



Hydrologisch onderzoek binnenduinrand Zuid-Kennemerland

Technische achtergrondrapportage

1 augustus 2024

Kenmerk R001-1291770TRA-V03-sss-NL

Verantwoording

Titel	Hydrologisch onderzoek binnenduinrand Zuid-Kennemerland
Opdrachtgever	Provincie Noord-Holland
Projectleider	Cees-Jan Vermulst
Auteur(s)	Willem Capel, Bram Wijnants en Nard Onderwater
Tweede lezer	Giulia Devilee, Dana Kelder
Kenmerk	R001-1291770TRA-V03-sss-NL
Aantal pagina's	96 (exclusief bijlagen)
Datum	1 augustus 2024
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Australiëlaan 5
Postbus 3015
3502 GA Utrecht
T +31 30 28 24 82 4
E info.utrecht@tauw.com

Inhoud

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Doel	6
1.3	Doel van het rapport	6
1.4	Deelgebieden	7
1.5	Proces	8
1.6	Leeswijzer	8
2	Watersysteem op hoofdlijn	9
2.1	Beknopte beschrijving ontstaansgeschiedenis	9
2.2	Reliëf en landgebruik	9
2.3	Bodem en ondergrond	11
2.4	Watersysteembeschrijving	16
2.4.1	Oppervlaktewatersysteem.....	16
2.4.2	Grondwatersysteem.....	19
2.4.3	Kwel en wegzijging.....	21
2.4.4	Waterkwaliteit.....	22
2.4.5	Neerslag en verdamping.....	30
2.4.6	Drinkwaterwinnings.....	30
2.4.7	Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijk gebied.....	33
2.5	Algemeen ontbrekende informatie en aanbevelingen.....	35
3	Deelgebied Vogelenzang	37
3.1	Hoogte en landgebruik	37
3.2	Bodem en ondergrond	38
3.3	Historische ontwikkeling.....	41
3.4	Oppervlaktewater systeem.....	42
3.4.1	Peilvakken.....	42
3.4.2	Hoofdwaterlopen en duinrellen	44
3.4.3	Gemaalgegevens	46
3.4.4	Drooglegging zomerpeil en winterpeil (praktijk)	47
3.5	Grondwatersysteem	48

3.6	Kwel en wegzijging.....	51
3.7	Waterkwaliteit.....	55
3.8	Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijke gebied.....	56
3.9	Werking watersysteem.....	57
3.10	Ontbrekende informatie en aanbevelingen	59
4	Deelgebied Westelijk tuinbouwgebied.....	61
4.1	Hoogte en landgebruik	61
4.2	Bodem en ondergrond	62
4.3	Historische ontwikkeling.....	63
4.4	Oppervlaktewater systeem.....	64
4.4.1	Peilvakken en hoofdwaterlopen	64
4.4.2	Drooglegging zomerpeil en winterpeil (praktijkpeilen).....	66
4.4.3	Duinrellen.....	67
4.5	Grondwatersysteem	68
4.6	Kwel en wegzijging.....	70
4.7	Waterkwaliteit.....	74
4.8	Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijk gebied.....	75
4.9	Werking watersysteem.....	76
4.10	Ontbrekende informatie en aanbevelingen	78
5	Deelgebied Santpoort.....	79
5.1	Hoogte en landgebruik	79
5.2	Bodem en ondergrond	80
5.3	Historische ontwikkeling.....	82
5.4	Oppervlaktewater systeem.....	83
5.4.1	Peilvakken.....	83
5.4.2	Hoofdwaterlopen en duinrellen	85
5.5	Grondwatersysteem	86
5.6	Kwel en wegzijging.....	88
5.7	Waterkwaliteit.....	91
5.8	Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijk gebied.....	92
5.9	Werking watersysteem.....	93
5.10	Ontbrekende informatie en aanbevelingen	95

Kenmerk R001-1291770TRA-V03-sss-NL

6 Bibliografie..... 96

Bijlage 1	Geraadpleegde kwelindicatoren
Bijlage 2	Overzicht verzamelde informatie gebiedsbijeenkomsten mei/juni 2024 deelgebied Vogelenzang
Bijlage 3	Overzicht verzamelde informatie gebiedsbijeenkomsten mei/juni 2024 deelgebied Westelijk Tuinbouwgebied
Bijlage 4	Overzicht verzamelde informatie gebiedsbijeenkomsten mei/juni 2024 deelgebied Santpoort

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De binnenduinrand in Zuid-Kennemerland is een prachtig gebied, gevormd door een rijke historie en van grote waarde voor mens en dier. Tegelijk komen er, net als in de rest van het land, een aantal grote opgaven op af. Het zijn opgaven die de overheden en maatschappelijke organisaties in het gebied vragen om samen met de ondernemers en inwoners maatregelen te nemen.

Daarom is de provincie Noord-Holland gestart met een gebiedsproces. Hierin wordt samen met partijen uit het gebied gewerkt aan een duurzame, schone en veilige binnenduinrand. Water is één van de pijlers in dit gebiedsproces.

Er is veel kennis en informatie over het watersysteem beschikbaar bij de verschillende partners in het gebied, dit is echter nooit helemaal samengevoegd tot een duidelijk inzicht in het watersysteem in het gebied van het gebiedsproces. Voor het gebiedsproces is goed inzicht in de werking van het watersysteem onontbeerlijk.

1.2 Doel

Het doel van deze studie is om op basis van inventarisatie van beschikbare data een feitenrelaas te geven over het hydrologische systeem van drie deelgebieden. Deze drie deelgebieden liggen allemaal op de overgang van de duinen naar de achterliggende polder (zie volgende paragraaf). Uitgangspunt is dat het hierbij gaat om de feitelijke situatie en de beschrijving van de huidige situatie te geven. Om de huidige situatie te beschrijven is detailinformatie ingewonnen bij de partners over de periode van 2000 tot medio 2023. Hierbij is gebruik gemaakt van informatie uit landelijke databases en aangeleverde data door de deelnemende partijen. Dit zijn de provincie Noord-Holland, de gemeenten in het gebied, het Hoogheemraadschap van Rijnland, PWN en Waternet.

We realiseren ons dat dit rapport uitkomt in een periode waarover veel te doen is naar aanleiding van het zeer natte najaar en winter/voorjaar van 2023/2024. In de tabel met neerslag gegevens (figuur 2.18) hebben we daarom dit jaar wel opgenomen, waaruit blijkt dat het een zeer uitzonderlijke situatie betreft. Het doel van deze studie is niet geweest om het effect van deze zeer extreme situatie op het watersysteem in beeld te brengen en valt buiten de scope van deze opdracht. Voor dit rapport zijn we uitgegaan van de gegevens van 2000 - medio 2023. Deze hebben we beschreven en geanalyseerd.

1.3 Doel van het rapport

Het voorliggende rapport is de technische achtergrond rapportage bij de studie. De gegevens die vanuit de studie gebruikt worden, zijn opgenomen op de website die voor het gebiedsproces is ingericht: www.onzebinnenduinrand.nl.

Deze rapportage geeft de beschikbare achterliggende informatie weer en is bedoeld voor experts. De figuren in de rapportage zijn, voor zover van toepassing, ook beschikbaar op de website en daar in GIS-format opgenomen, zodat de leesbaarheid sterk toeneemt. Er is daarom voor gekozen om deze niet in groot afdruk formaat aan deze rapportage toe te voegen.

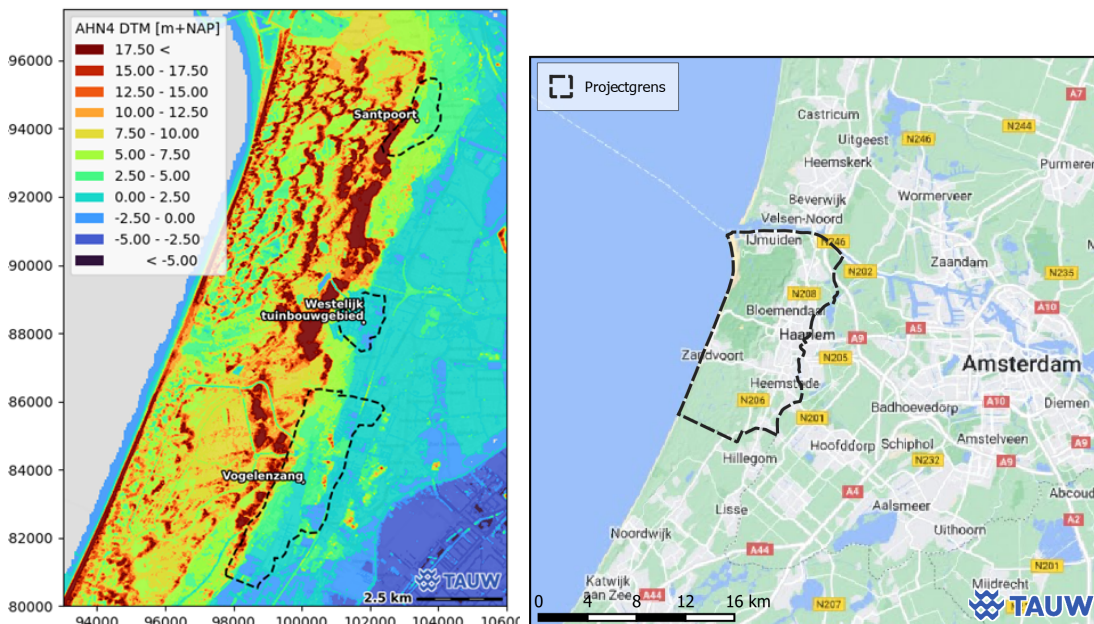
1.4 Deelgebieden

In deze studie is de focus gelegd op een drietal gebieden welke van noord naar zuid zijn (zie Figuur 1.1):

- Deelgebied Santpoort
- Deelgebied Westelijk Tuinbouwgebied
- Deelgebied Vogelenzang

Deze begrenzing van de deelgebieden is meegegeven vanuit het gebiedsproces, omdat twee opgaven in deze gebieden aan de orde zijn: KRW en NNN. Op het moment van de start van de studie stonden echter nog niet alle opgaven vanuit het gebiedsproces vast. Dat kan betekenen dat het nodig kan zijn om later in het gebiedsproces voor andere gebieden aanvullend onderzoek uit te voeren.

Alle drie de deelgebieden liggen in de binnenduinrand op de overgang van de hoger gelegen duinen naar het lagergelegen poldergebied. De hydrologie in deze deelgebieden wordt niet alleen beïnvloed door bijvoorbeeld sloten in de gebieden zelf, maar ook door invloeden van buitenaf. De invloeden van zee en antropogene activiteiten zoals inpoldering en drinkwaterwinning spelen een belangrijke rol. Dit betekent dat in deze studie de hydrologie is bekeken binnen een groter gebied, het studiegebied binnenduinrand, begrensd door de zogenaamde systeemgrenzen (Figuur 1.1). Grofweg wordt deze begrensd aan de westkant door de Noordzee, oostkant door de diepere polders (o.a. Haarlemmermeerpolder), noordkant door het Noordzeekanaal en aan de zuidkant door de provinciegrens.



