordt ter hoogte van het projectgebied dus aanzienlijk dunner, van minimaal 6 meter naar minder dan 4 meter dikte. Het toestromende grondwater wordt daardoor gedwongen om via een opwaartse beweging in maaiveld uit te treden en oppervlakkig af te stromen.

3. Een derde fenomeen dat zich heeft voltrokken, is dat aan het eind van het Weichselien, onder arctische condities, zich de “Midden Brabantse Dekzandrug” heeft gevormd. Deze dekzandrug is door de wind afgezet op een plek in het landschap die in die tijd nat moet zijn geweest. De ligging komt dan ook overeen met de kwelzone van het sterk versmallende eerste watervoerende pakket vlak voor de opstuwende geologische breuk van Vesseem. Deze dekzandrug heeft er op grote schaal voor gezorgd dat de afwatering van de smeltwatergeulen van de Reusel, Spruitenstroompje en Grote en Klein Beerze sterk werd geremd. In de gebieden stroomopwaarts van de dekzandrug vormden zich uitgestrekte moerassen onder zeer natte condities. Zeker toen in het begin van het Holoceen een sterke klimaatsverbetering optrad en de grondwaterstanden stegen. Op de hoogtekartaart is een zeer kenmerkend reliëf te zien die vermoedelijk verbandhoudt met de hoogte van de waterstanden in deze periode. Dit betekent dat er in het gebied een open meer moet hebben gelegen met een diepte van enkele meters. Uiteindelijk zijn deze smeltwatergeulsystemen op veel plekken door de dekzandrug gebroken en hebben zich in zeer smalle dalen ingesneden. Hierdoor kon doorstroming optreden van de stroomopwaarts gelegen gebieden via een natuurlijke drempel in de dekzandrug.
  
4. Een laatste fenomeen is erosie. Met het vormen van de Midden Brabantse dekzandrug zijn de grondwaterstanden in het stroomopwaarts gelegen gebied in het begin van het Holoceen aanzienlijk gestegen. De afwatering werd dusdanig slecht dat grote delen onder water kwamen te staan. Mogelijk heeft er zich een meer van 1 – 1.5 meter diepte gevormd stroomopwaarts van de dekzandrug zoals uit de hoogtekartaart is af te leiden. Uiteindelijk wist het opgestuwde meer door de dekzandrug heen te breken en heeft een nieuwe loop door de dekzandrug geërodeerd. Hierdoor heeft zich een beekdalsysteem ontwikkeld en vormden zich stroomopwaarts van de dekzandrug uitgestrekte moerassen. In de winter traden waarschijnlijk grootschalige inundaties op met basenrijk, mesotroof tot eutroof oppervlaktewater en stonden de grondwaterstanden tot in of boven maaiveld. Aan de randen waren overgangen aanwezig die onder invloed stonden van voedselarm, zuur tot zwak zuur opbollend grondwater vanuit de aangrenzende dekzandruggen. Aan de westkant van het gebied was deze gradiënt heel kort omdat het maaiveld hier een zeer sterk verhang heeft. Het maaiveld op de oostflank van het beekdal loopt daarentegen heel geleidelijk op. Hier heeft zich een veel bredere zone met basenarme, zure standplaatscondities ontwikkeld.

In de zomer zakten de grondwaterstanden terug tot op de regionale drainagebasis die vlak onder maaiveld lag. Deze werd bepaald door de opstuwende werking van de Breuk van Vessem en de natuurlijke drempel in de dekzandrug. Het is aannemelijk dat er geen sprake was van een diep ingesneden bekensysteem maar meer van ondiep door maaiveld afstromend grondwater. In een dergelijk milieu konden zich uitgestrekte broekbossen vormen en trad veenvorming op in de natste delen. De zomerwaterstanden moeten heel ondiep hebben gelegen en voor permanent vochtige tot natte condities hebben gezorgd. De laagste terreindelen, voornamelijk in de oorspronkelijke smeltwatergeul, vielen waarschijnlijk nooit droog waardoor er zich hier een verlandingsveen heeft kunnen vormen.

Uiteindelijk heeft erosie ertoe bijgedragen dat de beken in deze beekdalen zich steeds dieper zijn gaan insnijden waardoor de omliggende beekbegeleidende bossen steeds verder verdroogden. Deels is deze erosie waarschijnlijk te wijten aan natuurlijke processen, namelijk het steeds verder omhoog komen van het Kempisch Plateau en verder dalen van de Noordzeebekken. Tegelijkertijd hebben menselijke ingrepen aan het oorspronkelijke bekensysteem er in grote mate aan bijgedragen dat deze zich verder konden gaan insnijden. Door het rechtekken van delen van de beken en het doorsteken van meanderbochten, nam de stroomsnelheid toe en ontstond voort- en terugschrijdende erosie. Hierdoor hebben de beken zich nog dieper in het landschap ingesneden tot op de huidige diepte. De geulcapaciteit van de Reusel in het landgoed "De Utrecht" is in 1990 vergroot ten opzichte van 1965. Dit is mogelijk veroorzaakt door de antropogene ingrepen die hebben plaatsgevonden in het stroomopwaarts gelegen traject (Geessink & Romeijn, 1990).

## **6.1 Hydro-ecologisch functioneren Wellenseind en de Hertgang**

Landgoed Wellenseind en de Hertgang zijn gelegen in een historische smeltwatergeul. Het eerste watervoerende pakket is zeer dun waardoor lokale grondwatersystemen dominant zijn en de grondwaterstanden sterk neerslag gestuurd zijn. Wel is er sprake van een relatief groot inzigtgebied waardoor een constante aanvoer van grondwater optreedt. Omdat de afvoer van grondwater door de breuk van Vessem en het dunner wordende eerste watervoerende pakket vertraagt, kent het gebied van nature heel stabiele, hoge grondwaterstanden.

Vanaf de beide dekzandruggen, aan zowel de west als oostzijde van de smeltwatergeul, bollen lokale grondwatersystemen in de winter heel sterk op. Vanaf de dekzandruggen stroomt grondwater via diepere stroombanen naar het centrum van de smeltwatergeul om daar op elkaar te botsen en via een omhoog gerichte stroming in maaiveld uit te treden. Omdat deze grondwaterstromen diep door het eerste watervoerende pakket gaan en daar in contact komen met basenrijkere, kalkhoudende bodemlagen, is dit grondwater basenrijk. Het basenrijkere grondwater treedt in een relatief brede zone in het centrum van het de smeltwatergeul in maaiveld. In de oorspronkelijke hoofdgeul heeft deze situatie geleid tot de ontwikkeling van een 1.5 – 2.5 meter dik veenpakket dat bestaat uit een mesotroof verlandingsveen vanuit een openwater situatie. Op de omliggende beekdalbodems hebben zich waarschijnlijk broekbossen en basenrijke alluviale bossen gevormd.

Vanaf de aangrenzende dekzandruggen lopen ook veel ondiepere stroombanen naar het beekdal welke op de beekdalflanken in maaiveld uittreden. Hier is sprake van basenarm, zuur grondwater wat vervolgens lateraal door maaiveld naar het beekdal afstroomt. Dit heeft ertoe geleid dat er vanuit het beekdal een vegetatiegradiënt moet zijn geweest naar vochtige heiden, gagelstruwelen en zelfs hoogveenvormende vegetaties. Er is een grote samenhang tussen de beekdalen van Wellenseind en de Hertgang en de hoger gelegen Mispelindsche heide (zie verderop).

Doordat er zich door erosie heel diepe beken in de smeltwatergeul hebben ontwikkeld, wordt het grondwater tegenwoordig op een veel lager niveau ontwaterd. De beken vangen in de huidige situatie hoofdzakelijk het basenrijkere grondwater af waardoor de lokale, basenarme grondwaterstromen dominant zijn geworden. De zone waarin het basenrijke grondwater nog invloed heeft op de standplaatscondities is teruggedrongen tot een uiterst smalle zone in het



Afb. 65: Een groeiplek van dotterbloem in het Elzenbroekbos van Wellenseind

centrum van het gebied. In grote delen zijn tot op grote diepte lage pH waarden gemeten in de bodem wat erop duidt dat er geen contact meer is met basenrijker grondwater. De bovengrond van het beekdal staat tegenwoordig onder invloed van zuur neerslagwater en

lokale basenarme grondwatersystemen.

Slechts heel lokaal weet het basenrijke grondwater nog tot in maaiveld te reiken en is een enkele groeiplek van dotterbloem te vinden (Afb. 65). Maar op grote schaal zijn het verdrogings- en eutrofiëringsindicatoren zoals braam en brandnetel die de vegetatie in de oorspronkelijk soortenrijk Elzenbroekbossen domineren. Door de drainerende werking van de te diep ingesneden beken, liggen de gemiddelde grondwaterstanden te laag. Vooral in de zomer zakken de grondwaterstanden in het beekdal tot ruim 1 meter onder maaiveld weg waardoor de complete bovengrond uitdroogt. In de Hertgang hebben de lagere grondwaterpeilen ertoe geleid dat de oorspronkelijke beekbegeleidende Elzenbroekbossen zich hebben ontwikkeld tot Vogelkers-Essenbossen en Eiken-Haagbeukenbossen. Dit zijn bostypen die voorkomen onder vochtige tot natte basenrijke standplaatscondities maar niet langdurig inunderen zoals de Elzenbroekbossen. Gezien de ouderdom van deze bossen moeten deze standplaatsen al geruime tijd geleden verdroogd zijn. Er is in de bossen in de Hertgang dus wel degelijk sprake van verdroging zoals in eerdere rapportages wordt tegengesproken (Aequator Groen en Ruimte, 2010).

In de bosgedeelten van Landgoed Wellenseind waar een dik veenpakket is gelegen, resulteren te lage zomerpeilen bovendien in een heel sterke mineralisatie van het veen. Daarbij komen voedingsstoffen vrij beschikbaar en vindt oppervlakkige verzuring plaats.

Maar ook het waterregime van de beken en de kwaliteit van het beekwater zijn een steeds belangrijkere rol gaan spelen in het functioneren van het beekdal. Omdat in grote delen van het inzigtgebied de woeste gronden zijn omgezet in landbouwgebied en voorzien zijn van uitgebreide slotenstelsels, wordt bij neerslag veel oppervlaktewater tegelijkertijd op de beken afgewaterd. Hierdoor treden heel sterke piekafvoeren op waardoor in de winter inundaties op kunnen treden. Al het beekwater moet immers door de versmalling in de dekzandrug bij Dun. Op zich vormen winterse inundatie geen probleem voor Elzenbroekbossen, die behoren tot de natuurlijke standplaatscondities. Echter, doordat grote delen van het inzigtgebied tegenwoordig in agrarisch landgebruik zijn, bevat het beekwater hoge concentraties voedingsstoffen. De standplaatsen van de Elzenbroekbossen, zowel die op veen als op de minerale ondergrond, worden heel sterk beïnvloed door deze toestroom van voedingsstoffen via het oppervlaktewater.

De voedingsstoffen uit de beken vormen vooral een groot probleem omdat het gebied onderhevig is aan heel sterke grondwaterstandswisselingen. Er zijn dus constant oxidatie- en reductieprocessen die leiden tot interne eutrofiëring in de uitgebreide sloten- en rabattencomplexen. Bij deze eutrofiëring wordt zowel onder aerobe als anaërobe condities veen afgebroken. Dit resulteert in heel voedselrijke standplaatscondities en maakt het mogelijk dat de meststoffen tot diep in de ondergrond hebben kunnen infiltreren. Onder permanent hoge grondwaterstanden kan het voedselrijke beekwater namelijk niet infiltreren en zal met het uittredende grondwater mee naar de beken worden afgevoerd. Omdat de beken jaarrond het grondwater draineren, krijgt het voedselrijke beekwater en oppervlaktewater in de watergangen waarin interne eutrofiëringsprocessen een rol hebben gespeeld, de kans om te infiltreren of zich in de watergangen op te hopen. Hierdoor worden deze interne processen steeds verder versterkt en domineren soorten van voedselrijke standplaatsen de vegetatie.

**Kort samengevat:** de beide gebieden staan onder invloed van basenarm, zuur en basenrijker, zwak zuur grondwater dat via lokale grondwaterstromen vanaf hoger gelegen aangrenzende dekzandruggen naar de oorspronkelijke smeltwatergeul stroomt. De diep ingesneden beken draineren samen met de uitgebreide slotenstelsels het basenrijkere grondwater waardoor lokale, basenarme grondwatersystemen dominant zijn geworden. Bovendien zorgen de beken ervoor dat de grondwaterstanden in de zomer te diep wegzakken en in de winter sterk wisselen door piekafvoeren. Maar gemiddeld staan de grondwaterstanden ook in de winter te laag. Hierdoor worden lokale grondwaterstromen op de aangrenzende dekzandruggen, die ook via diepere stroombanen voor basenrijke condities in het beekdal kunnen zorgen, gedraineerd en kunnen deze systemen niet voldoende opbollen. Dit leidt tot te snel dalende grondwaterstanden in het voorjaar in zowel het beekdal van de Reusel en Raamsloop alsmede op de Mispelindsche Heide. Door de te lage zomerpeilen oxideert het veen op Landgoed Wellenseind en komen grote hoeveelheden voedingsstoffen vrij. Een bijkomend probleem vormt het voedselrijke beekwater dat tot interne eutrofiëringsprocessen en verzuring van standplaatsen leidt. Dit betekent dat de kenmerkende beekbegeleidende bossen onder grote druk zijn komen te staan.

## 6.2 Samenhang Mispelindsche Heide

De Mispelindsche Heide ligt ten oosten van Landgoed Wellenseind en is gelegen direct zuidelijk van de Midden Brabantse Dekzandrug en dus de Hertgang. Op de heide zijn twee doodijsmeren, de Flaes en het Goor gelegen die gekenmerkt worden door een

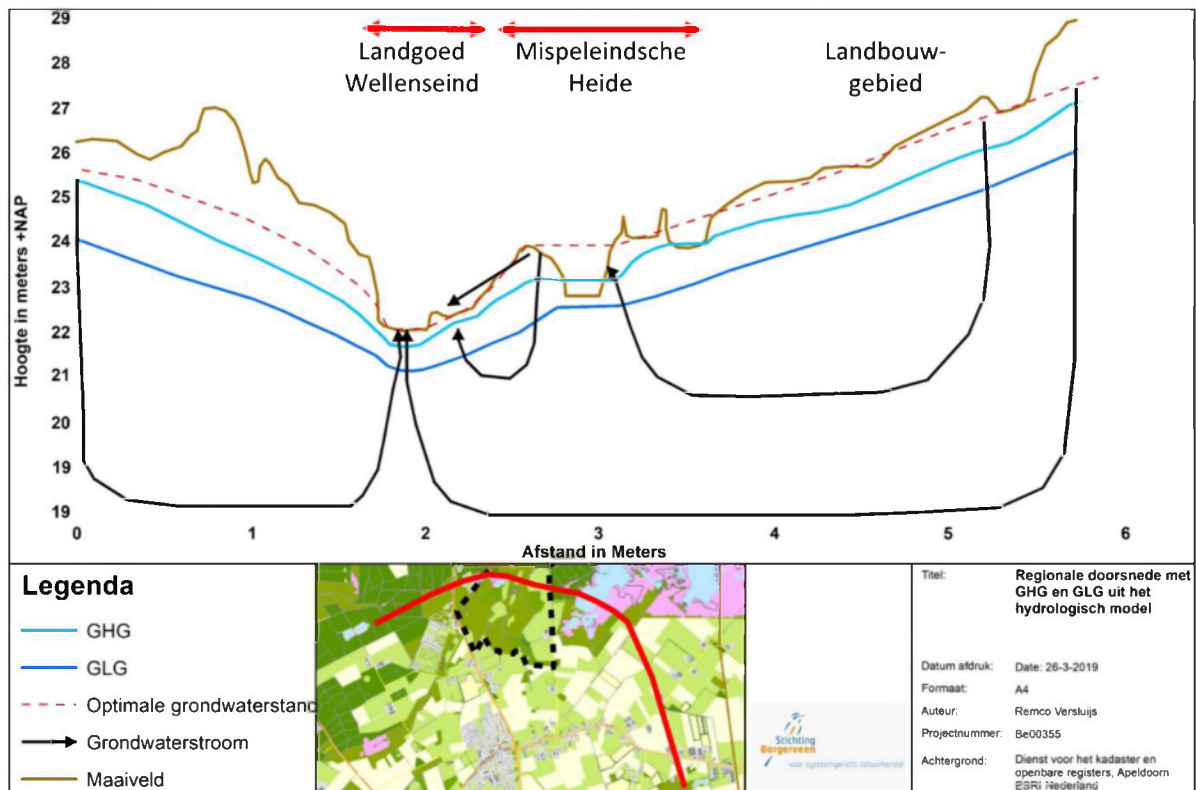
schijngrondwaterspiegel (van der Burg, 2017). In de winter reikt de grondwaterstand hier tot in maaiveld en staat het grondwater gedurende een korte periode zelfs hoger dan de venpeilen. De vennen hebben dus een tijdelijke kwelzijde (zuidkant) en worden met grondwater aangevuld (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). In de zomer zakken de grondwaterstanden in het zandgebied echter tot ruim 1 meter onder maaiveld weg, terwijl het peil in de vennen niet meer dan 30 cm fluctueert. De vennen zijn gelegen op een slecht doorlatende basis en worden grotendeels door neerslag en verdamping gestuurd en in de winter aangevuld met grondwater (Van der Burg, 2017).

Het peil in De Goor ligt gemiddeld 15-20 cm hoger dan in De Flaes waardoor lateraal grondwater van De Goor naar De Flaes stroomt. Oorspronkelijk kende De Flaes twee natuurlijke overlopen, één in het noorden en één aan de westkant. Bij hoge wintergrondwaterpeilen wordt het ven gevoed door grondwater aan de zuidkant en neerslagwater van boven waardoor het venpeil hoger werd dan de natuurlijke drempels en naar het beekdal van de Reusel kon overstromen. Tegenwoordig is aan de noordzijde, op de locatie van de natuurlijke overloop, een stuw gebouwd met een diepe ontwateringssloot om tijdens hoge venpeilen gecontroleerd het waterpeil te kunnen verlagen. Aan de westkant vindt ook tegenwoordig nog regelmatig in de winter laterale stroming van ven water plaats richting het beekdal.

Een uitgebreid slotennetwerk rond de vennen op de Mispelandsche Heide zorgt ervoor dat de grondwaterstanden in de zomer te snel uitzakken waardoor de natte natuur verdroogt. Ook is hierdoor de toestroom naar het aangrenzende beekdal sterk afgenomen (Van der Burg & Cox, 2017).

Landschappelijk kennen de Mispelandsche Heide en Landgoed Wellenseind en de Hertgang een grote samenhang. Grondwater stroomt vanuit het zuiden vanaf het Kempisch Plateau in noordelijke richting en botst hier op de Breuk van Vessem, wordt samengeperst in het dunner wordende eerste watervoerende pakket en de Midden Brabantse Dekzandrug belemmert een oppervlakkige afwatering in noordelijke richting. Het gehele gebied kort voor de dekzandrug heeft daardoor te maken met heel constante, hoge grondwaterstanden. Op de Mispelandsche Heide reikt de grondwaterstand in de winter tot in maaiveld en staat zelfs tot boven het niveau van de vennen. Door lokale hoogteverschillen en verschillende venpeilen treedt er in de winter laterale stroming op van grondwater en stroomt oppervlakkig naar de beekdalen (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Onderweg wordt de

grondwaterstand echter sterk door diepe sloten gedraineerd waardoor nooit een maximale opbolling van grondwaterstand optreedt en de grondwaterstanden in het voorjaar en zomer te snel en te diep dalen.



**Afb. 66** Schematische weergaven van de samenhang tussen Wellenseind, de Misperleindsche heide met het ven De Flaes en het landbouwgebied stroomopwaarts.

De drainagebasis van het hydrologische systeem, ook op de Misperleindsche Heide, wordt gevormd door het beekdalsysteem van de Reusel. De diep ingesneden beken van de Reusel en Raamsloop hebben niet alleen invloed op de lokale grondwaterstanden in het beekdal zelf maar zeker ook op het gebied van de Misperleindsche Heide. In het voorjaar en zomer blijven de vaak diepe sloten nog heel lang grondwater draineren en zakken de grondwaterstanden snel diep weg. Interne maatregelen op de Misperleindsche Heide zijn cruciaal voor herstel van de lokale hydrologie en verdroging kan daarmee tot op zekere hoogte worden aangepakt. Maar ook de maatregelen op Landgoed Wellenseind en de Hertgang dragen bij aan de versterking van de effecten op de Misperleindsche Heide en vice versa. Hierbij gaat het zowel om de maatregelen aan de slotenstelsels op de beekdalflank en in het beekdal als maatregelen aan de beken.

Wanneer de natuurlijke drempel aan de noordzijde van De Flaes wordt hersteld, kan het ven op natuurlijke wijze overstromen in de winter en via ondiepe, slenkvormige laagten door maaiveld naar het beekdal worden afgevoerd. Een zelfde fenomeen treedt op aan de westzijde van De Flaes. Hier stroomt lateraal grondwater toe naar het beekdal van Landgoed Wellenseind. Hogere grondwaterstanden en ven peilen op de Misperleindsche Heide resulteren in een grotere toestroom van grondwater naar de beekdalflanken en tot langere hoge grondwaterpeilen in het voorjaar en zomer. De GLG zou daarmee tot wel een halve meter minder diep moeten komen te liggen.

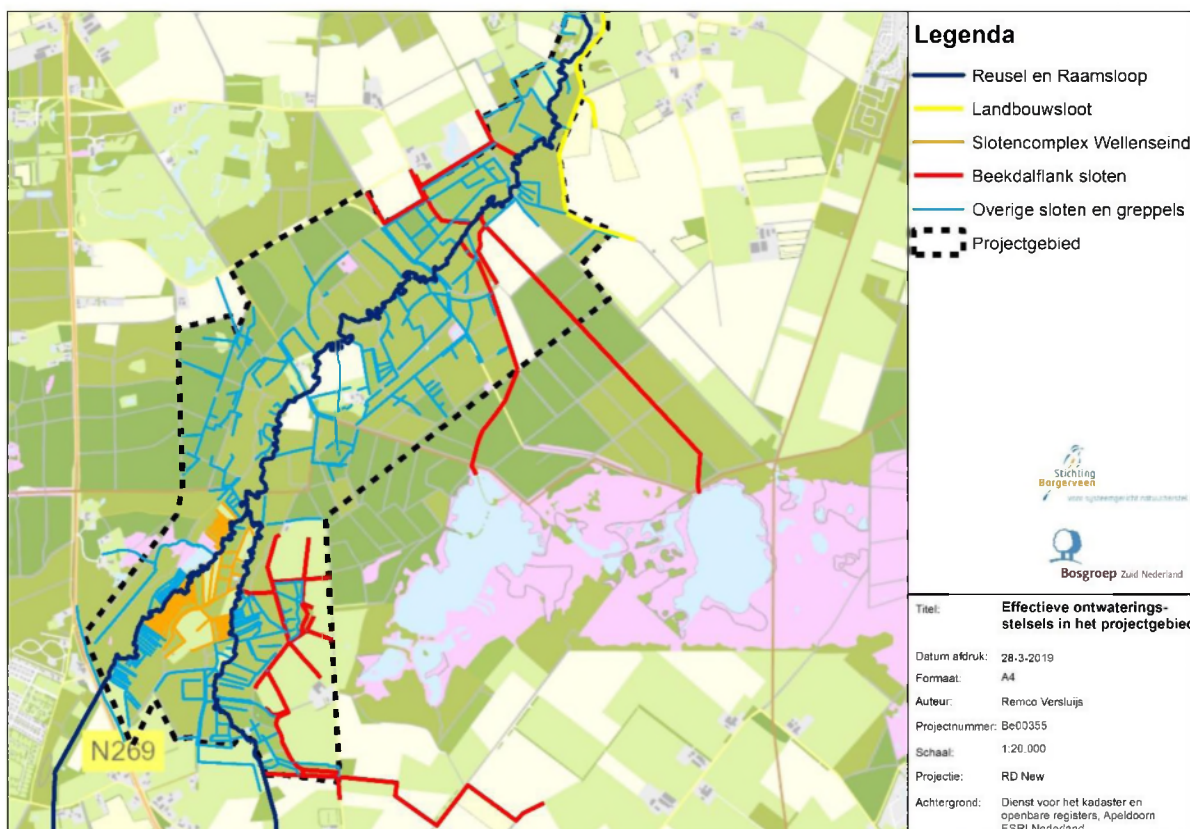
# 7 Knelpunten en kennislacunes

## 7.1 Knelpunten

Landgoed Wellenseind en de Hertgang maken onderdeel uit van Natura 2000 en Natte Natuurparels Noord-Brabant. Er gelden Europese doelstellingen waarvoor de kwaliteit gewaarborgd dient te worden en als mogelijk te verbeteren. Het meest voorkomende habitatype waarvoor zorg gedragen dient te worden is het type “Vochtige alluviale bossen” die hier gevormd wordt door beekbegeleidende Elzenbroekbossen en Vogelkersessenbossen. Minder algemeen zijn de Veenbossen (in de vorm van Berkenbroekbossen en struwelen van Grauwe wilg). Op de meer drogere standplaatsen zijn Eikenhaagbeukenbossen en Beukenbossen met Hulst aanwezig.

### Verdroging

Het belangrijkste knelpunt voor het gehele projectgebied wordt gevormd door de te diep ingesneden Reusel en Raamsloop die het grondwatersysteem sterk draineren (Afb. 67, donker blauw). De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) ligt in grote delen van het gebied meer dan 1 meter onder maaiveld terwijl onder optimale omstandigheden de grondwaterstanden niet meer dan 50 cm diep mogen wegzakken. Het gevolg is dat de Elzenbroekbossen sterk verdrogen en oppervlakkig verzuren door de toegenomen invloed van neerslagwater. De veenbodems in het westelijke dal van de Reusel mineraliseren in de zomer waardoor voedingsstoffen vrij beschikbaar komen en brandnetels en bramen de vegetatie domineren. De afbraak van organisch materiaal produceert ook waterstof ionen waardoor de bodems verder verzuren.



**Afb. 67** Overzicht van locaties waar ontwateringsstelsels effectief bijdragen aan knelpunten in de hydrologie

Kenmerkende plantensoorten voor Elzenbroekbossen zoals Waterviolier, Gewone dotterbloem en Bosbies zijn nog sporadisch aan te treffen in de diepe slotenstelsels maar ontbreken veelal in maaiveld. Ook de gemiddeld hoogste grondwaterstanden worden door de beken onder het natuurlijke peil gehouden maar vallen binnen de randvoorwaarden voor het Habitatype “Vochtige Alluviale Bossen”.

Ontwatering op de flanken van het beekdal hebben eveneens een sterke invloed op het hydrologisch functioneren van het gebied, vooral op de oost- en zuidoostflank van Wellenseind en de Hertgang maar ook op de noordwestflank van de Hertgang (Afb. 67, rode waterlopen). Tot ver in de zomer wordt grondwater vanaf de beekdalflanken gedraineerd door intensieve slotenstelsels en op de Raamsloop en Reusel afgewaterd. In de winter kan het grondwater door de afvoer via deze sloten en de te lage beekpeilen niet optimaal opbollen in de aangrenzende dekzandruggen waardoor de grondwaterstanden in de zomer al snel te diep wegzakken.

Maar ook in het beekdal zelf ligt, vooral op Landgoed Wellenseind, een uitgebreid netwerk aan diepe afwaterende sloten en slotenstelsels (Afb. 67, oranje watergangen). Hoewel niet alle sloten daadwerkelijk een afwatering op de beken hebben, dragen ze toch bij aan de verlaging van de grondwaterstand. Dit geldt ook voor de minder diepe sloten en greppels die verspreid in het beekdal aanwezig zijn verspreid door het gehele beekdal (Afb. 67, blauw). Niet al deze ontwateringsmiddelen worden nog onderhouden maar bij hoge grondwaterstanden dragen ze nog altijd bij aan de ontwatering van het gebied.

### **Verzuring**

Door de te lage grondwaterstanden reikt het basenrijkere grondwater niet lang genoeg tot in maaiveld waardoor de bovengrond verzuurd. Op alle plekken in het gebied is een bodem pH gemeten van 4 – 4.5 binnen de eerste 30 cm. Alleen in het centrum van Landgoed Wellenseind en in het dal van de Reusel verder noordelijk, is een smalle zone waar op grotere diepte het basenrijkere grondwater in een hoge bodem pH resulteert. De uitloging van de basenverzadiging in de wortelzone van de vegetatie resulteert in een afname van kenmerkende plantensoorten en achteruitgang in de kwaliteit van de Habitattypen.