Figuur 1.1 Ligging deelgebieden (links) en de globale systeemgrenzen (rechts) die gehanteerd zijn voor deze hydrologische studie

1.5 Proces

Dit onderzoek is begeleid door een werkgroep bestaande uit inhoudelijke experts van de provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Rijnland, gemeenten en terrein beherende organisaties. De resultaten van het onderzoek zijn toegelicht op een aantal gebiedsbijeenkomsten (eind mei/begin juni) waarvoor de grondeigenaren met meer dan 1 hectare binnen de deelgebieden waren uitgenodigd. Daarnaast hebben tijdens de inloopbijeenkomsten in juni diverse gesprekken plaatsgevonden met bewoners en andere belanghebbenden. Op grond van deze gebiedsbijeenkomsten en gesprekken met bewoners in het gebied is deze systeemanalyse met aangedragen feiten over het watersysteem verder verrijkt. De informatie uit deze sessies is verwerkt in kaartbeelden per deelgebied welke zijn weergegeven in respectievelijk bijlage 2 (deelgebied Vogelenzang), 3 (deelgebied Westelijk tuinbouwgebied) en 4 (deelgebied Santpoort). Per deelgebied is opgenomen een kaartbeeld met informatie over het watersysteem en een kaartbeeld met kansen, wensen en knelpunten die zijn aangedragen tijdens de bijeenkomsten.

1.6 Leeswijzer

Voordat de deelgebieden worden besproken is er eerst een algemene systeemanalyse van de binnenduinrand van Zuid-Kennemerland beschreven (zie hoofdstuk 2). Vervolgens zijn achtereenvolgens de deelgebieden van zuid naar noord beschreven te weten:

- Hoofdstuk 3: Vogelenzang
- Hoofdstuk 4: Westelijk Tuinbouwgebied
- Hoofdstuk 5: Santpoort

Per deelgebied zijn aan het eind van het hoofdstuk de ontbrekende informatie en de aanbevelingen voor het gebiedsproces beschreven.

2 Watersysteem op hoofdlijn

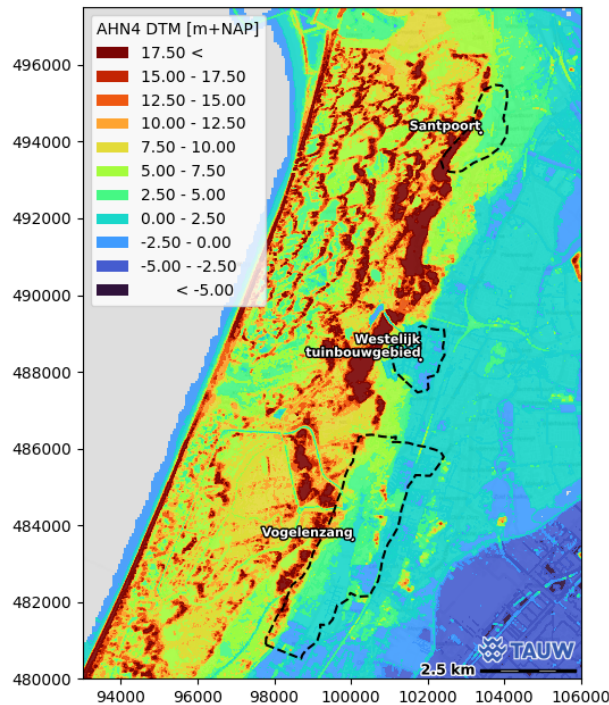
2.1 Beknopte beschrijving ontstaansgeschiedenis

Een groot deel van het landschap heeft zich door de eeuwen gevormd door meer en minder invloed van de zee. Hierbij zijn strandwallen ontstaan en oude en jonge duinen. De ongeveer van noord-zuid lopende strandwallen werden van zo'n 5000 jaar geleden tot ongeveer 1000 voor onze jaartelling gevormd. Op de strandwallen ontstonden de "oude" duinen en tussen de strandwallen werden vlakke gebieden, strandvlakten, opgevuld met veen en klei. De laatste eeuwen is de invloed van de mens duidelijk zichtbaar. Al voor 1850 creëerde de mens in de Binnenduinrand vruchtbare bodems middels het potstalsysteem waaruit de (hoge) enkeerdgronden zijn ontstaan. In de 19^e en 20^e vonden er daarnaast nog diverse andere antropogene invloeden plaats die van invloed zijn geweest op het huidige landschap en watersysteem. Hieronder een opsomming van enkele belangrijke ingrepen:

- Inpoldering: in 1852 vond de inpoldering van de Haarlemmermeer plaats
- Winning van zand: in de Kennemerduinen is de afgelopen eeuwen veel zand gewonnen voor onder andere de fundering van huizen in steden zoals Amsterdam en Haarlem. In 1950 is hieraan een einde gemaakt
- Waterwinning: in 1853 werd in de Amsterdamse Waterleidingduinen begonnen met de winning van grondwater voor drinkwatervoorziening. Kanalen werden gegraven om het grondwater aan de duinen te onttrekken. Met de stijging van de vraag naar drinkwater breidde men het aantal kanalen uit. Daarnaast werden de winningen uitgebreid met diepere winningen. In Zuid-Kennemerland richtten de gemeenten ook eigen drinkwaterwinningen op. Eind 20e eeuw fuseerden deze 5 bedrijven tot de Water Leidingduin Zuid-Kennemerland (WLZK), dat kort daarop werd overgenomen door PWN. Omdat hierdoor de grondwaterstanden sterk daalden en het zoete water steeds schaarser werd, is besloten om water uit het Lekkanaal in de Amsterdamse Waterleidingduinen te infiltreren. In 2002 is de drinkwaterlocatie in Zuid-Kennemerland van PWN helemaal stopgezet en sindsdien wordt er alleen bij de Amsterdamse Waterleidingduinen drinkwater onttrokken
- Vanaf 1950 hebben in verschillende delen stadsuitbreidingen plaatsgevonden. De daarbij behorende verstedelijking en bijbehorende infrastructuur is heden ten dage duidelijk zichtbaar

2.2 Reliëf en landgebruik

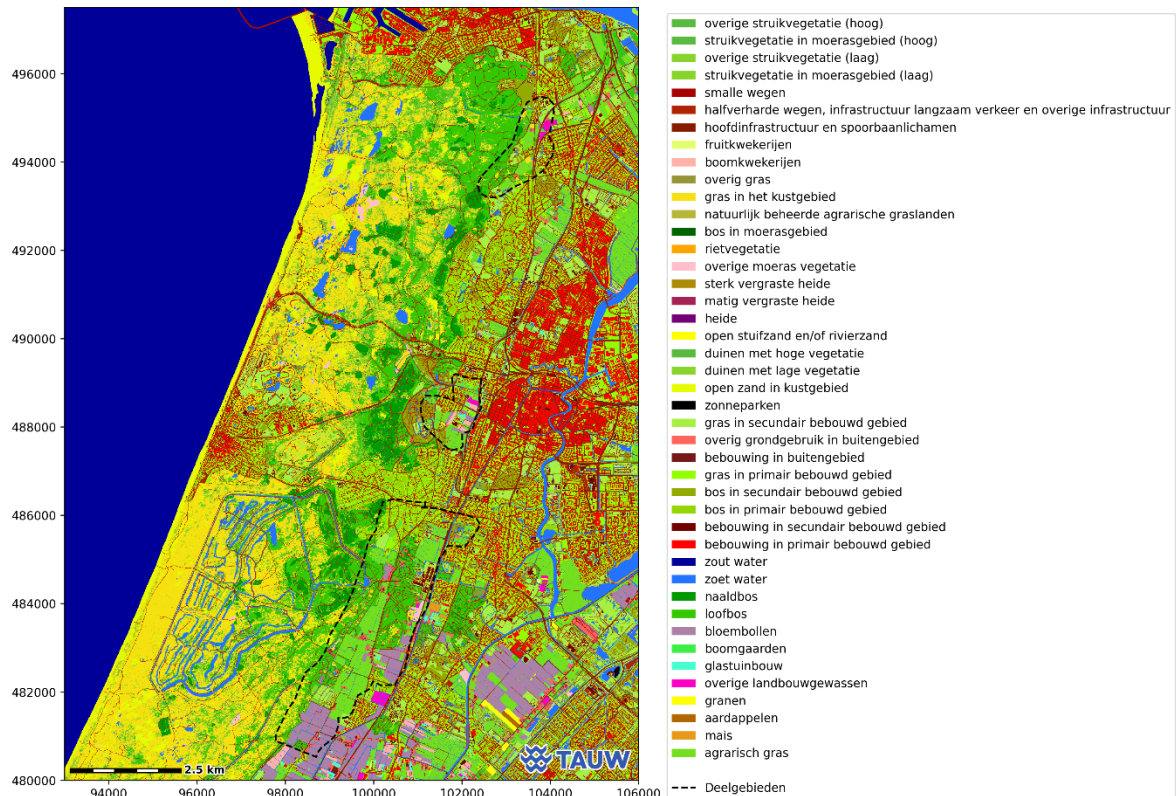
Het duinengebied varieert in hoogte van circa enkele meters boven NAP tot maximaal meer dan +50 m NAP. De lagere delen in de binnenduinrand liggen op circa 0 m NAP. Vanaf de kust is er een geleidelijke overgang vanaf zeeniveau naar de hoogste duintoppen (met daarin allerlei waaiers) en daarna een steilere overgang naar het achterliggende land. In figuur 2.1 is te zien dat de drie deelgebieden met een steile overgang grenzen aan de duinen aan de westkant en aan de oostkant overgaan in de vlakke laaggelegen polders.



Figuur 2.1 Hoogtekaart studiegebied Binnenduintrand (Bron: AHN 4¹)

In figuur 2.2 is het landgebruik in en rondom het studiegebied binnenduintrand weergegeven. De duinen worden gekenmerkt door duinzand/lage begroeiing wat langzaam overgaat in loofbos en naaldbos. Ook zijn er zoetwatervennen te zien en vallen de Amsterdamse Waterleidingduinen op ten zuiden van Zandvoort. Op sommige plekken is moerasvegetatie zichtbaar (lichtroze), dit zijn nattere gebieden in lokale laagtes van het landschap, waar grondwater aan maaiveld dagzoomt. In de drie deelgebieden vind je ook hoogwaardige landbouwgronden zoals bloembolkwekerijen en boomkwekerijen, welke met name op gronden liggen waar de toplaag is afgegraven. In de lagergelegen polders ten oosten van het studiegebied worden meer granen, bieten en aardappelen verbouwd.

¹ <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>

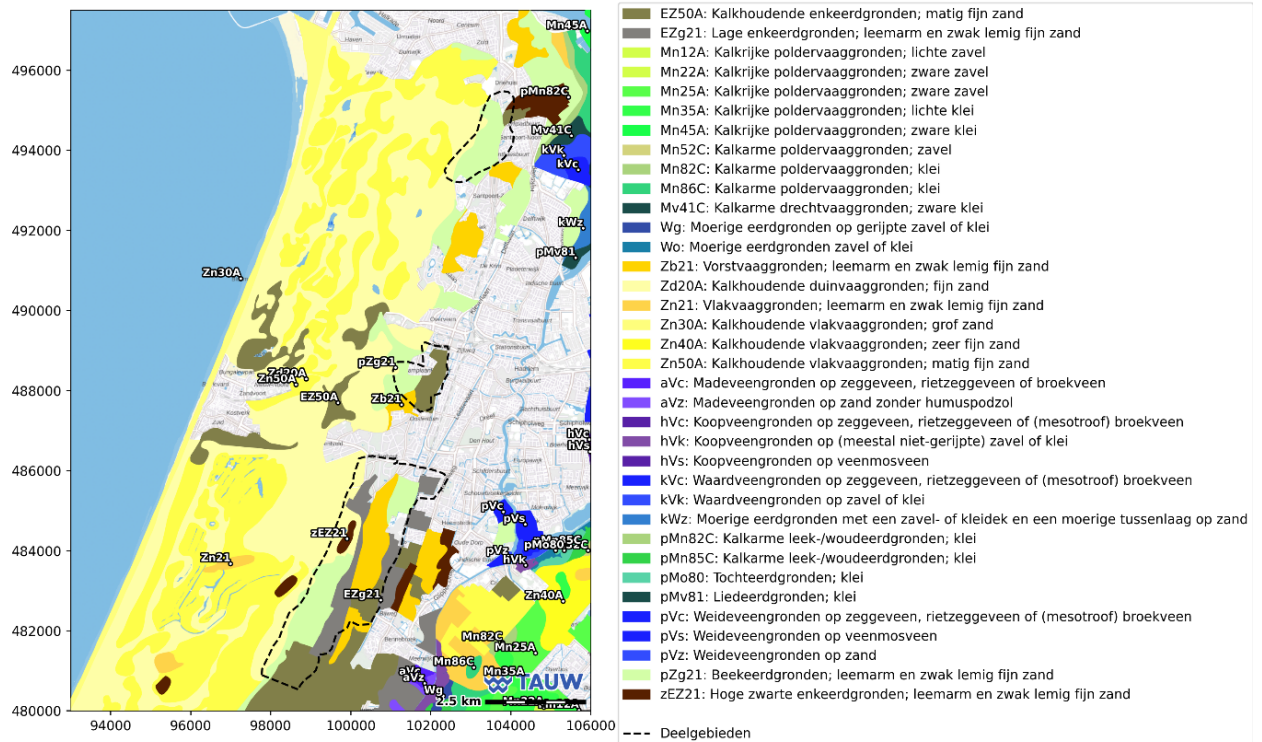


Figuur 2.2 Landgebruik in en rondom Zuid-Kennemerland (bron data: Landelijk grondgebruiksbestand Nederland (LGN))

2.3 Bodem en ondergrond

Het sterk variërende landschap in hoogte levert een variatie in bodemtypes op. We geven een beschrijving van de algemene volgorde in het landschap gekeken van west (duinen) naar oost (polders).