Bovendien wordt in de zomer, door de afbraak van de sterk verdroogde veenbodems, veel waterstof geproduceerd waardoor grootschalige verzuring van de Elzenbroekbossen optreden.

### **Vermesting**

Het ondiepe grondwater bevat relatief weinig voedingsstoffen en vormt daarmee geen knelpunt in het systeemfunctioneren. Het oppervlaktewater dat met de Reusel en Raamsloop wordt aangevoerd is daarentegen wel aangerijkt met voedingsstoffen door afspoeling vanuit de landbouw. Tijdens winterse overstromingen leidt dit tot zeer voedselrijke omstandigheden van de beekbegeleidende Elzenbroekbossen op Landgoed Wellenseind en de vochtige alluviale bossen in de Hertgang. In feite vormen de beeksystemen van nature mesotrofe tot eutrofe Elzenbroekbossen waarin het voorjaarsaspect beeldbepalend is en de vegetatie in belangrijke mate onder invloed staat van uittredend grondwater. Indien het basenrijkere grondwater lange tijd tot in maaiveld zou staan, vormt het te voedselrijke beekwater niet zo'n probleem en ontwikkelen zich natuurlijke gradiënten tussen hypertrofe, eutrofe en mesotrofe standplaatsen door het aanwezige reliëf. Doordat het grondwater tijdens hoge beekpeilen ook tot in of zelf boven maaiveld reikt, kan het voedselrijke beekwater niet infiltreren en worden de voedingsstoffen met het uittredende grondwater weer via de beken afgevoerd.

Echter, het grondwater wordt door de beken en slotenstelsels gedraineerd en reikt niet of nauwelijks nog tot in maaiveld. Het voedselrijke beekwater wordt daardoor bij inundaties niet oppervlakkig afgevoerd maar stagneert in de opgestuwde slotencomplexen en krijgt de kans om tot diep in de bodem te infiltreren. Eutrofiëring vormt daardoor een groot probleem in de beekbegeleidende Elzenbroekbossen.

Bovendien treedt op grote schaal eutrofiëring op door de mineralisatie van sterk verdroogde veenbodems en in droogvallende watergangen.

### **Strooiselaccumulatie, bodemverzuring en boomsoortensamenstelling**

Naast de hydrologie vormen de boomsoortensamenstelling en de structuur van de bossen een knelpunt voor de habitatkwaliteit. Op plekken waar grondwater niet of slechts gedurende een korte periode tot in de wortelzone komt, spelen boomsoorten zelfs een dominante rol waar het gaat om bodemverzuring en strooiselafbraak. Op veel plaatsen in het beekdal is eik, Beuk, Amerikaanse eik en naaldhout aangeplant. Het blad van deze boomsoorten is arm aan nutriënten en basen en bovendien komen bij de afbraak zuren (humus- en looizuren) vrij. Deze boomsoorten hebben daardoor een verzurende invloed op de toplaag van de bodem, waardoor strooiselafbraak vertraagd wordt en basenminnende plantensoorten achteruitgegaan (Hommel & De Waal 2004, Hommel et al. 2007). Soorten als Hazelaar, Gewone vogelkers, linde, Zoete kers en Gewone kers hebben daarentegen basenrijk strooisel wat snel omgezet wordt en weinig strooiselaccumulatie optreedt. In het onderzoeksgebied zijn de eikenopstanden met een goed ontwikkelde bodemvegetatie veelal gemengd met soorten als Gewone es en Haagbeuk en in de struiklaag zijn Hazelaar, Kardinaalsmuts, Eenstijlige meidoorn en Sleedoorn rijkelijk aanwezig.

Op Wellenseind is in het beekdal veel populier aangeplant. De ondergroei van deze bossen is sterk verruigd met Grote brandnetel en Riet. Verruiging van de ondergroei wordt vaak in verband gebracht met populieren omdat deze boomsoort met haar bladstrooisel meer stikstof en fosfaat op de bosbodem brengt en daarmee verruiging bevordert. Dit wordt echter in een Vlaams onderzoek weersproken (Verstraeten et al. 2004). Populier heeft zelfs een positief effect op bodemontwikkeling en terugkeer van kenmerkende (oud) bossoorten, juist vanwege het basenrijke strooisel. De oorzaak van de verruiging ligt veelal in ontwatering, bodemverstoring en een te licht bosklimaat omdat een struiklaag ontbreekt.

## 7.2 Oorzaken

De belangrijkste oorzaken die ten grondslag liggen aan de hiervoor beschreven knelpunten, worden gevormd door te lage zomergrondwaterstanden. De beken zijn diep in het landschap ingesneden en draineren samen met diepe en intensieve slotenstelsels het grondwater effectief. Doordat de beken gevoed worden vanuit een stroomgebied dat grotendeels in agrarisch gebruik is, treden in de winter sterke piekafvoeren op met voedselrijk beekwater. De grondwaterstanden fluctueren hierdoor heel sterk in de winter en zakken in de zomer tot meer dan 50 cm te diep weg.

Binnen het beekdal zijn bovendien intensieve slotenstelsels aangelegd om in het verleden de voedselrijkere gronden rond de beken als hooiland in gebruik te kunnen nemen. Sloten met een goede doorstroming kennen een relatief goede waterkwaliteit maar wanneer het oppervlaktewater wordt opgestuwd en stagnaties optreden, tredt interne eutrofiëring op waarbij veenafbraak en winterse overstromingen met voedselrijk beekwater zorgen voor een uiterst voedselrijk en sulfatrijk karakter. Zolang de grondwaterstanden in de winter tot in of boven maaiveld staan en doorstroming optreedt, vormen inundaties met voedselrijk grondwater een veel beperkter probleem omdat dit water niet kan infiltreren en zal oppervlakkig worden afgevoerd.

Het opstuwen van de waterpeilen in de watergangen zorgt ervoor dat vrijgekomen voedingsstoffen en afbraakproducten niet afgevoerd kunnen worden naar het bekensysteem maar ophopen. Dit leidt tot de ophoping van dikke sliedlagen waarmee de interne processen steeds verder worden versterkt.

## 7.3 Kennislacunes

De meetperiode van dit onderzoek was te kort om de nieuw geplaatste peilbuizen langdurig te monitoren. Er is nog geen goed beeld van de interactie tussen de beekpeilen en de grondwaterstanden. In hoeverre treden winterse inundatie met beekwater op en tot hoe ver reikt het beekwater.

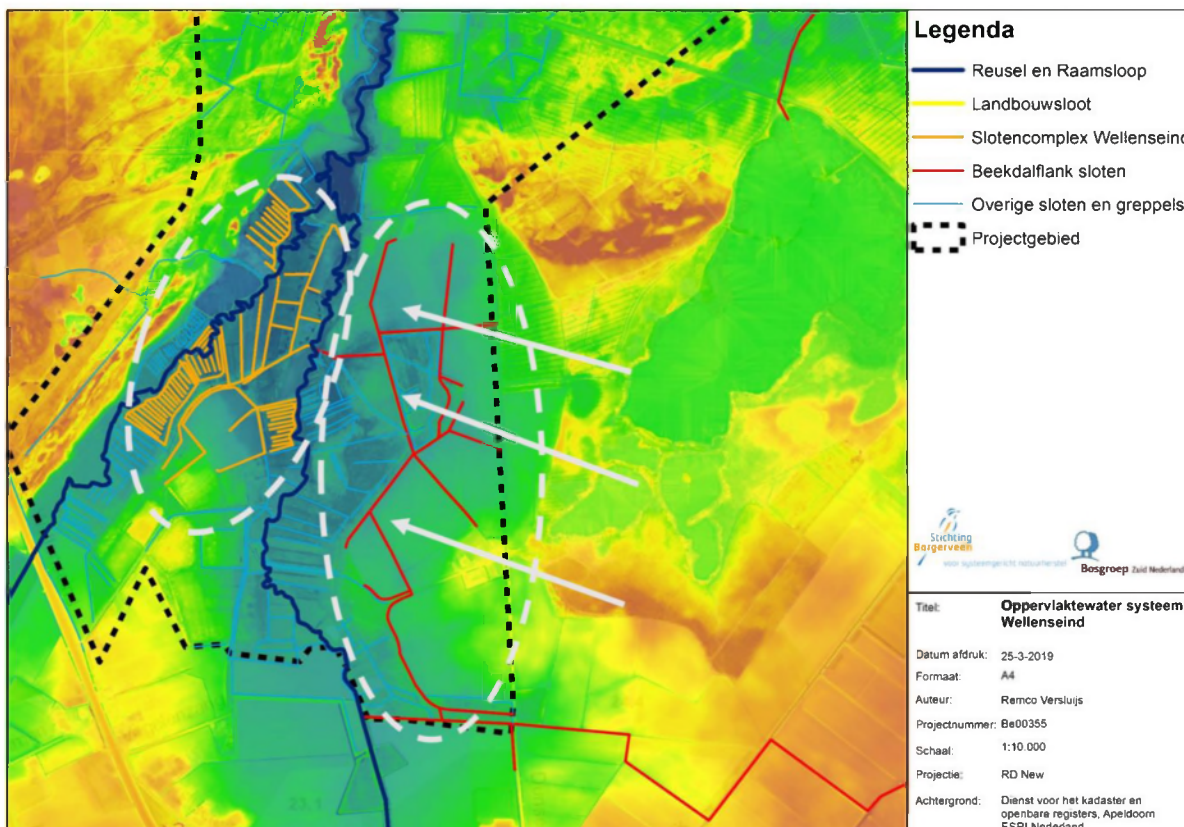
Bovendien was het meetjaar van 2018 een zeer bijzonder jaar en is niet als representatief te beschouwen voor het gebied. Langjarig onderzoek aan de grondwaterstanden en beekpeilen zal een beter inzicht moeten verschaffen in de interactie tussen grondwater en beekpeilen.

Tenslotte is het niet duidelijk hoe het kan dat de sloten op de oostflank van het beekdal in de extreem droge zomer van 2018 permanent watervoerend waren terwijl allen andere watergangen in het beekdal droog lagen. Een mogelijke verklaring is de aanvoer van grondwater via een bemalingspomp net zoals is gedaan voor de Reusel.

# 8 Herstelmaatregelen

## 8.1 Hydrologische maatregelen Landgoed Wellenseind

Allereerst dienen de sloten op de oostflank van het beekdal gedempt of sterk verondiept te worden (Afb. 68). Dit zal leiden tot een sterkere opbolling van de grondwaterspiegel in de winter en daarmee tot een langere naleving van grondwater in het voorjaar. De grondwaterstanden zakken daarmee minder diep weg en bovendien heeft deze maatregel positieve uitwerking op het stroomopwaarts gelegen Mispelendsche Heide. Het is zelfs mogelijk een natuurlijk gradiënt tussen de Mispelendsche heide met De Flaes en het beekdal van de Reusel op Landgoed Wellenseind te versterken (Afb. 68). Dit kan plaatsvinden via de ontwikkeling van vochtige heide en gagelmoerassen op de beekdalflank door de sterke opbolling van het lokaal, basenarm grondwater.



**Afb. 68** Weergave van de belangrijkste maatregelen en kansrijke gebieden voor de ontwikkeling van natte natuur.

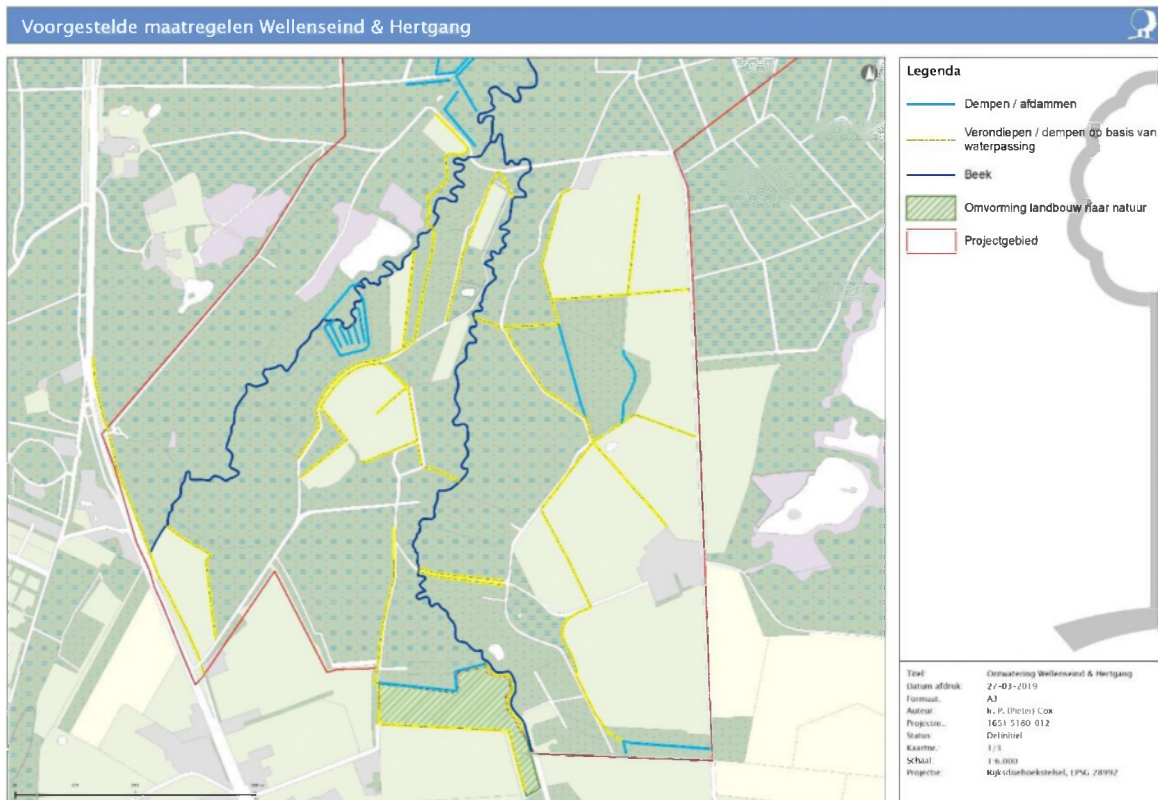
In het beekdal zelf dienen zowel de ondiepere sloten en greppels (Afb. 68, blauwe watergangen) als de uitgebreide slotenstelsels (Afb. 68, oranje watergangen) zoveel mogelijk gedempt of verondiept te worden. Het is belangrijk om in de winter de grondwaterstanden in het beekdal zoveel mogelijk tot in of beter nog tot boven maaiveld te krijgen zodat in de laagst gelegen broekbossen een constante doorstroming optreedt van basenarm tot baserijk, oligotroof tot mesotroof grondwater. Dan is ook de invloed van winterse inundaties met te voedselrijk beekwater op de standplaatscondities beperkt. Hierbij kan worden begonnen met het dempen van de sloten in die delen waar geen uitgebreide rabattenstelsels gelegen zijn omdat hier de beste kansen liggen om op korte termijn resultaten te boeken in herstel (Afb. 68, blauwe watergangen). Vervolgens is het wenselijk om ook de diepe rabattencomplexen en slotenstelsels aan te pakken. De rabattenstelsels zorgen lokaal voor een sterke verlaging van de grondwaterstanden (Afb. 68, oranje watergangen). Wanneer de rabattenstelsels behouden blijven moet gezorgd worden dat er zo min mogelijk voedselrijk beekwater kan inunderen en dat uittredend grondwater in de rabatten vastgehouden wordt om verdroging tegen te gaan. Hierbij moet ook gezorgd worden dat er enige doorstroming mogelijk is. Zonder doorstroming is er een groot risico op interne eutrofiëring. Het opstuwen zorgt er namelijk voor dat grondwater niet meer kan uittreden en een mengsel van grondwater, neerslagwater en beekwater lange tijd stagneert. Omdat er hoge sulfaatconcentraties in het oppervlaktewater aanwezig zijn, treed sulfaatreductie op en zal sprake zijn van veenafbraak en voedselrijke condities. Dit leidt tot een verdergaande verzuuring van de bossen. Tijdens zomerse droogte treedt oxidatie van sulfide op waardoor sulfaat wordt geproduceerd en de watergangen heel sterk verzuren.

Alleen het dempen of verondiepen van de slotencomplexen en enkele sloten in het beekdal en op de flanken van het beekdal zal niet leiden tot een voldoende stijging van de grondwaterstanden om zomerse droogte te voorkomen. De voorgaande maatregelen zullen natuurlijk een belangrijke bijdrage leveren aan een verhoging van de grondwaterstanden en de grondwaterinvloed versterken. Toch blijven de beken het gebied draineren en wordt de drainagebasis op een te laag niveau gehouden voor een succesvol herstel van Elzenbroekbossen en Vogelkers-Essenbossen. Voor een optimale ontwikkeling van deze bossen is het belangrijk dat het baserijkere grondwater weer tot in maaiveld reikt om de basenverzadiging van de Elzenbroekbossen en Vogelkers-Essenbossen weer voldoende op te laden.

Voor een optimaal herstel van de Elzenbroekbossen en Vogelkers-Essenbossen met natuurlijke gradiënten via veenvormende gagelmoerassen en natte heiden op de beekdalflanken, is het noodzakelijk het drainageniveau van de Reusel en de Raamsloop te verhogen. De beken dienen sterk verondiept te worden of op een hoger peil opgestuwd te worden zodat het basenrijke grondwater weer in een bredere zone tot in maaiveld kan reiken. In de winter zullen daardoor langdurige inundaties optreden van laag gelegen terreindelen waarin zich voedselrijkere moerassen kunnen gaan ontwikkelen. Maar omdat de grondwaterstand nu wel tot in maaiveld reikt, wordt het grootste deel van de nutriënten uiteindelijk afgevoerd uit het gebied en krijgt het voedselarme grondwater een veel grotere invloed op de standplaatscondities. Hierbij dient wel rekening gehouden te worden met de dwarswegen die over het landgoed lopen. Deze fungeren namelijk als dammen en zullen oppervlakkige doorstroming belemmeren. Bovendien is bij een dergelijk optimaal herstel geen landbouw meer mogelijk en zullen hooilanden tot in het voorjaar nat en zompig zijn.

Indien er niet voor gekozen wordt de beken te verondiepen of de peilen te verhogen, blijven de grondwaterstanden te laag om de Habitattypen “Vochtige Alluviale Bossen” optimaal tot ontwikkeling te laten komen en zullen de bossen hun eutrofe karakter behouden. Met het hydrologisch model van Waterschap De Dommel is aangetoond dat herstelmaatregelen zoals het verondiepen van slotenstelsels, verhogen van peilen in de slotencomplexen en het dempen van enkele sloten op de beekdalflank slechts 10-15 cm winst behalen op de GLG terwijl minimaal 50 – 60 cm winst noodzakelijk is.

In onderstaande afbeelding zijn de voorgestelde maatregelen voor Landgoed Wellenseind overzichtelijk weergegeven op een maatregelenkaart (Afb. 69).

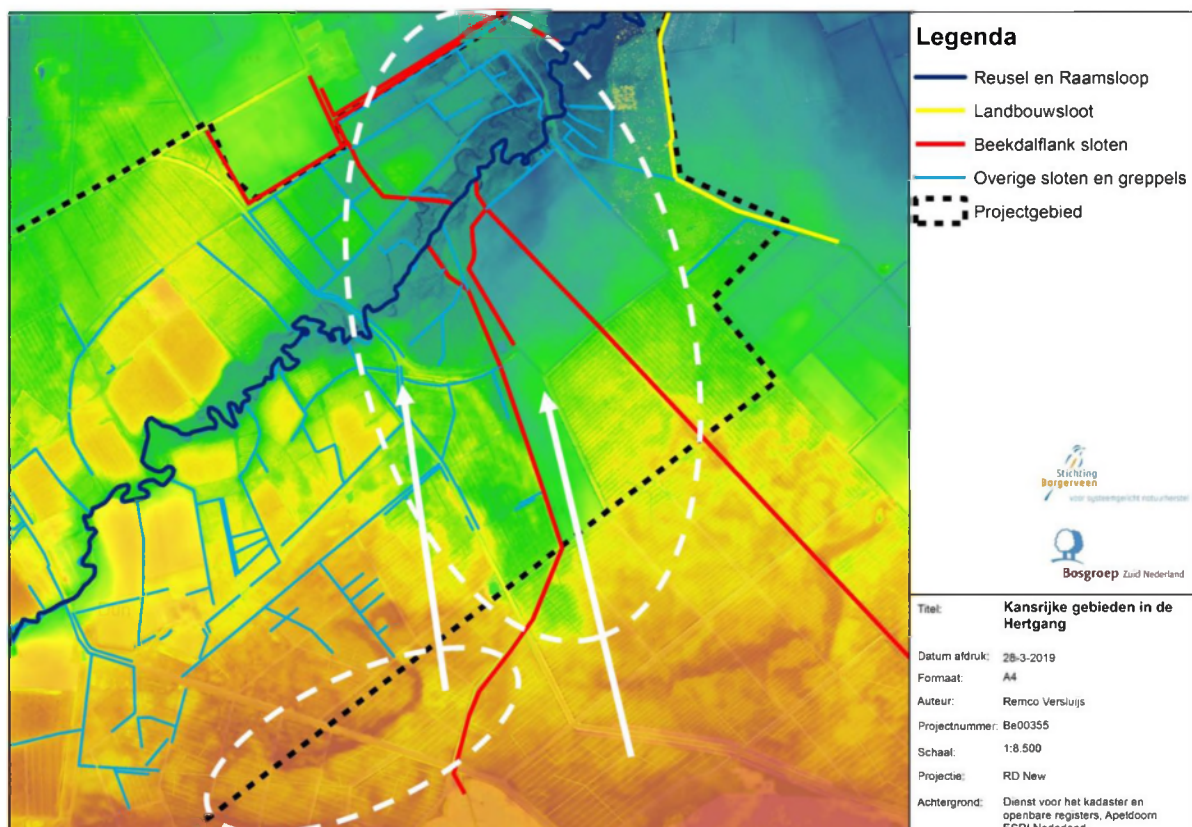


Afb. 69 Maatregelenkaart voor de watergangen op Landgoed Wellenseind

## 8.2 Hydrologische maatregelen De Hertgang

In de Hertgang, het gebied noordelijk van de versmalling bij Dun, dienen alle rabattensystemen en aanwezige ondiepe greppels en sloten in de lagere delen van het beekdal te worden gedempt. Het beekdal is hier maar zeer smal en wordt daardoor gekenmerkt door hele korte gradiënten. Uitzondering vormt het gebied weergegeven op afbeelding Afb. 70. Hier verbreed het beekdal zich en zijn geleidelijke gradiënten te ontwikkelen. Het gebied wordt vanaf de Misperleindsche Heide doorsneden door twee diepe sloten. Deze sloten vormen de overloop van De Goor en De Flaes en draineren over de gehele gradiënt het grondwater en zijn door dekzandruggen gegraven (Afb. 70). Daarmee wordt noordelijk van De Flaes een oorspronkelijk afvoerloze laagte ontwaterd (Afb. 70, witte cirkel). Bij herstel zouden deze watergangen zoveel mogelijk gedempt moeten worden waarbij het oorspronkelijke reliëf weer wordt hersteld. Datzelfde geldt voor de sloten aan de noordkant van de Reusel. Waterpassingen kunnen duidelijk maken hoever de bodemhoogte omhoog kan zonder of minimale negatieve effecten op landbouwpercelen of percelen met een houtproductiefunctie. Het beste is om laaggelegen landbouwpercelen en productiebossen zoveel mogelijk om te vormen tot natte natuur.

De ondiepe sloten vormen samen met de diepe ontwateringssloten in eerste instantie de sleutel tot herstel en zal leiden tot een grotere opbolling van grondwater in de lokale grondwatersystemen van de Mispelindsche Heide. Aangezien deze sloten momenteel stroomopwaarts basenarm, zuur grondwater draineren en stroomafwaarts, kort voor ze in de Reusel uitmonden, ook baserijk, mesotroof grondwater onttrekken, zal de maatregel ook invloed hebben op het baserijke grondwater. In de lager gelegen delen van het beekdal biedt dit kansen voor hogere grondwaterstanden en kan het baserijke grondwater dichterbij de maaiveld komen.



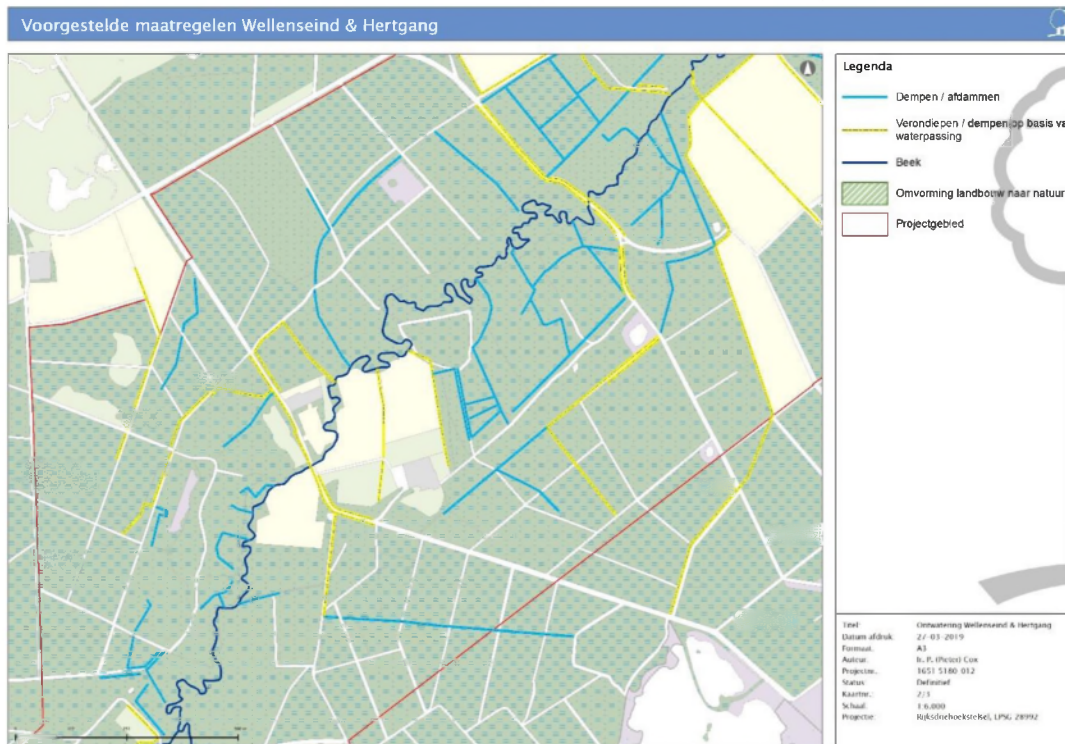
**Afb. 70** Weergave van de belangrijkste maatregelen en kansrijke gebieden voor de ontwikkeling van natte natuur.

Maar de Reusel dicteert ook hier de GLG zelfs wanneer de aangrenzende sloten worden gedempt en blijft waarschijnlijk te laag voor een kwalitatieve verbetering van het Habitattypen “Vochtige alluviale bossen”. In de winter wordt het baserijke grondwater door de beek gedraineerd en zijn lokale grondwatersystemen vanaf de Mispelindsche Heide dominant. Hierdoor zullen de omliggende bosbodems steeds verder verzuren. In de huidige situatie zijn al slechts in een zeer smalle zone in het beekdal, en dan alleen op grotere diepte, baserijkere condities vastgesteld. Inundaties vanuit de beek met baserijk beekwater of een

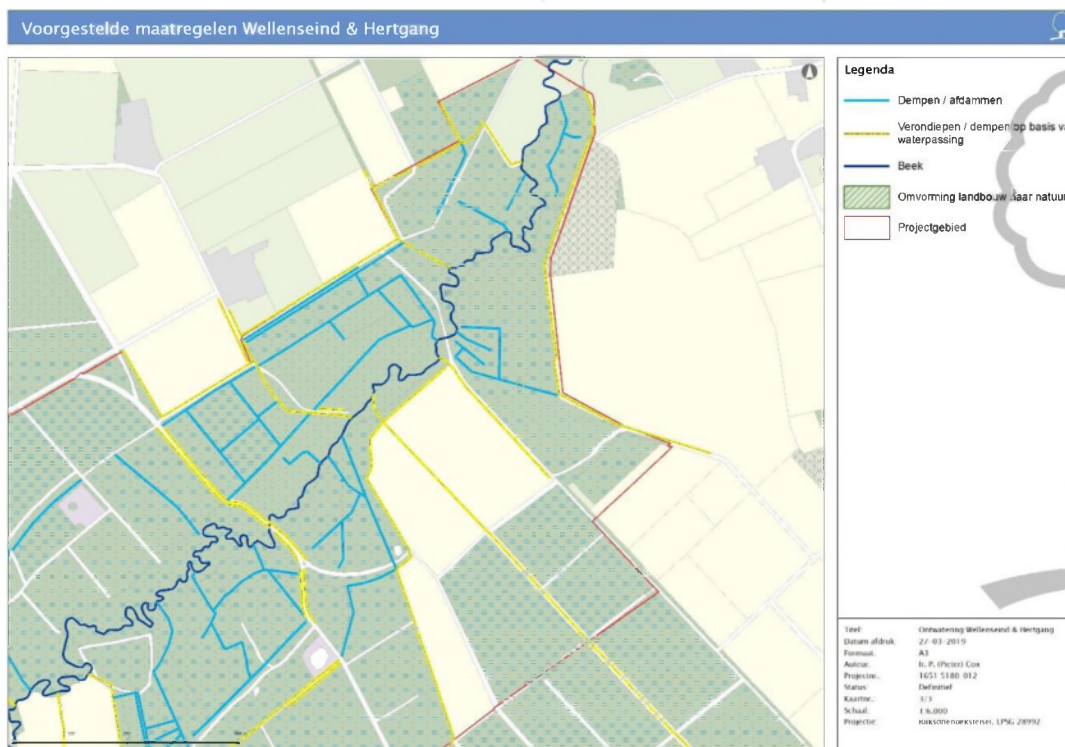
heel sterke stijging van het basenrijke grondwater is noodzakelijk om de Habitattypen in stand te houden en de basenverzadiging voldoende op te laden. De nu aanwezige Vogelkers-Essenbossen vormen waarschijnlijk al een degradatiestadium van de vroegere Elzenbroekbossen in de smalle overstromingsvlakte van de beek en sterk kwelgebied van het subregionaal grondwatersysteem. Bij uitblijven van grondwaterinvloed door het verhogen van de beekbodem of beekpeilen, zullen de standplaatsen steeds verder verzuren. Soorten van basenarme, zure standplaatsen gaan op den duur steeds dominanter worden.