De hoger gelegen (jonge) zandduinen zitten vol met schelpen en zijn kalkrijk (figuur 2.3). Dit zijn vlakvaaggronden en duinvaaggronden waar weinig bodemvorming heeft plaatsgevonden. Op enkele plekken liggen in de duinen kalkhoudende hoge enkeerdgronden die door het opbrengen van mest en plaggen door de mens zijn ontstaan. Achter de zandduinen op de strandvlakten komen beekerdgronden voor, die door vegetatie en neerslag zijn ontkalkt en een humusrijke bovengrond hebben. Daarachter worden strandwallen met vorstvaaggronden aangetroffen. Het zijn diep ontwaterde droge zandgronden waar al een zodanige bodemvorming heeft plaatsgevonden dat ze vaak 1,5 meter of dieper zijn ontkalkt (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006). In de delen die nog lager liggen komen de kalkhoudende enkeerdgronden voor (wederom ontstaan door handelen van de mens), deze zijn niet ontkalkt en bestaan uit matig fijn zand. Deze gronden zijn afgegraven en vermengd met klei of veen en je vindt er de bloembollenkwekers. In de volksmond worden deze gronden ook wel 'geestgronden' genoemd. Op enkele plekken liggen hoger gelegen zwarte enkeerdgronden en in het oosten richting de Haarlemmermeerpolder liggen enkele veengronden.

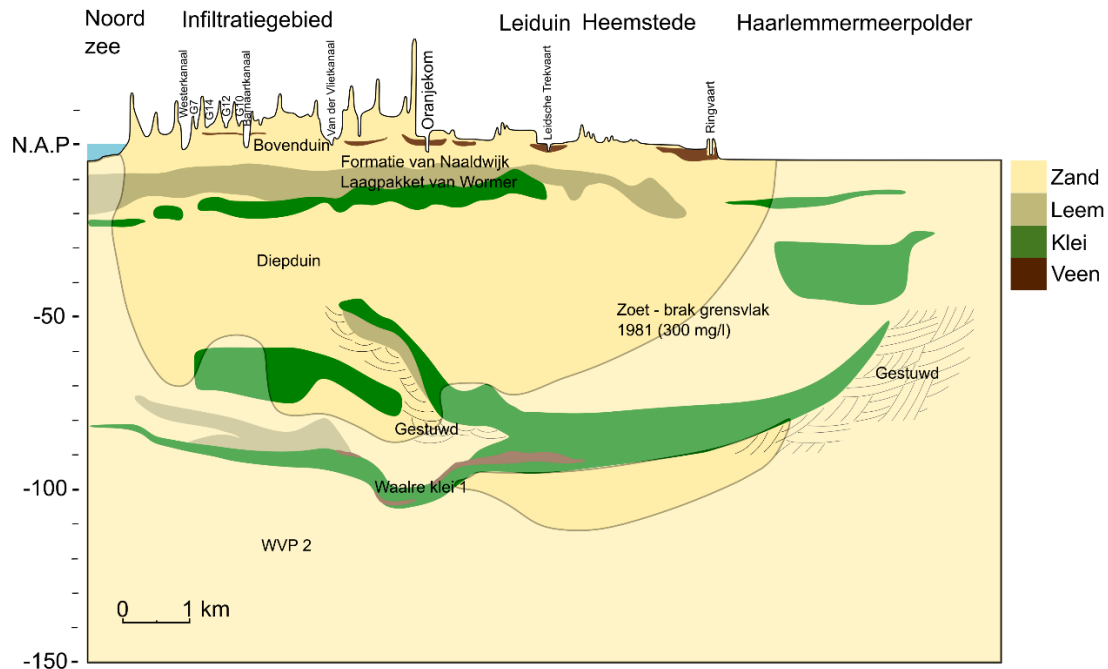


Figuur 2.3 bodemkaart studiegebied Binnenduintrand (bron: BRO²)

De ondergrond in het studiegebied is net als de bovengrond heterogeen van aard. De geologische opbouw is van bijzonder belang voor de waterhuishouding. Oppervlakkige verspreid voorkomende veenlaagjes, zandige watervoerende pakketten en slecht doorlatende lagen met klei-, leem- en veen wisselen elkaar af. Om inzicht te krijgen in de grondwaterstroming is het belangrijk om een goed beeld te hebben van de geologische opbouw. De bodemopbouw in Zuid-Kennemerland is in het proefschrift van drs. P. J. Stuyfzand uit 1987 uitgebreid beschreven.

Op basis van de doorsnedes van Stuyfzand (1987) heeft Waternet een doorsnede gemaakt van de ondergrond voor een sectie aan de noordkant van de Amsterdamse Waterleidingduinen (figuur 2.4). Tevens is in tabel 2-1 aangegeven hoe de ondergrond is opgebouwd. Grofweg kan onderscheid gemaakt worden in het bovenste freatische pakket tot circa -10 m NAP. Daaronder bevindt zich de 1^e scheidende laag van de Formatie van Naaldwijk (laagpakket van Wormer) op een diepte tussen ongeveer -10 tot -20 m NAP. Daaronder bevindt zich het eerste watervoerend pakket wat doorloopt tot een diepte van meer dan -50 m NAP. De daaronder voorkomende afzettingen zijn verder niet beschreven omdat deze niet relevant zijn voor deze studie.

² <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart>



Figuur 2.4 Schematische geohydrologische doorsnede studiegebied binnenduintrand (bron: Waternet)

Tabel 2-1 Geohydrologische bodemopbouw Binnenduintrand

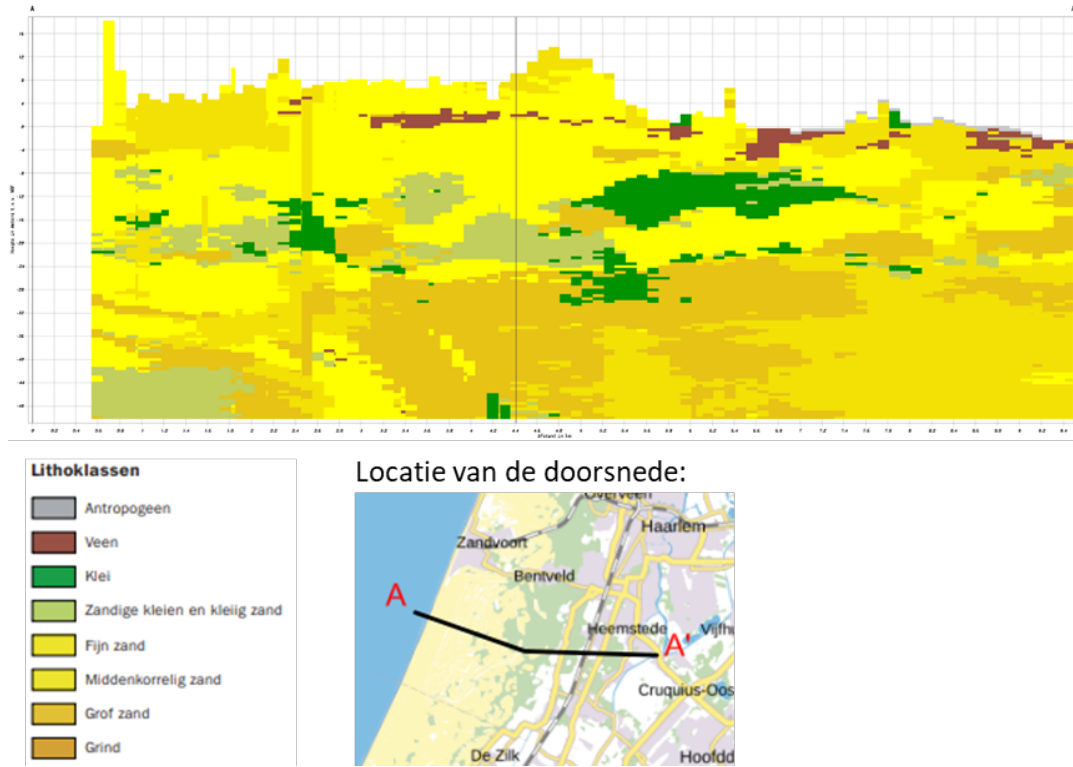
Diepte (m NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid
tot ± -10	Fijn tot matig grof zand, soms lemig,	Freatisch (bovenste) watervoerend pakket
± -10 a -20	Leem en klei (soms zandig)	Eerste scheidende laag
-20 a > -50	Zand	(onderste) watervoerend pakket

Aan het oppervlak van het freatische pakket komt soms veen verspreid door het gebied voor met een dikte die kan oplopen tot ongeveer 2 m. Dit Hollandveen is gevormd in een lagune achter een brede strandwal waar veel moerasplanten konden groeien. Een deel van het veen is door menselijke activiteiten weer verwijderd, waardoor er nu meer sprake is van verspreid voorkomende restanten. Onder het freatische pakket ligt de eerste scheidende laag van de Formatie van Naaldwijk. Dit is een geulafzetting gevormd onder invloed van getijdewerking en bestaat uit klei en leem. In figuur 2.5 is een doorsnede weergegeven van de eerste 50 meter voor dezelfde sectie. Hierin is goed te zien hoe heterogeen deze scheidende laag is (de groene en lichtgroene kleuren geven de leem- en kleiafzettingen weer). De laag bevindt zich op een diepte van tussen -10 tot -20 m NAP, maar de dikte van de laag varieert sterk door het gebied. In figuur 2.5 is de dikte van de scheidende laag in het gebied van de binnenduintrand weergegeven, waarin de variatie ook goed zichtbaar is. Daarnaast heeft deze laag een heterogeen karakter qua samenstelling, waarbij de laag soms met zand is vermengd.