Het in dit deel van het projectgebied zeer goed mogelijk om een natuurlijk gradiënt te ontwikkelen tot op de Misperleindsche Heide met natte broekbossen in de overstromingsvlakte van de Reusel, Vogelkers-Essenbossen op de gradiënt met invloed van basenrijker grondwater naar berkenbroekbossen op standplaatsen met invloed van basenarm grondwater. Deze vochtige tot natte bossen liggen op korte gradiënten in het beekdal en vormen overgangen naar drogere bostypen hoger op de gradiënt. Bovendien kan vanaf de Misperleindsche Heide een vochtig slenkenstructuur worden ontwikkeld in afvoerloze laagten.

De maatregelen voor dit deel van het projectgebied zijn weergegeven op twee maatregelenkaarten (Afb. 71 & Afb. 72).



**Afb. 71** Maatregelkaart voor het centrale deel van de Hertgang



**Afb. 72** Maatregelkaart voor het noordelijke deel van de Hertgang

### **8.3 Maatregelen voor vermindering van de vermesting en stabilisering beekdynamiek**

Momenteel worden de beken gekenmerkt door piekafvoeren en droogval in de zomer. Om de beekdynamiek te stabiliseren en verondieping van de beek mogelijk te maken, zou de hydrologie in het gehele stroomgebied van de Reusel en Raamsloop verbeterd moeten worden. Er zou gestreefd moeten worden om stroomopwaarts van het projectgebied (regen)water langer vast te houden in plaats zo snel mogelijk op de beken af te voeren. Hierdoor ontstaan veel constantere beekdebieten en komen piekafvoeren minder vaak voor en treed minder erosie op in de beken. Stabieler beekpeilen zijn ook gunstig voor beekvissen en libellen zoals beekprik, bosbeekjuffer en mogelijk in de toekomst bronlibel.

Uitspoeling van meststoffen dient bij de bron te worden aangepakt. Er zou minder mest moeten uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Om te voorkomen dat voedingsstoffen via het oppervlaktewater vanuit de landbouwgebieden in de beken terecht komt, kan ervoor worden gekozen om op strategische plekken hypertrofe moerassen met helofyten aan te leggen om daarmee het landbouwwater eerst voor te zuiveren. Hierdoor kunnen veel meststoffen bovenstrooms al worden afgevangen en verbeterd de kwaliteit van het beekwater verder stroomafwaarts. Maar ook dieper in het eerste watervoerende pakket zijn hoge concentraties sulfaat aangetroffen, dus ook uitspoeling via het grondwater dient aangepakt te worden.

### **8.4 Bosvorming**

Omvorming van de bossen biedt kansen voor een kwaliteitsverbetering van de bestaande habitattypen, maar kan ook bijdragen aan uitbreiding van habitattypen. Dat laatste zal echter niet binnen 1 a 2 planperioden te realiseren zijn omdat bossen een lange ontwikkelingstijd vergen.

Een algemene maatregel voor verbetering van bestaande habitattypen is aanplant van boom- en struiksoorten met een goede strooiselkwaliteit (zie Tabel 7). In open en lichte opstanden van berk en eik kan dat door onderplanten met soorten die goed schaduw kunnen verdragen. Waar nodig kan door variabele dunning de bosstructuur verbeterd worden. Bij variabele dunning worden selectief individuele bomen of groepen bomen gekapt. Hierdoor ontstaat variatie in dichtheid van opstanden, de hoeveelheid licht die op de bodem komt,

wordt dikte groei van bomen gestimuleerd en ontstaat ook ruimte om ook meer lichtbehoevende soorten aan te planten. Op landgoed Wellenseind is rijkstrooiselsoorten in

Tabel 7: Boom- en struiksoorten die toegepast kunnen worden als rijkstrooiselsoorten bij bosomvorming. S zijn schaduwtolerante soorten, waarmee opstanden onderplant kunnen worden. L meer licht behoevende soorten die op open plekken en kleine kapvlakten geplant moeten worden

Wetensch. Naam	Ned. naam	Licht	Wetensch. Naam	Ned. naam	Licht
<i>Acer campestre</i>	Spaanse aak	S	<i>Prunus avium</i>	Zoete kers	L
<i>Acer platanoïdes</i>	Noorse esdoorn	S	<i>Prunus padus</i>	Gewone vogelkers	S
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	S	<i>Prunus spinosa</i>	Sleedoorn	S
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	S	<i>Rosa canina</i>	Hondsroos	L
<i>Corylus avellana</i>	Hazelaar	S	<i>Salix alba</i>	Schietwilg	L
<i>Crataegus monogyna</i>	Eenstijlige meidoorn	L	<i>Salix caprea</i>	Boswilg	L
<i>Euonymus europaeus</i>	Wilde kardinaalsmuts	S	<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde	S
<i>Fraxinus excelsior</i>	Es	S	<i>Tilia platyphyllos</i>	Zomerlinde	S
<i>Populus nigra</i>	Zwarte populier	L	<i>Ulmus laevis</i>	Fladderiep	S
<i>Populus tremula</i>	Ratelpopulier	L	<i>Ulmus minor</i>	Gladde iep	S
			<i>Viburnum opulus</i>	Gelderse roos	S

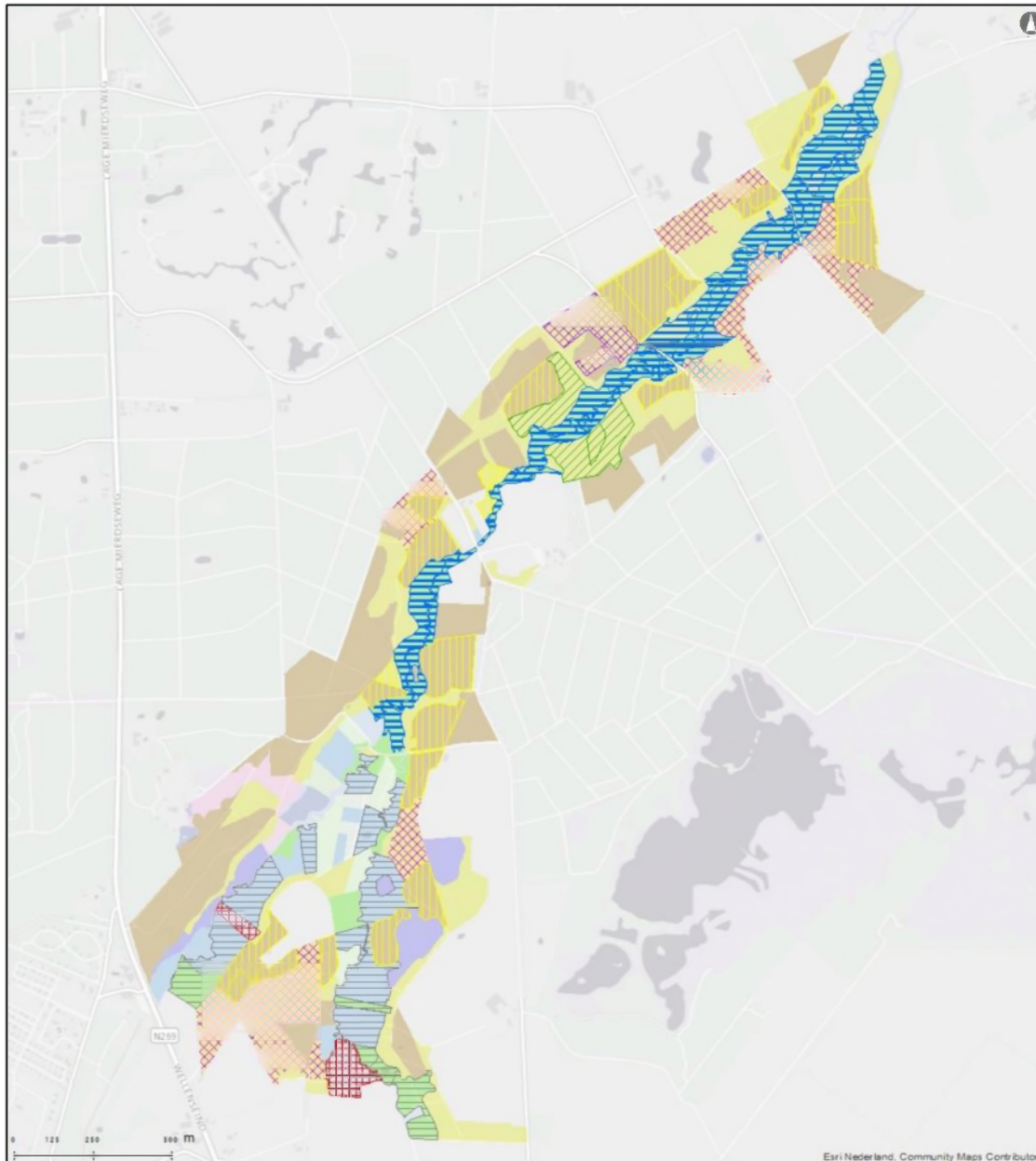
het beekdal voldoende vertegenwoordigd (Populier, Zwarte els, Gewone esdoorn en Gewone es). Hier is eerder rijke bodem in combinatie met het open karakter van het bos een probleem. Aanplant van verschillende boom- en struiksoorten die de schaduwdruk verhogen kan zorgen dat de verruiging enigszins wordt teruggedrongen. Ook locatie waar door kap van de boomlaag nu een ruigte is ontstaan kan door aanplant snel een dicht jong bos gecreëerd worden die verruiging tegengaat.

Voor uitbreiding van habitattypen zijn er nog verschillende kansrijke mogelijkheden. Op de maatregelenkaart voor bosomvorming zijn potentiële locaties aangegeven. Het betreft grote aaneengesloten oppervlakten met structuur- en soortenarme aanplanten van vooral exoten. Voor uitwerking van maatregelen zie

Tabel 8: Overzicht van maatregelen voor uitbreiding van habitattypen Beekbegeleidende bossen, Eiken-haagbeukenbossen en Beuken- en eiken met Hulst.

<b>Opstandstype</b>	<i>Eiken- en berkenbossen met een soortenarme ondergroei (E).</i>
<b>Karakterisering</b>	Loofbossen van inheems loofhout met een zure (verzuurde) bodem en een dik strooiselpakket waar rijkstrooiselsoorten ontbreken
<b>Maatregel</b>	Onderplanten met rijkstrooisel soorten
<b>Maatregel</b>	Variabele dunning
<b>Opstandstype</b>	<i>Structuur en soortenarme Beukenbossen (B).</i>

<b>Karakterisering</b>	Grote aaneengesloten oppervlakte structuurarme beukenbossen
<b>Maatregel</b>	Groepenkap om eenvormige structuur te doorbreken
<b>Maatregel</b>	Aanplant van rijkstrooiselsoorten
<b>Opstandstype</b>	<i>Opstanden van Amerikaanse eik (A).</i>
<b>Karakterisering</b>	Structuur- en soortenname bossen van Amerikaanse eik
<b>Maatregel</b>	Omvorming door groepenkap en dunning
<b>Maatregel</b>	Aanplant van rijkstrooiselsoorten (incl esdoorns als concurrentiekrachtige tegenhanger van Amerikaanse eik)
<b>Opstandstype</b>	<i>Naaldbossen (N)</i>
<b>Karakterisering</b>	Dit betreft loofbossen van inheems loofhout met een zure (verzuurde) bodem en een dik strooiselpakket waar rijkstrooiselsoorten ontbreken
<b>Maatregel</b>	Omvorming door groepenkap en dunning
<b>Maatregel</b>	Aanplant van rijkstrooiselsoorten
<b>Opstandstype</b>	<i>Naaldbos in beekdal Wellenseind (N2)</i>
<b>Karakterisering</b>	Opstand van Grove den in beekdal met ondergroei van Rododendron en Adelaarsvaren. Zeer kansrijk voor Vogelkers-essenbos
<b>Maatregel</b>	Sterke dunning in de Grove den
<b>Maatregel</b>	Verwijderen van Rododendron
<b>Maatregel</b>	Aanplant van rijkstrooiselsoorten



**Legenda**

- |   |  |   |                            |
|---|--|---|----------------------------|
|  | Onderplanten beekdalbossen                   |  | Berkenbroekbos             |
|  | Omvormen Amerikaanse eik                     |  | Elzenbroekbos              |
|  | Structuurverbetering beukenbossen            |  | Voedselrijke loofbossen    |
|  | Structuurverbetering en onderplanten loofbos |  | Voedselarme loofbossen     |
|  | Bijplanten kapvlakten populier               |  | Naaldbossen                |
|  | Omvormen naaldbossen                         |  | Graslanden                 |
|  | Onderplanten populierenbossen                |  | Heide                      |
|   |  |  | Moeras en ruigte           |
|   |  |  | Water en oeverbegroeiingen |

## 9 Geraadpleegde literatuur en websites

**Aequator Groen & Ruimte, 2010.** Aanvullend bodemkundig en hydrologisch onderzoek beekbegeleidend loofbos langs de Reusel.