Kenmerk R001-1291770TRA-V03-sss-NL

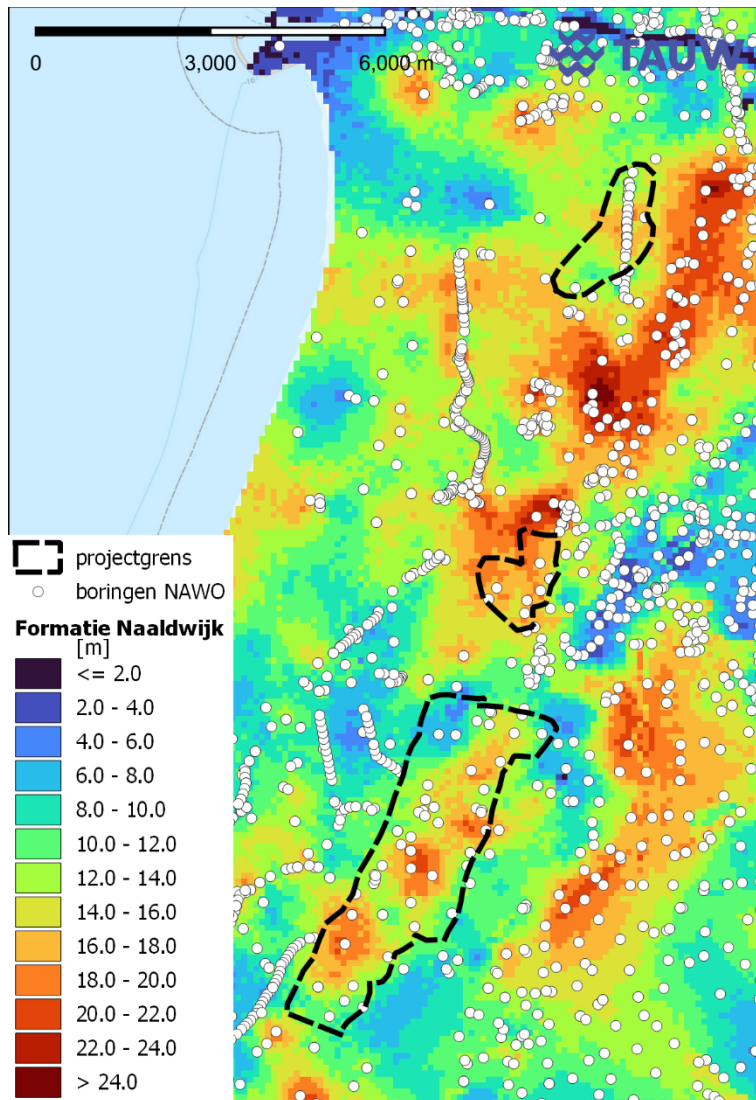
Derhalve zal ook de verticale weerstand voor grondwaterstroming tussen de ondiepe en diepe ondergrond van plek tot plek verschillen.

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6



Figuur 2.5 Lithoklassen voor de Binnenduinderand tot -50 m NAP (Bron: GeoTOP v1.6³)

³ <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen/kaart>



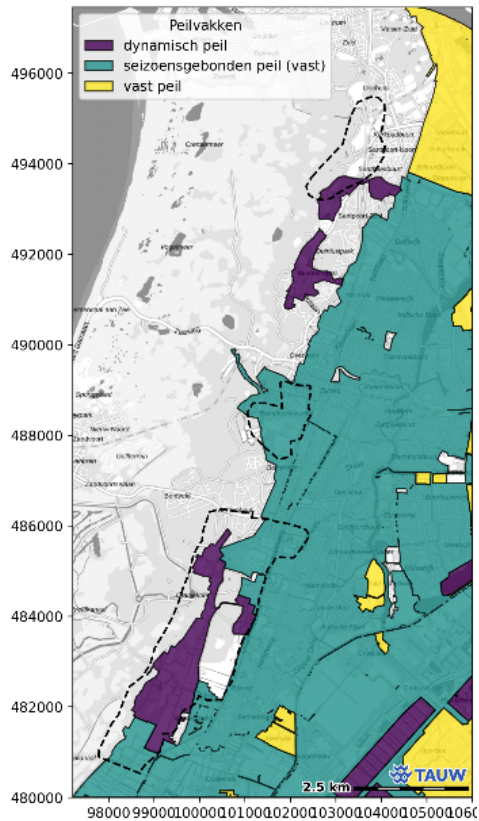
Figuur 2.6 Formatie van Naaldwijk (laagpakket van Wormer) (bron data: GeoTOP v1.6). De zwarte lijn is de projectgrens, de witte punten zijn de NAWO boringen (boringen die GeoTOP gebruikt heeft voor het vaststellen van de verbreidingskaart van de Formatie van Naaldwijk)

2.4 Watersysteembeschrijving

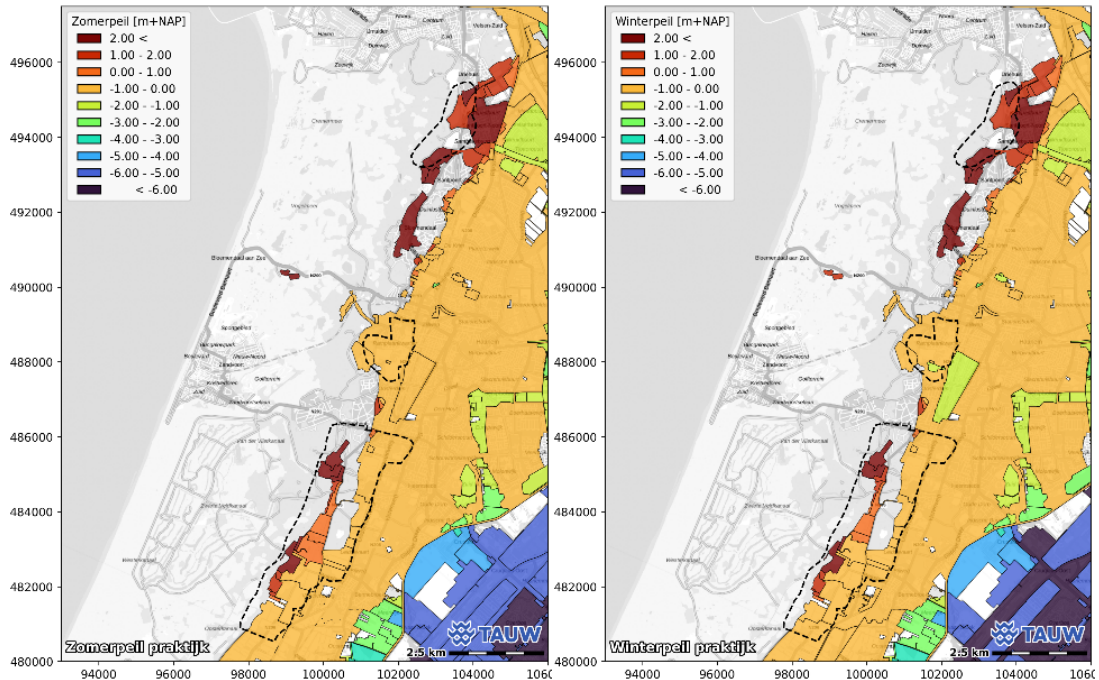
2.4.1 Oppervlaktewatersysteem

Het studiegebied van de binnenduinrand ligt in het overgangsgebied van de duinen naar het poldergebied. De hydrologische ontwateringsbasis betreft aan de westzijde de Noordzee (circa 0 m NAP) en aan de oostzijde de Haarlemmermeerpolder (grofweg -6,3 m NAP). Net naast de duinen wordt in bepaalde gebieden een dynamisch (flexibel) peil gehanteerd (figuur 2.7). In de duinen zelf heeft het waterschap een vrijstelling van het voeren van een peilbesluit. Dit zijn de lege gebieden in de kaart. Dee dynamische peilvakken liggen tegen de duinranden en kennen een grotere variatie in maximale en minimale peilen om de watervraag niet groter te maken dan noodzakelijk is. Het peil kan hier tot 30 centimeter verschillen.

Het overgrote deel heeft een seizoensgebonden (vast) peil, waarbij het peilverschil tot 10 centimeter is tussen zomer en winter. De praktijkpeilen die hier worden gehandhaafd laten weinig verschil zien tussen zomer- en winterpeil (figuur 2.8). Verder volgen de peilen de hoogteverschillen van het landschap, met hogere peilvakken in het westen en richting de polders aan de oostzijde de lagere peilvakken.



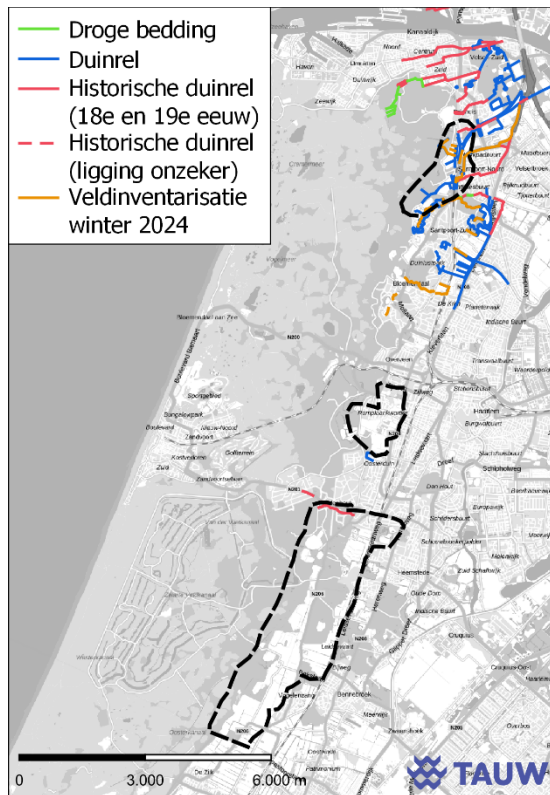
Figuur 2.7 Peilgebieden studiegebied binnenduinrand (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)



Figuur 2.8 Zomer- en winterpeil van de praktijk peilvakken (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

De binnenduinrand ligt op de overgang van de hogere duinen naar de lagere boezem. Het waterschap kan het boezempeil in gevallen van wind- of wateroverlast met 10 centimeter aanpassen. De lokale oppervlakteafwatering verschilt per deelgebied en wordt nader beschouwd in de hoofdstukken 3, 4 en 5.

In de binnenduinrand liggen verschillende duinrellen (figuur 2.9). Een duinrel is in het algemeen een ondiepe, meestal gegraven watergang met zandige bodem en stromend water, gelegen in een stelsel van greppels, slootjes en andere watergangen, dat (kwel)water onder vrij verval afvoert vanuit de strook langs de binnenduinrand naar de aangrenzende polders of rechtstreeks naar het boezemwater. De overgang van duinrel naar boezemsloot wordt gevormd door het punt waar het water niet meer onder vrij verval afstroomt, maar slechts door invloed van een (boezem)gemaal (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006). Er zijn enkele studies uitgevoerd naar de aanwezigheid van de voormalige en huidige duinrellen, met name in het noordelijk deel van het onderzoeksgebied (o.a. omgeving deelgebied Santpoort). Het ontbreekt echter aan een volledig overzicht in het gehele onderzoeksgebied.