**Besselink, D., Logemann, D., Werfhorst, H. van de, Jansen, A. & Reeze, B. 2017.** Handboek ecohydrologische systeemanalyse beekdallandschappen. i.o.v. STOWA en OBN. STOWA-rapport 2017-05. Amersfoort, STOWA

**Burg, R.F. van der & P. Cox, 2018.** Hydrologisch vooronderzoek Mispelheide – Landgoed de Utrecht. Rapportage.

**Caspers, T., 2012.** Landgoederen in Noord-Brabant. Het lief en leed dat landgoed heet. Haaren, p 254.

**Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995.** Handleiding bodemgeografisch onderzoek; richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Technisch Document 19A; 222 blz.; 20 fig.; 30 tab

**Custers, B., J. Jansen & G. Stoffelen, 2014.** Inrichtings- en beeldkwaliteitsplan Landgoed Wellenseind. Preadium.

**Geessink, A.H. & E. Romeijn, 1990.** Een verkennende studie naar de mogelijkheden voor toegepast geomorfologisch onderzoek. Interne mededeling nr.: 109. Staring Centrum Wageningen.

**Hommel, P.W.F.M., H.P.J. Huiskens, J. Den Ouden, H. Siebel, N.A.C. Smits & V.D. H.F., 2012.** "Herstelstrategie h9160a: Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)." from <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/Documenten/Pas/Herstelstrategieen/Deel%20II/H/H9160A.pdf>.

**Huissteden, J. van, L. van der Valk & J. Vandenberghe, 1986.** Geomorphological evolution of a lowland valley system during the Weichselian. Earth Surface Processes and Landforms, 11: 207-216.

**Molen, P.C. van der, Baaijens, G.J., Grootjans, A. & Jansen, A., 2010.** LESA : Landschapsecologische Systeemanalyse. Brochure, 21 blz.

**Provincie Noord-Brabant, 2017a.** Natura 2000 Beheerplan Kempenland-west. Provincie Noord Brabant, 's-Hertogenbosch.

**Provincie Noord-Brabant, 2017b.** Gebiedsanalyse Kempenland-West (135) Programma Aanpak Stikstof (PAS), versie 07-07-2017.

**Sparrius, L.B., B. Odé & R. Beringen, 2014.** Basisrapport rode lijst vaatplanten 2012 volgens nederlandse en iucn-criteria. Floron. Nijmegen.

**Stoffelen, G., 2015.** Bestemmingsplan Landgoed De Utrecht, Gemeente Hilvarenbeek en gemeente Reusel-De Mierden. Preadium.

**Van Beek, J.G. R.F. van Rosmalen, B.F. van Tooren & P.C. van der Molen, 2014.** Werkwijze monitoring en beoordeling Natuurnetwerk en Natura2000/PAS. BIJ12, Utrecht.

**Van der Burg, R.F., E. Brouwer, R.J. Bijlsma, A.B. van der Burg, G.A. van Duinen, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, E.C.H.E.T. Lucassen & R.W. de Waal, 2014.** Preadvies voor herstel van vochtige bossen op pleistocene zandgronden. Rapportnr 2014/OBN192-NZ, VBNE, Driebergen.

**Vermulst, J.A.P.H., 2011.** Scenariostudie en inrichtingsplan natte natuurparels de utrecht gebiedsdelen hoogeyndse beek, broekkant, reuseldal de utrecht, mispeleindsche en neterselsche heide. Royal Haskoning. 's-Hertogenbosch.

**Verstraeten, A., L. de Bruyn, L. de keersemaekerK. Vandekerkhove, K. Smets, H. D'Havé, N. Lust, A. de Schrijver & L. Willems, 2004.** Evaluatie van Beheermaatregelen om de ecologische kwaliteit van populierenbossen te optimaliseren. Rapport IBW Bb 2004.004. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Geraardsbergen.

# 10 Bijlagen

## Bijlage 1 Gekarteerde plantensoorten op Wellenseind en de Hertgang

NED_NAAM	WET_NAAM	#	BOSGEMEENSCHAP	OVERIGE
Gewone dotterbloem	<i>Caltha palustris</i> ss. <i>palustris</i>	7	Alnion	
Moeraszegge	<i>Carex acutiformis</i>	24	Alnion	
Stijve zegge	<i>Carex elata</i>	35	Alnion	
Elzenzegge	<i>Carex elongata</i>	44	Alnion	
Hoge cyperzegge	<i>Carex pseudocyperis</i>	3	Alnion	
Blaaszegge	<i>Carex vesicaria</i>	11	Alnion	
Holpijp	<i>Equisetum fluviatile</i>	3	Alnion	
Waterviolier	<i>Hottonia palustris</i>	12	Alnion	
Zwarte bes	<i>Ribes nigrum</i>	28	Alnion	
Bosbies	<i>Scirpus sylvaticus</i>	14	Alnion	
Moerasandoorn	<i>Stachys palustris</i>	1	Alnion	
Watermuur	<i>Stellaria aquatica</i>	1	Alnion	
Beekpunge	<i>Veronica becca-bunga</i>	1	Alnion	
Kruipend zenegroen	<i>Ajuga reptans</i>	42	Alno-padion	
Bosveldkers	<i>Cardamine flexuosa</i>	10	Alno-padion	
IJle zegge	<i>Carex remota</i>	14	Alno-padion	
Groot heksenkruid	<i>Circaea lutetiana</i>	7	Alno-padion	
Ruwe smele	<i>Deschampsia cespitosa</i>	11	Alno-padion	
Sleedoorn	<i>Prunus spinosa</i>	13	Alno-padion	
Aalbes	<i>Ribes rubrum</i>	48	Alno-padion	
Knopig helmkruid	<i>Scrophularia nodosa</i>	2	Alno-padion	
Blauw glidkruid	<i>Scutellaria galericulata</i>	13	Alno-padion	
Bosandoorn	<i>Stachys sylvatica</i>	1	Alno-padion	
Zompzegge	<i>Carex curta</i>	8	Betulion	Kleine zeggen
Zwarte zegge	<i>Carex nigra</i>	7	Betulion	Kleine zeggen
Snavelzegge	<i>Carex rostrata</i>	7	Betulion	
Wilde gagel	<i>Myrica gale</i>	31	Betulion	
Koningsvaren	<i>Osmunda regalis</i>	21	Betulion	
Klein glidkruid	<i>Scutellaria minor</i>	4	Betulion	Kleine zeggen
Geoord veenmos	<i>Sphagnum denticulatum</i>	6	Betulion	
Gewimperd veenmos	<i>Sphagnum fimbryatum</i>	21	Betulion	
Gewoon veenmos	<i>Sphagnum patustre</i>	7	Betulion	
Haakveenmos	<i>Sphagnum squarrosum</i>	9	Betulion	
Bosanemoon	<i>Anemone nemorosa</i>	118	Carpinion	
Wijfjesvaren	<i>Athyrium filix-femina</i>	8	Carpinion	
Vingerhelmbloem	<i>Corydalis solida</i>	1	Carpinion	
Mannetjesvaren	<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	Carpinion	
Wilde kardinaalsmuts	<i>Euonymus europaeus</i>	5	Carpinion	
Boshyacint	<i>Hyacinthoides non-scripta</i>	4	Carpinion	
Wegedoorn	<i>Rhamnus catharticus</i>	1	Carpinion	
Kruisbes	<i>Ribes uva-crispa</i>	1	Carpinion	
Grote muur	<i>Stellaria holostea</i>	82	Carpinion	
Taxus	<i>Taxus baccata</i>	1	Carpinion	
Zomerlinde	<i>Tilia platphyllos</i>	1	Carpinion	

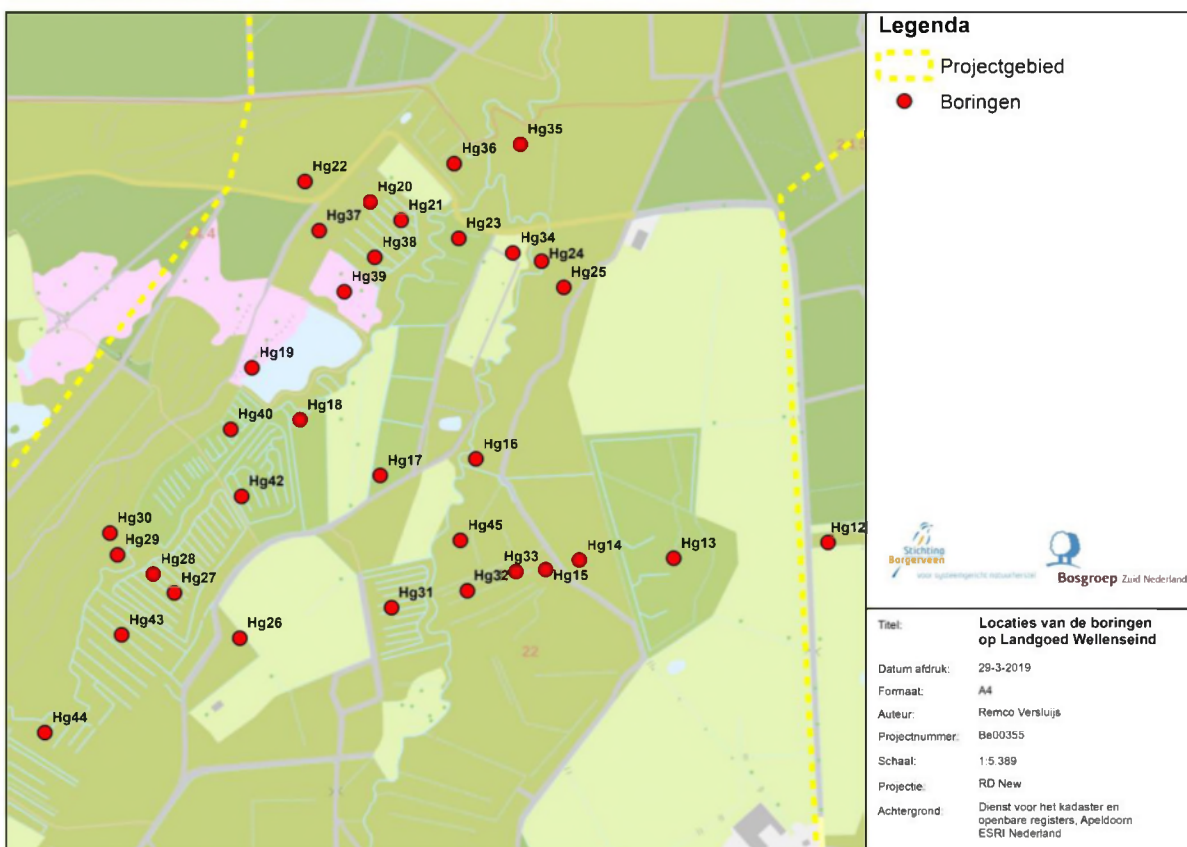
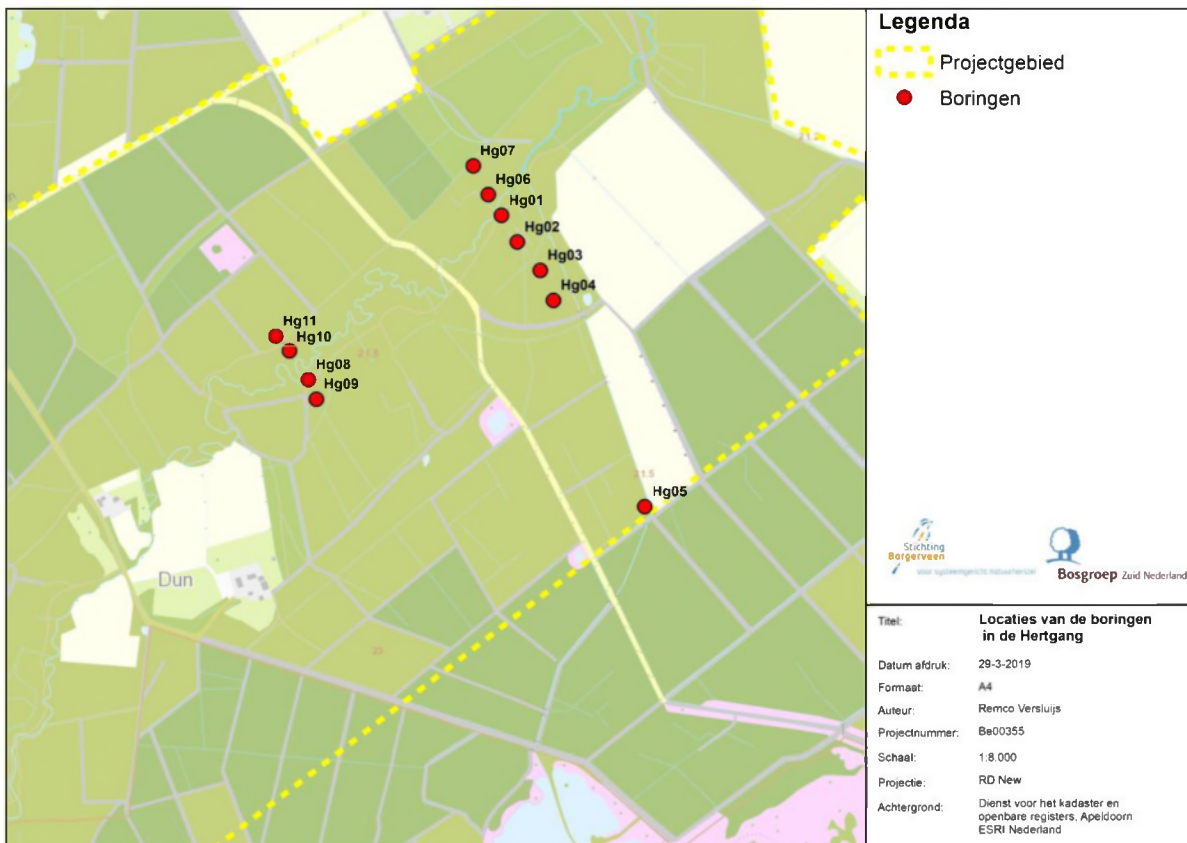
<b>Kleine maagdenpalm</b>	<i>Vinca minor</i>	1	Carpinion	
<b>Bleeksporig bosviooltje</b>	<i>Viola riviniana</i>	56	Carpinion	
<b>Tormentil</b>	<i>Potentilla erecta</i>	3	Quercion	
<b>Dubbeloof</b>	<i>Blechnum spicant</i>	24	Quercion	
<b>Pilzegge</b>	<i>Carex pilulifera</i>	5	Quercion	
<b>Brede wespenorchis</b>	<i>Epipactis helleborine</i> ss.	1	Quercion	
<b>Kussentjesmos</b>	<i>Leucobryum glaucum</i>	1	Quercion	
<b>Dalkruid</b>	<i>Maianthemum bifolium</i>	55	Quercion	
<b>Hengel</b>	<i>Melampyrum pratense</i>	1	Quercion	
<b>Gewone salomonszegel</b>	<i>Polygonatum multiflorum</i>	7	Quercion	
<b>Gewone eikvaren</b>	<i>Polypodium vulgare</i>	2	Quercion	
<b>Adelaarsvaren</b>	<i>Pteridium aquilinum</i>	17	Quercion	
<b>Valse salie</b>	<i>Teucrium scorodonia</i>	14	Quercion	
<b>Blauwe bosbes</b>	<i>Vaccinium myrtillus</i>	7	Quercion	
<b>Drijvende waterweegbree</b>	<i>Luronium natans</i>	4		Beken
<b>Dwergviltkruid</b>	<i>Filago minima</i>	4		Droge heiden
<b>Stekelbrem</b>	<i>Genista anglica</i>	6		Droge heiden
<b>Kruipbrem</b>	<i>Genista pilosa</i>	2		Droge heiden
<b>Jeneverbes</b>	<i>Juniperus communis</i>	3		Droge heiden
<b>Bleekgele droogbloem</b>	<i>Gnaphalium luteo-album</i>	1		Heischrale graslanden
<b>Klein vogelpootje</b>	<i>Ornithopus perpusillus</i>	1		Heischrale graslanden
<b>Kruipganzerik</b>	<i>Potentilla anglica</i>	1		Heischrale graslanden
<b>Sterzegge</b>	<i>Carex echinata</i>	1		Kleine zeggen
<b>Veldrus</b>	<i>Juncus acutiflorus</i>	10		Kleine zeggen
<b>Kleine zonnedauw</b>	<i>Drosera intermedia</i>	2		Natte heiden
<b>Moeraswolfsklauw</b>	<i>Lycopodiella inundata</i>	4		Natte heiden
<b>Bruine snavelbies</b>	<i>Rhynchospora fusca</i>	1		Natte heiden
<b>Zacht veenmos</b>	<i>Sphagnum molle</i>	1		Natte heiden
<b>Wateraardbei</b>	<i>Comarum palustris</i>	1		Vennen
<b>Veelstengelige waterbies</b>	<i>Eleocharis multicaulis</i>	1		Vennen
<b>Vlottende bies</b>	<i>Eleogiton fluitans</i>	5		Vennen
<b>Moerashertshooi</b>	<i>Hypericum elodes</i>	3		Vennen
<b>Waterpostelein</b>	<i>Lytrum portula</i>	1		Vennen
<b>Duizendknoopfonteinkruid</b>	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	5		Vennen
<b>Dwerg- / Geelgroene</b>	<i>Carex oederi</i>	1		Overig
<b>Zeegroene rus</b>	<i>Juncus inflexus</i>	1		Overig
<b>Linde</b>	<i>Tilia sp.</i>	1		Overig
<b>Sachalinse duizendknoop</b>	<i>Fallopia sachalinensis</i>	50		exoot
<b>Reuzenbalsemien</b>	<i>Impatiens glandulifera</i>	18		exoot
<b>Bonte gele dovenetel</b>	<i>Lamiastrum galeobdolon</i> ss. arg.	7		exoot
<b>Schijnaardbei</b>	<i>Potentilla indica</i>	1		exoot
<b>Laurierkers</b>	<i>Prunus laurocerasus</i>	2		exoot
<b>Rhododendron</b>	<i>Rhododendron ponticum</i>	15		exoot