Figuur 2.9 Bekende duinrellen van de binnenduinrand (bron data: gemeenten en hoogheemraadschap)

2.4.2 Grondwatersysteem

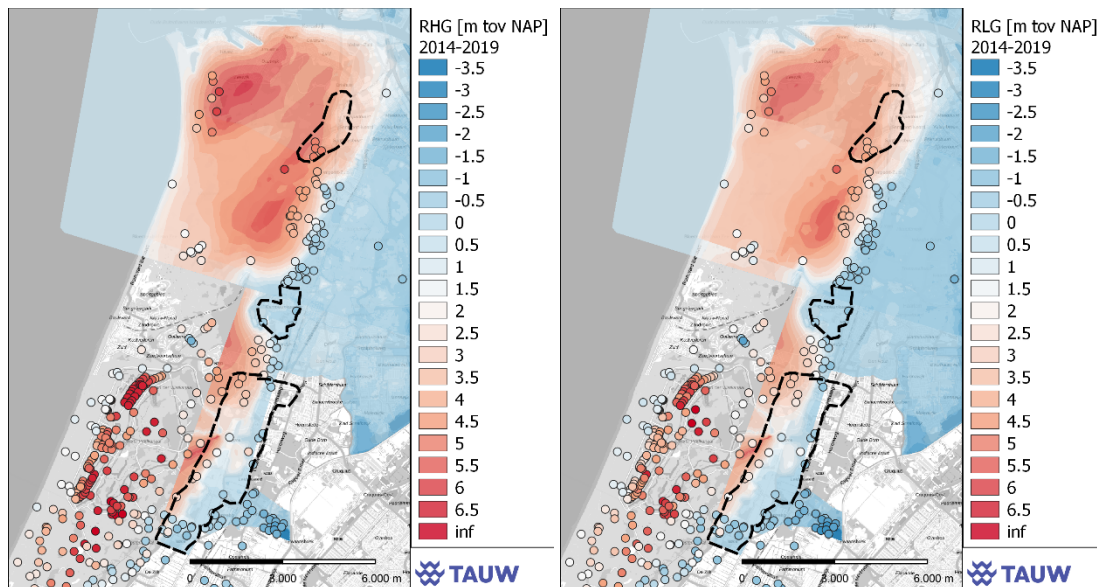
Binnen het studiegebied zijn diverse onderzoeken uitgevoerd die het grondwatersysteem beschrijven. In een aantal studies is deze kennis van het systeem schematisch verwerkt in grondwatermodellen. Deze paragraaf bevat een beschrijving van het grondwatersysteem waarbij gebruik is gemaakt van deze studies, grondwatermodellen en beschikbare grondwaterstandsmetingen in peilbuizen.

Binnen het gebied zijn er grondwatermodellen beschikbaar van de gemeenten Bloemendaal, Heemstede, Velsen en Haarlem en van de Amsterdamse Waterleidingduinen (Waternet). Wij merken hierbij op dat elk grondwatermodel zijn eigen toepassingsgebied heeft en dat bepaalt de nauwkeurigheid waarmee het model de grondwaterstanden lokaal benadert en in hoeverre de informatie uit de modellen direct toepasbaar is op de studiegebieden. Zo zijn de grondwatermodellen van de gemeenten gericht op het bebouwde stedelijke gebied en is het grondwatermodel van Waternet vooral gericht op de Amsterdamse Waterleidingduinen.

In het studiegebied binnenduinrand stroomt het grondwater op hoofdlijn vanuit de hoger gelegen duinen naar de lager gelegen polders in het oosten. In figuur 2.10 zijn middels punten de gemiddeld gemeten grondwaterstanden in peilbuizen weergegeven voor respectievelijk de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG). De RHG en RLG zijn berekend over de periode 2012-2024. De data van deze peilbuizen is afkomstig van het Dinoloket, Provincie, Waternet/PWN, gemeenten en Hoogheemraadschap Rijnland.

Als achtergrond zijn de berekende isohypsenbeelden uit de gemeentelijke grondwatermodellen weergegeven. Dit zijn grondwatermodellen van respectievelijk Velsen, Bloemendaal, Heemstede en Haarlem. Voor Velsen en Bloemendaal zijn de RxG's berekend over de periode 2014-2019. De RHG en RLG uit de grondwatermodellen zijn respectievelijk de 10^e en 90^e percentielwaarden van de berekende grondwaterstanden over de genoemde periode. Het grondwatermodel van Haarlem is ouder en hiervoor is de RxG berekend over een periode van ten minste 3 jaar. Opgemerkt wordt dat deze gemeentelijke grondwatermodellen zijn gebouwd met de focus op het stedelijk gebied en dus ook zijn gekalibreerd en gevalideerd met dezelfde focus. Dit betekent dat de omgeving (het landelijk gebied) minder in detail is gemodelleerd en gekalibreerd waardoor er afwijkingen kunnen bestaan tussen de werkelijkheid en het model. De isohypsenbeelden op de achtergrond moeten daarom als indicatief worden gezien.

De grondwaterstand is het resultaat van het neerslag- en verdampingoverschot wat in de duinen en strandwallen tot opbolling leidt. De opbolling ter plaatse van de Amsterdamse Waterleidingduinen wordt beheerst door een vast peil in de infiltratiegreppels en kanalen van waaruit het drinkwater wordt onttrokken. In de lagere delen in de polders reguleren de watergangen, greppels en drainage het grondwater. Op de overgang van de hoge duinen/strandwallen naar de lagere delen treedt een relatief sterke gradiënt op het isohypsenbeeld. Een sterke gradiënt betekent dat de grondwaterstanden veel van elkaar verschillen op korte horizontale afstand.



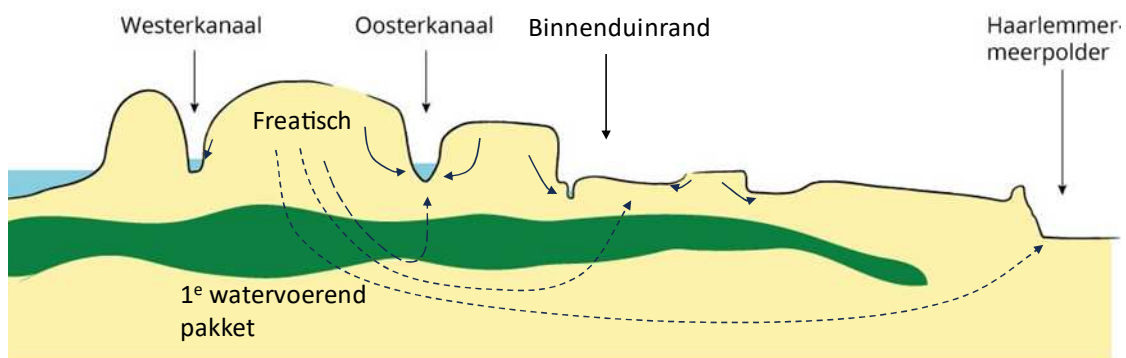
Figuur 2.10 Grondwaterstanden in peilbuizen (RHG & RLG) voor winter (links) en zomer (rechts) voor de periode 2012-2024. De achterliggende kaart geeft de berekende grondwaterstand (RHG & RLG) vanuit het gemeentelijke grondwatermodel weer met dezelfde legendaschaal. Grondwatermodeldata afkomstig van de gemeenten en peilbuisdata van alle deelnemende partijen + dinoloket. Van het gebied van de Amsterdamse Waterleiding Duinen en haar omgeving is ook een grondwatermodel aanwezig. Het berekende isohypsenbeeld van dit model is niet opgenomen in bovenstaande figuur maar is wel gebruikt voor de beschrijving van het grondwatersysteem

2.4.3 Kwel en wegzijging

Het landschap in het studiegebied zorgt naast de grondwaterstroming van duin naar polder ook voor kwel en wegzijging. In figuur 2.11 is een globale schets opgenomen van de kwelstromen in het gebied ter plaatse van het deelgebied Vogelenzang.

In de zandige hoog gelegen duinen vindt infiltratieplaats van het freatische grondwater en het eerste watervoerende pakket. Een deel van het freatische grondwater stroomt in horizontale richting af naar de lagere delen en komt hier als laterale kwel aan de oppervlakte. Dit treedt vooral op aan de randen van de duinen waar het maaiveld een grote sprong maakt. Ook aan de randen van de achterliggende strandwallen die onder invloed van het neerslagoverschot vollopen met water vindt laterale kwel plaats. Daarnaast kunnen weerstandbiedende veenlagen in de bovengrond een rol spelen in het voorkomen en plek van laterale kwelstromen. Lateraal kwelwater stroomt naar beneden via lokale laagtes, duinrellen of wordt afgevangen door poldersloten.

Het water dat naar het eerste watervoerende pakket infiltreert, stroomt deels richting zee en deel richting het oosten, naar de Haarlemmermeerpolder. De combinatie van de opbolling in de duinen (veroorzaakt door neerslag en verdamping) en het regionale peilverloop van het oppervlaktewater zorgt voor een aflopende gradiënt van de stijghoogtes van grondwater in het eerste watervoerende pakket. Het freatische grondwater kent grotere verschillen door het lokale ontwateringsstelsel. Door deze verschillen ontstaan er, in de regionale stroming van west naar oost, zones waar water van het freatische pakket naar het eerste watervoerende pakket infiltreert en andersom zones waar juist kwel optreedt van het eerste watervoerende pakket naar het freatische pakket. De mate waarin deze kwel of wegzijging optreedt is vervolgens afhankelijk van de dikte en samenstelling van de weerstandbiedende laag (Formatie van Naaldwijk-Wormer, zie figuur 2.6).

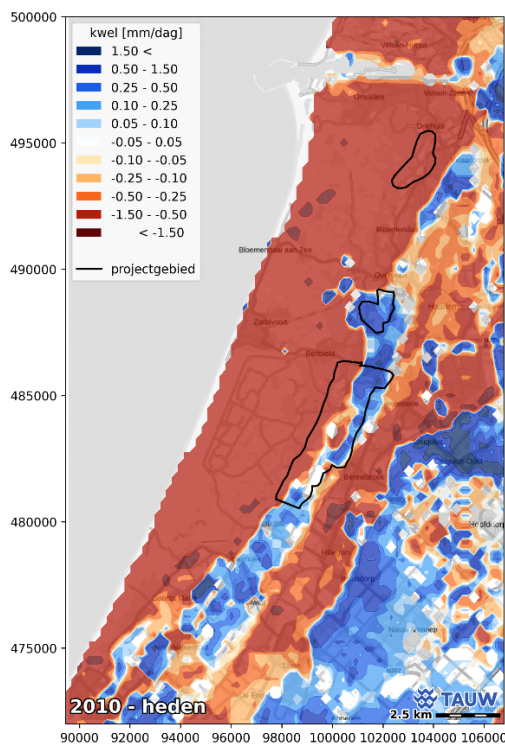


Figuur 2.11 Schets van laterale kwelstromen (pijlen) diepe kwelstromen (stippelijnpijlen) in de binnenduinrand. Doorsnede representatief voor het zuidelijk deel (bron: Waternet)

In figuur 2.12 staan de wegzijging en kwel weergegeven van het eerste watervoerende pakket naar het freatische pakket voor de binnenduinrand. De data zijn afkomstig uit het Landelijk Hydrologische Modelinstrumentarium (LHM 4.1) en heeft een relatief grof karakter. Hierop zijn onder andere de detailpatronen in het rondom het gebied van de Amsterdamse Waterleiding Duinen niet zichtbaar. Daarvoor wordt verwezen naar hoofdstuk 3.

Wel zijn de hoofdpatronen duidelijk zichtbaar met infiltratie in het duingebied, vervolgens een zone met kwel, daarna weer een zone van infiltratie richting de diepere Haarlemmermeerpolder en vervolgens de kwel in deze polder.

Te zien is dat deelgebied Santpoort volledig in een wegzijggebied is gelegen en deelgebied Westelijke Tuinbouwgebied volledig in een kwelgebied. In het deelgebied Vogelenzang is een afwisseling van kwel en infiltratie te zien tussen de duinen en de Leidsevaart, waarbij er ook seizoensale verschillen optreden.



Figuur 2.12 Kwel en wegzijing 2010-heden, van het eerste watervoerende pakket naar het freatische pakket (bron data: LHM4.1⁴)

2.4.4 Waterkwaliteit

2.4.4.1 Oppervlaktewaterkwaliteit

De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die op 22 december 2000 van kracht is geworden. Doelstelling is het realiseren en behouden van chemisch schoon en ecologisch gezond oppervlaktewater en grondwater. De EU-lidstaten moeten deze 'goede toestand' uiterlijk in 2027 realiseren. Voor de KRW-wateren (waterlichamen) zijn doelen opgesteld voor de leefbaarheid van planten en dieren.

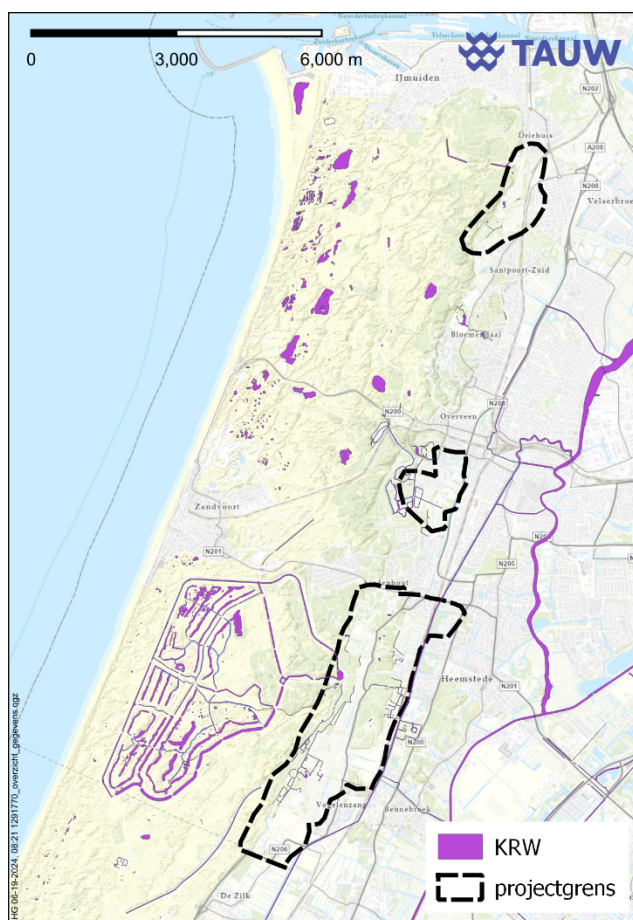
KRW-waterlichamen

In het studiegebied Zuid-Kennemerland liggen een tweetal KRW-oppervlaktewaterlichamen, te weten 'Zuid-Kennemerland' en 'Amsterdamse Waterleidingduinen'. Daarnaast maakt het gebied deel uit van het grondwaterlichaam Duin Rijn-West.

⁴ <https://www.grondwatertools.nl/gwsinbeeld/>

Voor een beschrijving van de huidige toestand van dit grondwaterlichaam wordt verwezen naar het rapport: “Grondwater Rijn-West, ambtelijk technisch achtergronddocument, stroomgebied Rijn-West. Opgesteld door de werkgroep Grondwater-Rijn-West, maart 2021” In figuur 2.13 is een overzicht opgenomen van de oppervlaktewateren die behorend tot de genoemde KRW-oppervlaktewaterlichamen ‘Zuid-Kennemerland’ en ‘Amsterdamse Waterleidingduinen’, die overlappen met het projectgebied. In de hoofdstukken 3, 4 en 5 zijn meer gedetailleerde kaartbeelden van de KRW-waterlichamen opgenomen.

Het KRW-waterlichaam Zuid-Kennemerland bestaat uit diverse van elkaar geïsoleerde meertjes. Daarnaast bestaat dit uit een aantal watergangen in de binnenduinstrand, waaronder de sloten op landgoed Elswout. Het waterlichaam heeft het KRW-waterdoeltype “ondiepe kalkrijke (grotere) plassen” (type M23). Het KRW-waterlichaam Amsterdamse Waterleidingduinen is een watersysteem dat bestaat uit deels verbonden waterwinkanalen en infiltratiegeulen, en valt ook onder het waterdoeltype M23. Daarnaast behoren hier ook enkele waterlopen langs de binnenduinstrand en langs de strandwal van Vogelenzang toe.



Figuur 2.13 KRW oppervlaktewaterlichamen Zuid-Kennemerland (roze vlakken in het noorden) en Amsterdamse Waterleidingduinen (roze vlakken in het zuiden). De zwart gestreepte lijn geeft de projectgrens aan (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

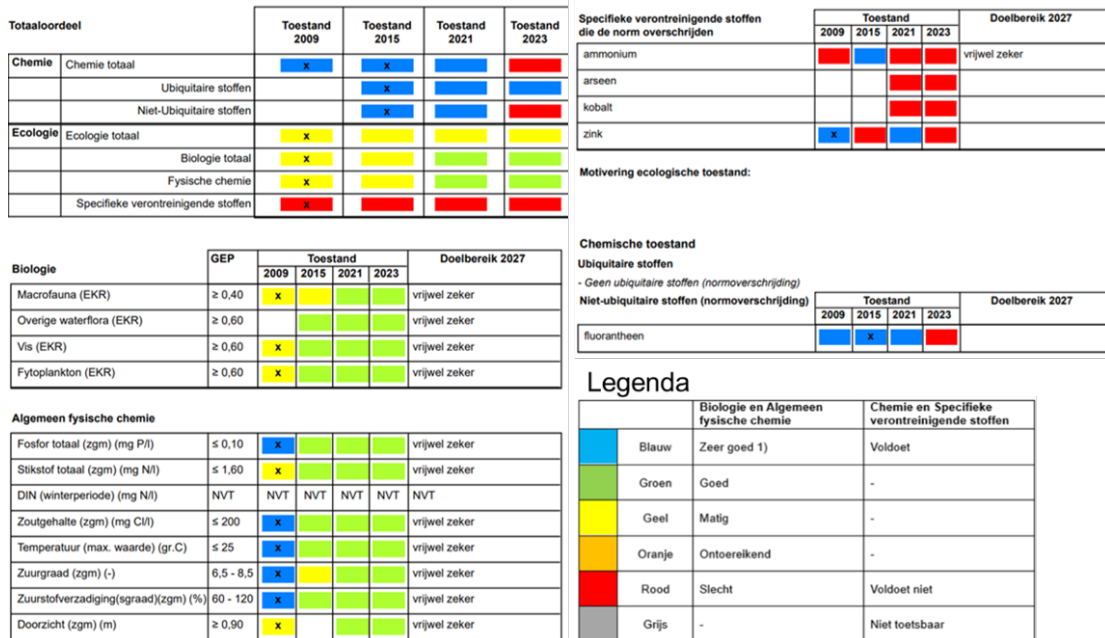
De toestand van de waterkwaliteit van de KRW-waterlichamen is door het Hoogheemraadschap gerapporteerd middels zogenaamde KRW-factsheets. In figuur 2.14 zijn de KRW-factsheet voor de KRW-watervan het stroomgebied Zuid-Kennemerland weergegeven. Het totaaloordeel van de laatste toetsing in 2023 over de ecologie is matig volgens de KRW-maatlatten. De macrofauna scoort hierin goed, de overige waterflora scoort matig en de fysische chemie scoort goed, behalve voor vier specifieke verontreinigende stoffen.

Het totaaloordeel van de chemische toestand is slecht. De niet-ubiquitaire stoffen (in dit geval fluoranthenen) voldoen niet, de ubiquitaire stoffen voldoen wel.

De laatste toetsing van 2023 van het KRW-waterlichaam Amsterdamse Waterleiding duinen, geeft het ecologische totaaloordeel 'matig' en het totaaloordeel van chemie is slecht (figuur 2.15). De biologische aspecten en algemene fysische chemie scoort goed op alle punten. De niet-ubiquitaire stoffen (in dit geval fluoranthenen) voldoen niet. De specifiek verontreinigende stoffen in het waterlichaam scoren allemaal slecht.

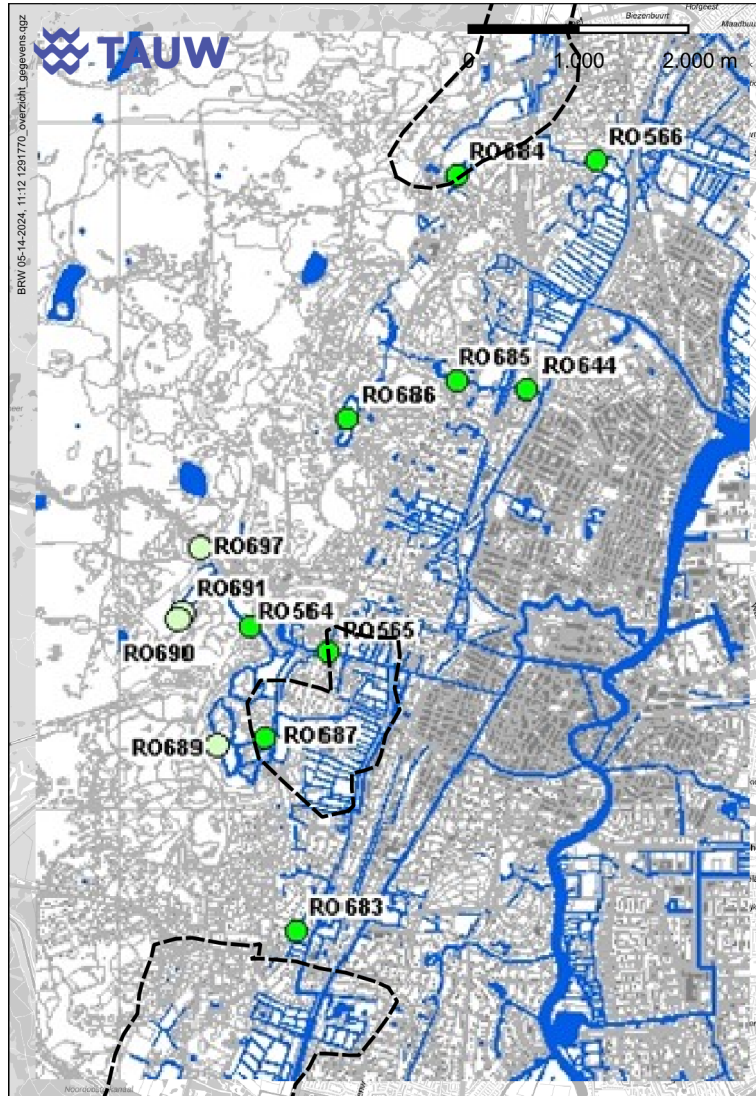


Figuur 2.14 KRW-factsheets voor het KRW-waterlichaam van Zuid-Kennemerland (bron: Factsheet KRW, SGBP 2022-2027, 2023)



Figuur 2.15 KRW-factsheet voor het KRW-waterlichaam Amsterdamse Waterleidingduinen (bron: Factsheet KRW, SGBP 2022-2027, 2023)

Naast de KRW-toetsing van de oppervlaktewaterlichamen Zuid-Kennemerland en Amsterdamse Waterleidingduinen, zijn er op 9 andere locaties in de binnenduintrand waterkwaliteitsmetingen gedaan in het verleden. Deze metingen zijn maandelijks gedaan tussen oktober 2003 tot en met september 2005, en geven een indruk van de waterkwaliteit. Al is deze informatie wat verouderd. Tevens is op een 4-tal punten in 2003 en 2004 beperkt onderzoek gedaan. In figuur 2.16 is de ligging van de meetpunten op kaart weergegeven en tabel 2.2 geeft de resultaten per meetpunt weer. De meetpunten zijn gelegen in verschillende duinrelsystemen en zijn hieronder beschreven (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006).