## Bijlage 2 Gekarteerde vegetatietypen op Wellenseind en de Hertgang

Aantal	Veldcode	Locaal type	Type	Vorm	Vegetatie type	Oppervlakte (ha)	Kwaliteit
3	BB1	39A-1	Alnus	Calamagrostis	r42RG01	1,66	Matig
3	BB5	39A-2	Alnus	Juncus effusus	r42RG04	2,29	Matig
7	BB8	39A2-1	Alnus	Phragmites	r42Aa02a	9,45	Goed
4	BB9	39A-3	Alnus	Urtica	r42RG04	1,30	Matig
1	BB10	39A2-2	Alnus	Iris	r42Aa02a	0,12	Goed
3	BB12	39A2-3	Alnus	Ribes	r42Aa02c	1,33	Goed
2	R1	32	Urtica	Eupatorium	r33RG08	0,50	
2	R3	33-1	Phragmites	Urtica	r33RG08	2,42	
1	MR4	8	Glyceria		r08RG03	0,29	
1	MR5	33-2	Fallopia		r34DG02	0,45	
<b>Totaal Elzenbroekbos</b>						19,81	
7	WI1	36A2	Grauwe wilg	Sphagnum	r39Aa2	3,74	Matig
5	BB2	40A2	Betula	Sphagnum	r43Aa02a	1,70	Goed
2	BB4	40A	Betula	Mollinea	r43RG02	0,83	Matig
1	6	39	Myrica gale	Mollinea	r39RG03	0,36	Matig
<b>Totaal Berkenbroekbos</b>						6,63	
9	BE1	42A2-1	Quercus	Vaccinium	r45Aa04a	4,64	Goed
8	BE2	42A2-2	Quercus	Pteridium	r45Aa04b	2,39	Goed
5	BE3	42	Quercus	Rubus	r45RG01	3,02	
3	BE4	42A2-3	Quercus rubra	Vaccinium	r45Aa04d	1,17	Goed
6	BE5	42A-1	Quercus rubra	Pteridium	r45DG01	5,99	
3	BE6	42A2-4	Quercus/Fagus	Pteridium	r45Aa04c	1,54	Goed
1	BE7	42A-2	Quercus rubra	Dryopteris	r45DG01	0,16	
3	BE8	42A2-5	Quercus	Holcus	r45Aa04e	1,28	Goed
13	BE9	42A-3	Quercus/Fagus	Rhododendron	r45DG02	6,88	
8	BE10	42A-4	Fagus	Leucobrium	r45Aa05a	7,09	Goed
29	BE11	42A1-1	Quercus	Mollinea	r45Aa04d	16,96	Goed
9	BE12	42A1-2	Quercus	Dryopteris	r45RG08	7,53	
3	BE13	42A1-3	Quercus	Mollinea	r45RG08	3,90	
4	BE15	42A1-4	Quercus	Deschampsia	r45Aa03a	3,67	Goed
1	BE16	42A-5	Quercus	Prunus	r45DG02	0,28	
1	BE17	42A-6	Quercus	Prunus	r45DG03	0,43	
3	BE18	42A-7	Quercus	Mollinea	r45RG08	2,03	
1	BE19	42A-8	Fagus	Ilex	r45Aa05a	0,54	Goed
4	DS1	18	Pteridium		18RG2	0,45	
<b>Totaal Voedselarme loofbossen</b>						69,96	

7	EB1	43C1	Quercus	Anemone	r46Ab03a	4,40	Goed
4	EB2	43B-1	Populus	Urtica	r46RG05	1,78	Matig
4	EB3	43B2-1	Quercus	Anemone	r46Aa05	1,75	Goed
7	EB4	43B2-2	Quercus	Anemone	r46Aa05	2,27	Goed
8	EB5	43B2-3	Quercus	Anemone	r46Aa05	2,83	Goed
5	EB6	43-1	Quercus	Anemone	r46RG05	1,91	Goed
6	EB7	43-2	Quercus	Rubus	r46RG09	3,88	Matig
3	EB8	43B2-4	Quercus	Anemone	r46Aa05	0,85	Goed
8	EB9	43B-2	Quercus	Urtica	r46RG05	6,53	Matig
<b>Totaal Voedselrijke loofbossen</b>						26,20	
1	NB1	41A3-1	Grove den	Vaccinium	r44Aa03a	0,66	
28	NB2	41-1	Douglas	Kindbergia	r44RG04	32,81	
6	NB3	41A-1	Grove den	Pteridium	r44RG01	3,43	
11	NB4	41A3-2	Grove den	Mollinea	r44Aa03c	11,60	
10	NB5	41A-2	Grove den	Deschampsia	r45RG07	15,20	
2	NB6	41-2	Grove den	Dryopteris	r44RG02	1,41	
2	NB9	41A-3	Grove den	Rhododendron	r45DG02	1,61	
<b>Totaal Naaldbossen</b>						66,72	
1	O1	6C2	Eleogiton	Sphagnum	r06Ac02	0,19	
1	W3	5B3	Nymphaea		r05Ba03	0,78	
3	11	10	Juncus effusus	Sphagnum	r10DG01	1,07	
<b>Totaal Water en oeverbegroeiingen</b>						2,05	
5	G1	12B1	Agrostis stolonifera	Alopecurus geniculatus	r12Ba01b	3,82	
1	G3	16	Juncus effusus		r16RG08	0,68	
<b>Totaal (Matig) voedselrijke Graslanden</b>						4,51	
2	G2	14C	Calluna	Agrostis	r14Ba01	0,63	
2	H1	20A1	Calluna	Deschampsia	r20Aa01	1,40	
1	H2	11A	Calluna	Mollinea	r11Aa02	0,54	
<b>Totaal Heide en droge schraallanden</b>						2,58	
270	<b>Eindtotaal</b>					198,45	

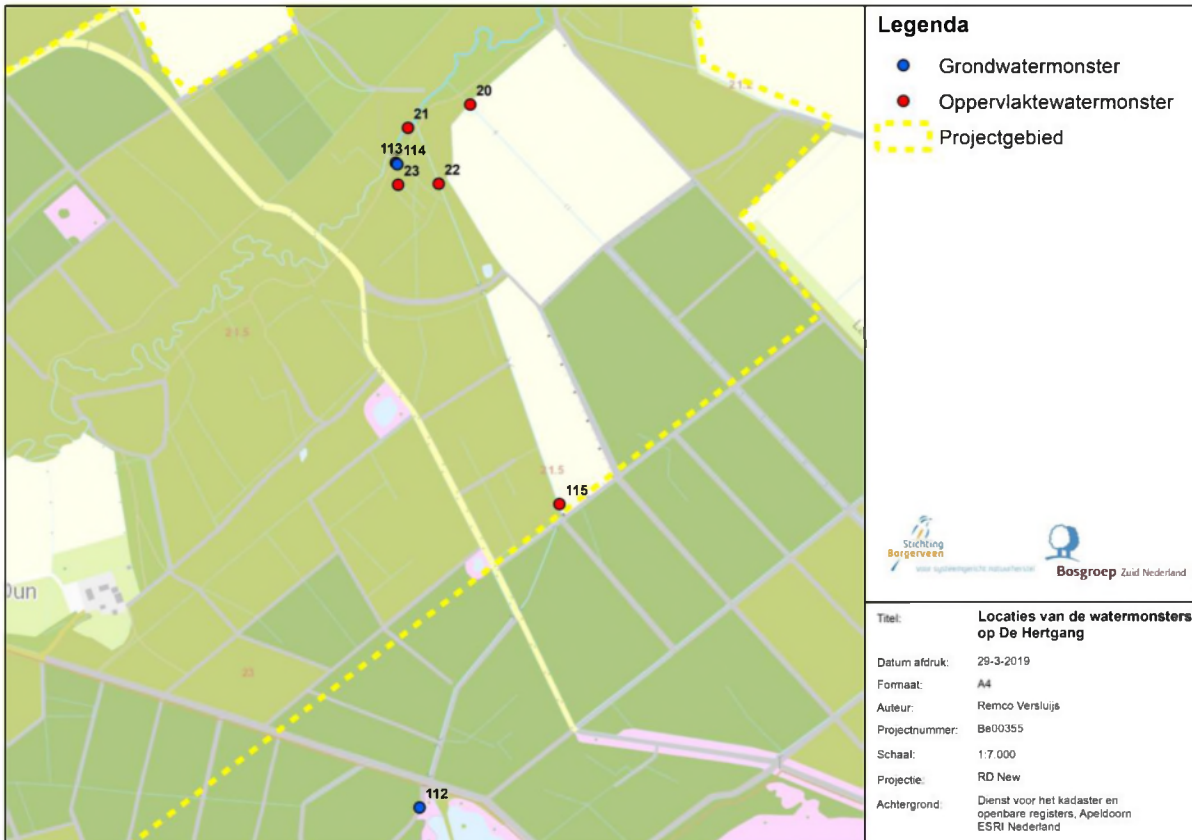
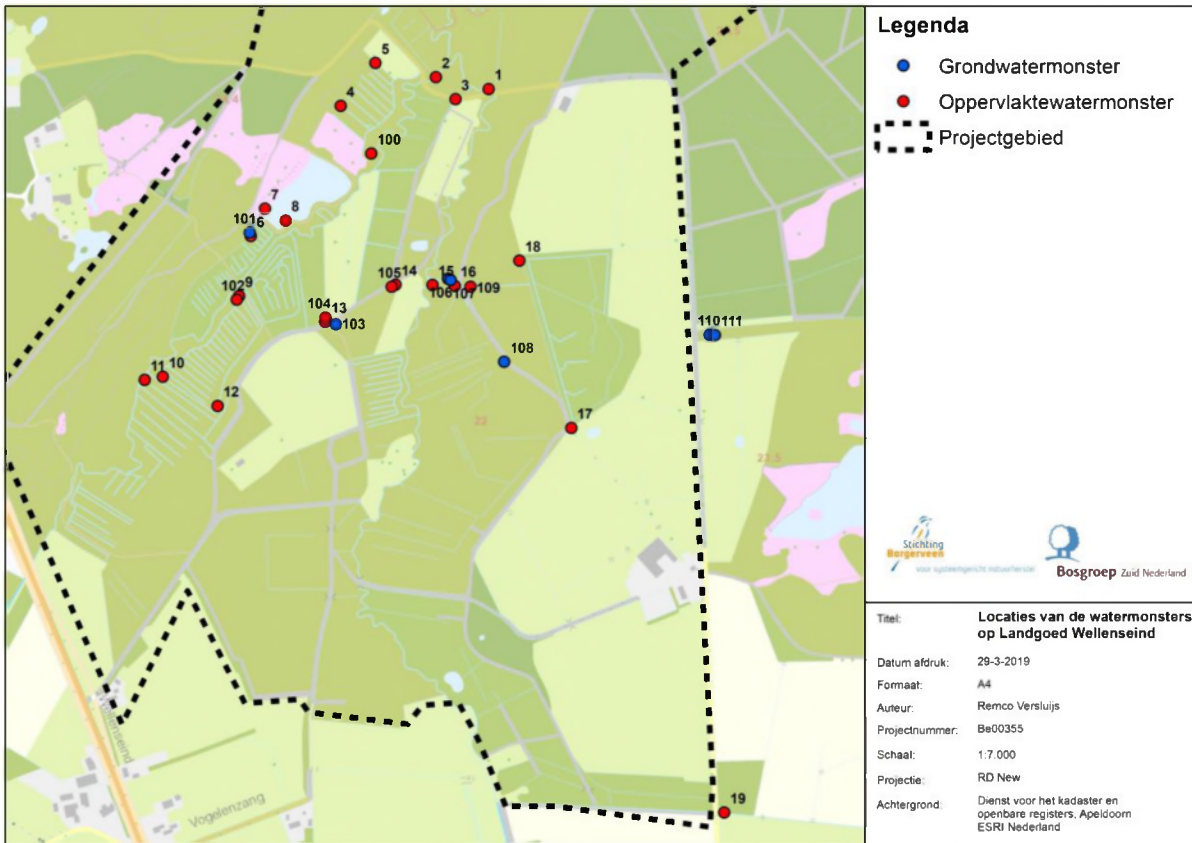
### Bijlage 3: Locaties van de bodemboringen