Figuur 2.16 Locaties van de waterkwaliteitsmeetpunten ten westen van Bloemendaal (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland, 2006)c

Tabel 2.2 MTR-toetswaarden fysisch-chemisch. De kleur geeft aan in welke kwaliteitsklasse de toetswaarde van de parameter valt. Toetswaarden in de klasse 0 (blauw) en 1 (groen) voldoen aan de grenswaarde van het MTR. Bij klasse 2 of hoger (geel, oranje en rood) wordt de grenswaarden met een bepaalde factor overschreden en wordt niet voldaan aan de normen. Voor de parameters waarvoor geen klassenindeling beschikbaar is (NH₃, zuurgraad en temperatuur) wordt alleen aangegeven of de toetswaarde van de parameter voldoet (blanco) of niet voldoet (zwart) aan de norm

	Cl		totaal-P		totaal-N		NH ₃		Zuurgraad	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	pH	pH
Norm MTR	200	200	0,15	0,15	2,2	2,2	0,02	0,02	6,5-9	6,5-9
Streefwaarde	-	-	0,05	0,05	1	1	-	-	-	-
	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005
Monsterpunt										
RO564	82	83	0,18	0,13	0,69	0,60	0,01	0,01	7,6-7,9	7,6-7,8
RO565	80	79	0,32	0,37	1,03	0,93	0,01	0,01	7,6-7,9	7,5-7,8
RO566	62	62	0,55	0,39	1,11	0,83	0,00	0,00	7,4-7,7	7,4-8,1
RO644	140	143	1,39	1,23	3,10	2,55	0,02	0,02	7,3-7,9	7,4-7,9
RO683	78	78	2,90	2,50	2,93	2,70	0,01	0,01	7,1-7,4	7,1-7,4
RO684	62	60	1,04	1,27	1,58	2,37	0,01	0,01	7,4-7,8	7,5-8,0
RO686	87	87	0,28	0,34	1,57	1,45	0,01	0,01	7,8-8,3	7,8-8,3
RO687	75	77	0,14	0,18	0,78	0,83	0,01	0,00	7,6-8	7,6-8,0

	SO ₄		NH ₄		O ₂		Arseen		Temperatuur	
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	C	C
norm MTR	100	100	0,8	0,8	5	5	32	32	25	25
Streefwaarde	-	-	-	-	-	-	1,3	1,3	-	-
	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005	2003-2004	2004-2005
Monsterpunt										
RO564	35	34		0,57	4,8	4,0	3,5	3,0	16	15
RO565	36	40		0,88	2,0	2,4	3,3	4,4	16	15
RO566	39	28	0,80	0,68	0,4	1,2	3,3	2,7	15	15
RO644	56	63	2,50	2,20	3,9	3,7	4,9	5,7	18	16
RO683	41	39	1,60	1,70	0,3	0,8	11,8	25,0	16	16
RO684	32	25	0,79	1,40	1,3	1,6	6,2	4,0	17	15
RO686	59	53	0,91	0,85	7,0	5,3	3,4	4,4	18	16
RO687	38	39	0,48	0,60	2,9	2,1	1,8	2,3	17	17

In tabel 2.2 zijn voor alle meetlocaties de toetswaarden per fysisch-chemische parameter gegeven. Alle meetlocaties voldoen voor de parameters chloride, sulfaat, arseen, zuurgraad en temperatuur aan de MTR-normen. De 3 meetpunten met een toetswaarde voor zuurstof < 2 mg/l bevinden zich in de duinrel met vooral in de zomerperiode een beperkte waterdiepte (RO684 en RO566) en in de watergang met stilstaand water en met een kroesbedekking in de zomerperiode (RO683) (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006).

Alleen de locaties RO564 en RO687 voldoen voor totaal-fosfor aan de MTR-norm in 1 van de beide meetjaren en hebben een beperkte overschrijding in het andere jaar. De meetpunten met een zeer hoog fosfaatgehalte (>5*MTR) zijn de punten die beïnvloed worden door boezemwater (RO644) of die in de zomerperiode een laag zuurstofgehalte hebben (RO683 en RO684) (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006).

Voor totaal-stikstof wordt de MTR-norm overschreden op de 3 locaties met ook de zeer hoge fosfaatgehalten. De stikstofconcentraties voldoen alleen voor beide jaren aan de streefwaarde voor de meetpunten die niet worden beïnvloed door stedelijk gebied en/of agrarisch gebied (RO564 en RO687) (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006). In onderstaand kader is een nadere toelichting op de meetpunten weergegeven.

Kader Toelichting meetpunten waterkwaliteitsmetingen Hoogheemraadschap Rijnland, 2006**Brederoodse Beek**

De duinrel begint in het gebied Meer en Berg en ter hoogte van de Velsenderlaan mondt de Amoureuze beek hierin uit. De duinrel stroomt langs de Ruïne van Brederode, gaat via een duiker onder het spoor door en loopt vervolgens door het Burgemeester Rijkenspark waar de watergang wordt gestuwd. Via een duiker onder de Wustelaan komt de duinrel via een vijverpartij tenslotte uit in de Delft. Meetpunt RO684 ligt in de watergang voor de Ruïne van Brederode en meetpunt RO566 bij de stuw in het Burgemeester Rijkenspark (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006).

Duin en Daal

Dit duinrelstelsel bestaat uit de watergang die ten westen van het sportcomplex langs de Brederodelaan loopt en via het Meertje van Caprera uitkomt in de watergang langs de hockeyvelden die via een duiker onder de Brederolaan doorgaat. Via een lange duiker onder het hockeyveld voert ook de waterpartij het Halve Maantje af op deze watergang. Op het Halve Maantje loost het diepdrainagesysteem van de wijk Duin en Daal. Ten oosten van de Brederodelaan loopt de duinrel via vijver Wildhoef en via een duiker onder de Kennemerweg komt de duinrel uit op de vijver langs de Laan van Boreel die het boezempeil heeft. Via deze vijver en de watergang langs de Pim Mulierlaan mondt het systeem uiteindelijk uit in de Delft. Meetpunt RO686 ligt in de Halve Maantjes, meetpunt RO685 benedenstrooms vijver Wildhoef bij het bejaardenhuis en meetpunt RO644 in de watergang langs de Pim Mulierlaan (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006).

Zanderijvaart/ Elswout

Dit systeem bestaat uit de waterpartijen op landgoed Elswout en de Zanderijvaart. Via de Brouwersvaart en de Marcellisvaart/ Houtvaart voert dit systeem af op de Leidschevaart. De watergangpartijen op landgoed Elswout worden gestuwd en het meetpunt RO687 bevindt zich bovenstrooms van de stuw. Meetpunt RO564 ligt in de Zanderijvaart en meetpunt RO565 in de Brouwersvaart langs het Houtmanpad. De meetpunten RO690 en RO691, RO697 liggen in kwelpoelen in het gebied Middenduin en meetpunt RO689 in Elswout. Meetpunt RO683 bevindt zich in de waterloop langs de Spiegelenburghlaan in Aerdenhout (Hoogheemraadschap Rijnland, 2006).

2.4.4.2 Zoet/zout

Het zoet-brak grensvlak (300 mg/l) in het grondwater is ter hoogte van de Amsterdamse Waterleidingduinen door Waternet in beeld gebracht. De diepteligging van het huidige brak-zout grensvlak is weergegeven in figuur 2.17. Door infiltratie van neerslagoverschot heeft zich in de duinen een zoetwaterbel gevormd waardoor het zoet-brak grensvlak op een diepte van -60 m NAP tot -100 m NAP is komen te liggen. In figuur 2.17 is ook de verandering weergegeven van het brak-zoutgrensvlak van 2020 ten opzichte van het jaar 2000 (blauwe dan wel rode waarden). Hierbij gaat het slechts om marginale veranderingen ten opzichte van de diepteligging.

Ook in het resterende deel van het onderzoeksgebied ligt dit grensvlak op relatief grote diepte als gevolg van infiltratie van neerslagwater in het duingebied. De zoetwaterbel bevindt zich in de gehele binnenduinrand (ter plaatse van de deelgebieden) op diepte, waarmee wordt geconcludeerd dat het gehele (grond)watersysteem zoet is.

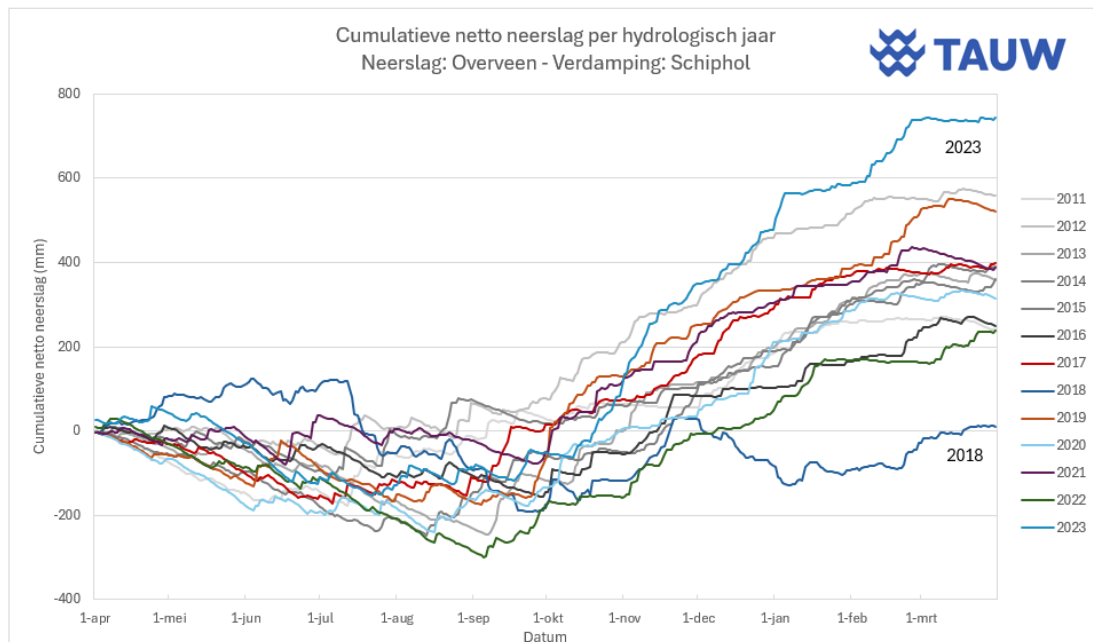
Ook het oppervlaktewater bestaat voornamelijk uit zoet water. Gebaseerd op data vanuit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) liggen de chlorideconcentraties van de oppervlaktewateren onder de 150 mg/l.



Figuur 2.17 Diepte zoet-brak grensvlak (300 mg/l) en verandering ten opzichte van 2000 (bron: Waternet, 2020)

2.4.5 Neerslag en verdamping

De neerslag en verdamping beïnvloeden het watersysteem van de binnenduinrand. Zo kunnen droge of natte jaren lage en hoge RHG's verklaren. Figuur 2.18 geeft de cumulatieve netto neerslag van het hydrologische jaar (april tot maart het jaar erna) voor recente jaren, dat is de neerslag min de verdamping die gedurende een heel jaar valt. Er is gebruik gemaakt van KNMI-station Overveen voor de neerslag en Schiphol voor de verdamping, dit zijn de meest representatieve meetpunten voor het gebied. In het resultaat is te zien dat 2011, 2019 en 2023 de natste jaren in de afgelopen periode waren. Het afgelopen najaar, winter, voorjaar 2023/204 was hierbij uitzonderlijk nat (in afgelopen 100 jaar nog nooit voorgekomen). De lentes/zomers van 2018, 2019, 2020 en 2022 waren (op momenten extreem) droog.