# Bijlage 4 Gegevens en locaties van waterkwaliteitsmonsters

Code	Monstertype	Datum analyse	EGV (µs)	pH water	Alkaline (meq/L)	HCO <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> (µmol/l)	HCO <sub>3</sub> (µmol/l)	Extinctie (ε450nm)	Nitrate (µmol/l)	Ammonium (µmol/l)	Phosphate (µmol/l)	Natrium (µmol/l)	Kalium (µmol/l)	Chloride (µmol/l)	Al (µmol/l)	Ca (µmol/l)	Fe (µmol/l)	K (µmol/l)	Mg (µmol/l)	Mn (µmol/l)	Na (µmol/l)	P (µmol/l)	S (µmol/l)	Si (µmol/l)	Zn (µmol/l)
Well1	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	512.60	6.28	0.49	0.79	442.05	349.56	0.02	257.06	32.44	0.15	975.54	299.59	1206.42	1.12	1322.36	7.74	316.37	439.92	878	1033.06	0.85	1457.75	208.37	2.04
Well2	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	536.60	6.40	0.90	1.04	665.71	693.96	0.02	512.64	91.41	0.19	900.97	323.54	970.74	0.20	1346.81	12.73	349.36	514.40	546	906.05	1.17	1313.07	222.04	2.04
Well3	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	620.20	6.56	3.00	1.51	2187.11	3295.47	0.03	69.36	45.64	0.18	1366.19	112.36	892.95	0.55	2082.34	13.39	136.19	785.60	440	692.47	1.25	1133.15	356.71	1.96
Well4	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	241.90	5.98	1.08	0.41	2832.50	1148.73	0.07	1.47	94.89	0.51	580.24	96.63	573.58	11.75	581.84	52.57	111.46	247.82	495	573.73	4.09	386.50	265.79	1.01
Well5	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	251.90	5.38	0.27	0.10	1851.77	184.35	0.07	35.35	38.02	0.62	585.31	331.34	576.36	26.60	398.45	45.21	358.06	180.66	219	538.93	3.79	593.08	150.84	2.69
Well6	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	335.00	5.41	0.38	0.11	2798.35	298.50	0.08	1.35	84.56	0.72	437.04	54.36	477.87	31.07	397.06	458.55	65.04	203.97	300	448.89	12.22	1113.19	263.38	1.34
Well7	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	82.40	4.89	0.09	0.02	428.28	35.65	0.03	1.40	11.43	0.08	276.46	28.48	190.62	36.59	96.71	9.12	44.35	37.63	118	276.64	0.42	193.42	101.85	5.94
Well8	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	147.40	6.22	0.46	0.69	249.29	294.98	0.03	5.61	48.18	0.28	383.74	128.93	300.63	3.89	222.78	9.77	156.45	146.54	0.41	387.26	1.54	211.32	49.66	1.23
Well9	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	470.40	5.01	0.14	0.04	2432.26	103.29	0.02	13.41	41.34	0.25	916.25	99.02	1013.48	9.71	1120.76	1.03	116.37	460.08	890	978.25	0.16	1586.84	306.51	3.30
Well10	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	325.40	5.72	0.73	0.22	3402.45	741.04	0.06	8.38	124.62	0.13	704.57	101.57	623.74	5.21	705.34	84.49	121.92	298.77	1004	725.10	1.33	752.10	318.01	3.30
Well11	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	547.90	6.33	0.85	0.89	869.21	771.21	0.03	601.61	101.88	0.17	864.51	316.43	1009.34	2.06	1380.74	14.36	360.36	506.58	475	921.27	0.69	1297.16	215.98	1.92
Well12	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	266.50	5.69	0.35	0.20	1580.94	321.34	0.08	8.87	16.49	0.16	572.20	60.56	805.06	4.44	623.75	91.14	75.06	222.30	166	590.69	2.36	571.87	401.21	1.27
Well13	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	355.00	4.50	0.05	0.01	1381.22	207.5	0.02	1.71	10.92	0.05	739.06	72.67	839.77	12.81	804.64	66.54	93.12	261.03	308	773.58	0.18	1114.13	310.54	2.26
Well14	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	509.80	6.25	0.91	0.74	961.98	709.93	0.02	221.58	34.46	0.05	876.26	246.46	1069.56	0.85	1358.03	10.72	277.75	489.71	776	913.01	0.46	1375.74	233.25	1.97
Well15	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	402.20	6.01	0.38	0.42	591.60	251.23	0.02	349.35	14.16	0.12	729.67	201.70	792.41	5.25	998.50	11.07	228.49	383.21	568	747.72	0.78	1082.01	184.55	1.60
Well16	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	352.40	5.97	0.33	0.39	614.40	237.96	0.02	392.58	3.91	0.20	622.05	164.41	634.05	7.23	870.01	11.09	389.34	337.41	421	641.58	1.19	892.73	169.28	1.66
Well17	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	424.70	5.90	0.28	0.33	597.76	197.05	0.02	197.69	1.33	0.12	664.35	231.96	709.66	9.70	1033.93	14.38	259.08	453.91	446	678.43	0.79	1007.48	117.91	1.59
Well18	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	263.70	5.96	0.57	0.38	1503.15	168.92	0.03	103.15	3.58	0.59	500.54	112.79	462.58	7.41	777.45	20.93	133.94	187.33	370	505.44	2.87	620.83	223.57	1.90
Well19	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	571.20	5.52	0.26	0.14	1328.47	182.56	0.06	1495.22	2.56	0.10	977.31	610.63	1352.52	13.97	1165.42	8.72	666.24	541.15	465	1012.61	0.63	875.09	140.73	3.36
Well20	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	299.00	6.05	0.44	0.47	698.74	325.36	0.02	491.65	0.83	0.08	738.08	203.33	552.88	13.39	624.25	2.86	224.37	259.22	786	755.98	0.49	587.15	194.48	5.03
Well21	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	506.90	6.54	0.64	1.44	324.59	466.78	0.02	232.63	60.43	0.12	885.12	288.66	1079.74	1.91	1269.71	8.42	516.11	457.20	744	469.77	0.47	440.29	282.98	1.87
Well22	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	185.10	5.93	0.29	0.35	1248.28	440.92	0.03	40.93	13.00	0.08	453.17	88.56	374.25	3.86	428.14	7.13	107.95	123.79	458	469.77	0.74	440.29	282.98	1.86
Well23	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	243.30	4.23	0.01	0.01	1553.58	10.95	0.03	169.10	15.87	0.39	578.47	34.20	572.38	46.18	507.24	6.46	384.41	125.31	342	602.44	0.73	585.28	483.45	2.90
Well100	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	353.30	5.87	0.45	0.31	1029.45	316.70	0.03	322.79	46.78	0.11	698.35	186.89	735.97	6.44	942.61	8.14	215.96	362.67	290	725.10	0.96	956.66	220.26	2.08
Well101	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	127.10	4.25	0.01	0.01	1092.29	8.06	0.02	5.06	5.87	0.06	345.10	38.84	262.02	6.06	202.45	4.35	53.45	115.84	144	355.72	0.00	351.73	243.00	2.41
Well102	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	355.80	5.85	0.33	0.29	1110.52	326.27	0.03	179.96	56.72	0.07	750.87	125.43	821.91	5.06	893.71	21.58	151.89	357.45	565	803.39	0.79	1109.14	243.00	2.41
Well103	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	196.40	5.83	0.92	0.28	3203.71	898.88	0.02	12.66	7.40	0.09	527.67	50.16	267.70	0.44	570.11	15.82	67.47	184.73	188	556.33	0.45	340.82	290.96	0.69
Well104	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	278.70	5.38	0.19	0.10	2738.89	272.66	0.03	0.87	4.52	0.10	737.99	69.06	810.71	7.35	707.34	22.36	83.43	215.26	253	761.64	0.89	837.85	300.93	1.43
Well105	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	352.10	6.75	2.32	2.33	1034.44	244.09	0.03	2.72	17.65	0.70	587.58	80.34	653.39	3.09	1183.38	26.46	102.35	428.40	197	599.83	2.31	375.43	315.88	1.24
Well106	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	201.60	5.67	0.55	0.19	3088.37	599.48	0.02	3.10	6.85	0.30	488.60	25.43	486.37	1.29	623.50	29.72	40.56	135.47	298	511.96	0.40	409.64	297.01	1.11
Well107	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	412.10	6.13	0.64	0.56	969.89	542.96	0.10	7.41	8.00	0.13	1652.02	94.44	821.07	18.59	905.44	8.35	114.99	288.97	190	1780.34	0.28	1309.64	349.52	7.26
Well108	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	115.50	4.13	0.01	0.01	976.60	5.47	0.02	247.42	6.00	0.71	300.94	67.94	153.86	48.26	225.15	21.13	93.71	46.91	0.45	303.00	0.83	147.55	234.89	10.26
Well109	Oppervlaktewater	24-1-2019/27-2-2019	314.30	6.44	0.74	1.14	287.55	328.67	0.03	155.25	5.79	0.58	582.32	124.84	571.46	8.88	918.41	10.32	153.63	298.72	272	600.26	1.70	777.36	212.21	1.79
Well110	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	232.10	4.19	0.01	0.01	909.79	5.85	0.02	2.88	9.96	0.10	2804.46	59.28	1527.34	4.83	1218.56	0.79	68.11	261.11	624	2984.78	0.04	498.29	232.65	5.05
Well111	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	571.40	6.32	1.19	0.87	1398.16	1212.28	0.02	76.71	0.66	0.10	2804.46	59.28	1527.34	4.83	1218.56	0.79	68.11	261.11	624	2984.78	0.04	498.29	232.65	5.05
Well112	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	155.00	5.69	0.38	0.20	2787.53	566.59	0.02	0.80	134.45	0.16	507.71	48.53	300.03	8.86	276.45	43.60	64.48	93.79	252	538.06	0.56	288.43	134.32	0.39
Well113	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	157.70	6.08	0.76	0.50	1323.96	760.36	0.03	0.00	23.66	1.36	359.26	24.93	297.60	3.25	539.42	31.73	41.53	82.47	129	368.20	2.10	210.23	388.04	0.84
Well114	Grondwater	24-1-2019/27-2-2019	208.70	6.52	1.80	1.37	1390.73	1897.39	0.03	0.00	29.73	0.81	342.92	37.03	253.86</											

## Locaties Watermonsters



## Bijlage 5 Metadata peilbuizen Hertgang en Wellenseind

Reusel Bosgroep zuid																
Peilbuiscode	X	Y	GWS mtr - bkpb	GWS meter - mv bkpb	gws /ws tov nap	lengte buis	peilbuises tov mv	onderkant pb tov - mv	filterstelling - Mv	datum	Toelichting	Diver kabellengte	sn Levelstick	NAP (bkpb)	nap mv	locatie
REUS001_O	139789,639	383429,004	2,08	2,08	18,77	2,40	2,40	nvt	7 september 2018			2,35	LS1811027	20,85		oppw De Utrecht
REUS002_1_G	139802,480	383414,963	1,92	1,42	18,74	3,07	0,5	2,07 - 2,57	7 september 2018	0,50 mtr filter	3,00	LS1811028	WRVC61	20,66	20,163	gw De Utrecht
REUS002_2_G	139801,634	383415,669	1,36	0,86	19,29	5,49	0,5	4,49 - 4,99	7 september 2018	0,50 mtr filter	5,00	LS1811030	A9VBY7	20,65	20,163	gw De Utrecht
REUS003_G	138409,633	381807,760	1,43	1,13	21,31	3,915	0,3	3,12 - 3,62	26 september 2018	0,50 mtr filter	3,00	LS1811041	YK452E	22,737	22,451	gw Wellenseind
REUS004_O	138478,662	381811,925	1,9	1,9	21,24	2,15		nvt	26 september 2018		2,10	LS1811040	P1NJUD	23,141		oppw Wellenseind
REUS005_O	138710,256	381746,312	1,36	1,36	21,12	2,05		nvt	26 september 2017		2,00	LS1811039	B2CMINT	22,480		oppw Wellenseind
REUS006_2_G	138751,924	381727,252	1,715	1,165	21,09	6,55	0,55	5,50 - 6,00	26 september 2017	0,50 mtr filter	3,00	LS1811042	GJQYA	22,806	22,240	gw Wellenseind
REUS007_1_G	139206,04	381634,29		-0,48		2,15	0,48	1,17 - 1,67	7 september 2018	0,50 mtr filter	2,10	LS1811029	KAIMUZ	23,551	23,064	gw De Utrecht
REUS007_2_G	139206,25	381634,81	2,12	1,64	21,43	4,7	0,48	3,72 - 4,22	7 september 2018	0,50 mtr filter		LS1811026	Z0KEE2	23,551	23,064	gw De Utrecht
REUS008_G	140109,434	382826,885	2,02	1,54	20,61	3,76	0,55	2,21 - 3,21	26 september 2017		3,1	LS1811043	Y7JDWD	22,628	22,088	Dommel De Utrecht