Figuur 2.18 Cumulatieve netto neerslag per hydrologisch jaar bij het KNMI-neerslagstation Overveen min de verdamping bij het KNMI-weerstation Schiphol (bron data: KNMI)

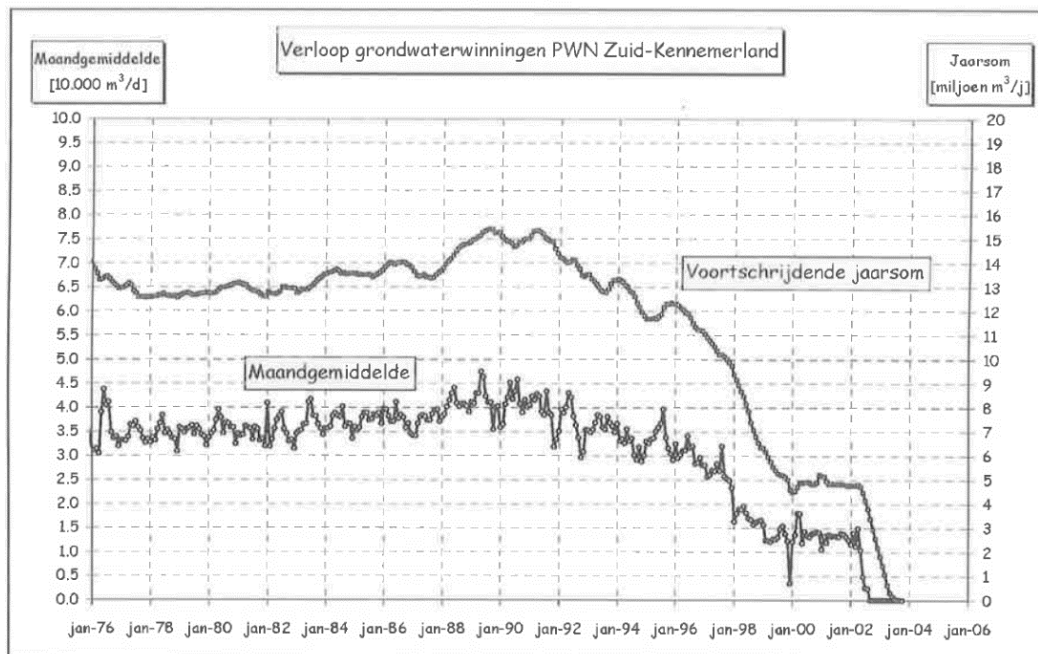
2.4.6 Drinkwaterwinningen

In de duinen zijn een tweetal voorzieningen voor drinkwaterwinning aanwezig, de Amsterdamse Waterleidingduinen (door Waternet) en de grondwaterwinningen binnen Zuid-Kennemerland (door PWN).

De PWN-winningen zijn in 2002 volledig gestopt. De onttrekkingsputten zijn nog wel aanwezig en dienen als noodvoorziening in geval van calamiteiten. Deze PWN winningen waren in te delen in twee hoofdgroepen, namelijk de Centrale winning Overveen en de randwinningen. De totale jaarlijkse grondwaterwinning van PWN in Zuid-Kennemerland schommelde in de periode 1975 tot 1990 tussen 12 en 15 miljoen m³.

In het kader van de Grondwaterwet (1984) en provinciaal Grondwaterplan (1986) heeft belangenafweging tussen drinkwater en natuur in de Kennemerduinen geleid tot het reduceren van de bestaande drinkwaterwinning met oog op verdrogingsbestrijding (de winning ging van 9,5 naar 2 miljoen kubieke meter per jaar in 1998, na het treffen van maatregelen tegen grondwateroverlast). In datzelfde jaar is besloten om de winningen in en om de Kennemerduinen helemaal te staken.

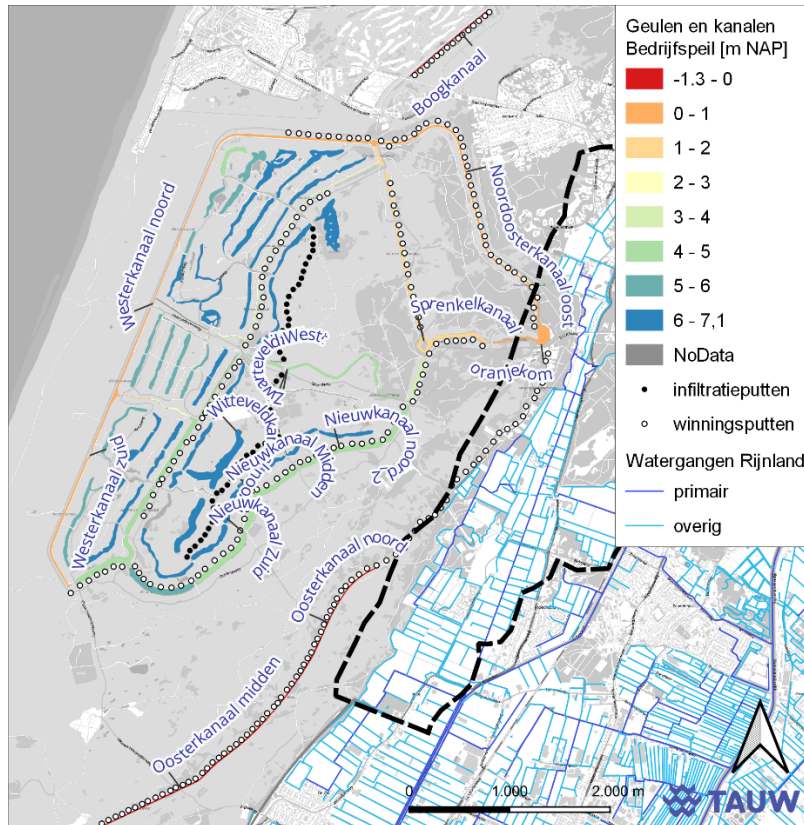
Drinkwaterbedrijf PWN, dat na een fusie in 1997 het beheer had gekregen over de Kennemerduinen en de grondwaterwinningen, ging over tot 'centrale ontharding' in de nieuwe drinkwaterfabriek op de locatie Heemskerck. Nadat opnieuw maatregelen werden getroffen om grondwateroverlast te voorkomen, werd de winning in en rond de Kennemerduinen op 1 mei 2002 volledig stopgezet (H2O, 2007). Figuur 2.19 toont het verloop vanaf 1975 op maandbasis, als maandgemiddelde en als voortschrijdende jaarsom. Het overgrote deel van de winning was uit het eerste watervoerend pakket (Icastat, 2006).



Figuur 2.19 Verloop van de totale grondwaterwinning van PWN in Zuid-Kennemerland op maandbasis, als maandgemiddelde en als voortschrijdende jaarsom (Icastat, 2006)

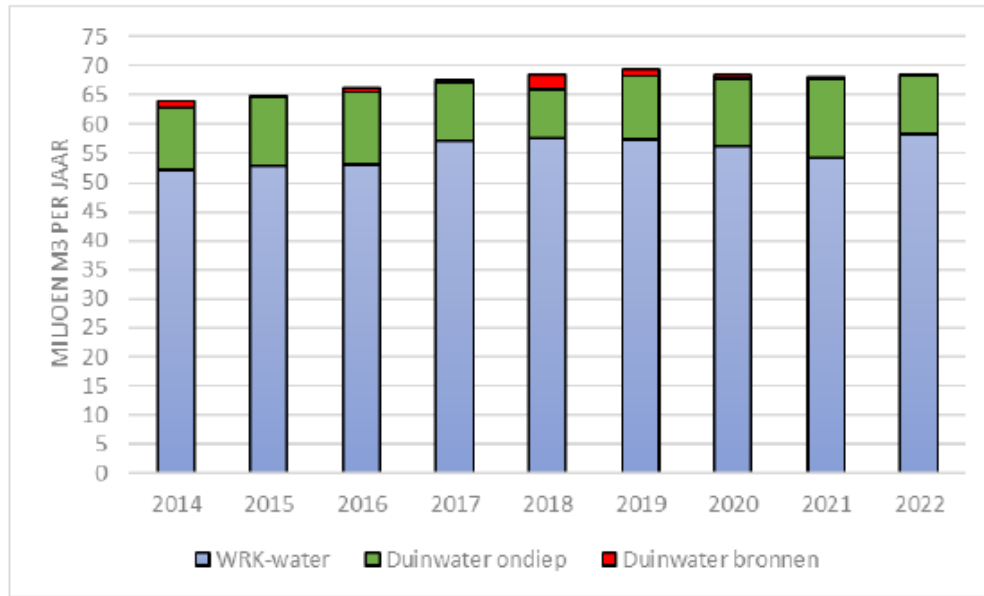
In de Amsterdamse Waterleidingduinen wordt sinds 1853 water gewonnen, waarmee dit het oudste waterwingebied van Nederland is. Het overgrote deel van de waterwinning vindt plaats in de bovenste zandlaag (boven -10 m NAP). Hier is een stelsel van greppels en kanalen aanwezig welke allen een vast waterpeil hebben (figuur 2.20). In de greppels centraal in het gebied wordt water gepompt afkomstig uit het Lekkanaal (WRK-water, Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland). Langs de rand ligt een stelsel van kanalen waaruit het water weer wordt opgepompt en wordt getransporteerd naar de zuiveringsinstallatie. Vanuit de dieper ondergrond wordt nog water opgepompt middels een stelsel van bronnen. Deze diepere winning wordt alleen bij uitzondering ingezet.

De winning van de Amsterdamse Waterleidingduinen is in 2006 geoptimaliseerd waarbij een afweging is gemaakt tussen zo hoog mogelijke winhoeveelheden, vergroten van natuurwaarden en zo min mogelijk effecten op de omgeving.

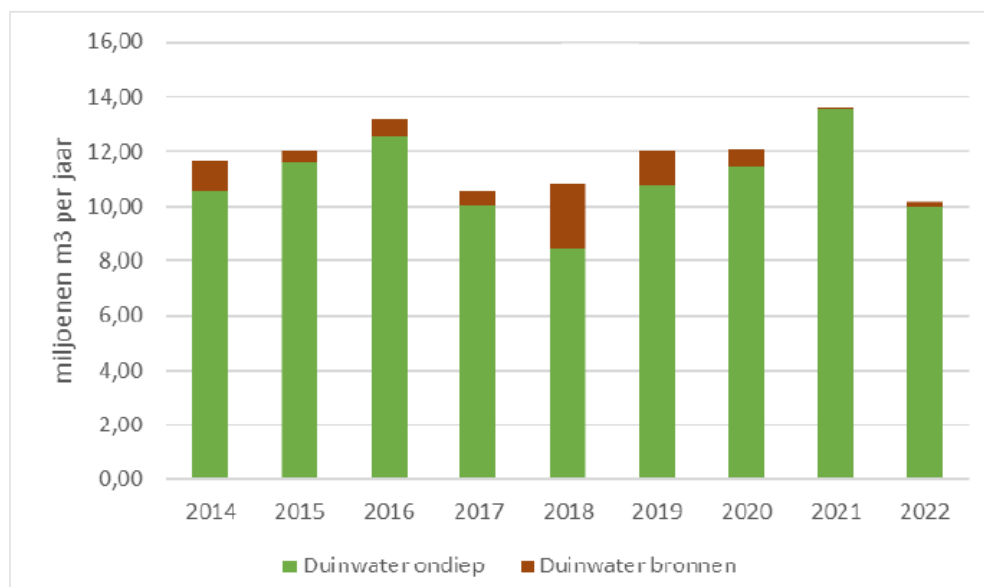


Figuur 2.20 Gehanteerde peilen in de geulen en kanalen van de Amsterdamse Waterleidingduinen (bron data: Waternet en Hoogheemraadschap Rijnland)

In figuur 2.21 zijn de winhoeveelheden weergegeven voor de afgelopen 9 jaar. In figuur 2.22 is te zien dat het aandeel duinwater dat gewonnen wordt met name afkomstig is uit het ondiepe pakket, en dat enkel in droge jaren en bij calamiteiten c.q. onderhoud de diepe winputten worden gebruikt (tot 2 miljoen m³ per jaar in 2018). Recent heeft Waternet een vergunning aangevraagd om de maximale jaarlijkse onttrekkingshoeveelheid te verhogen van 70 Mm³/jaar naar 75 Mm³/jaar waarmee waternet kan voldoen aan de toenemende watervraag en de bescherming van de natuur kan waarborgen zonder meer diep grondwater te winnen (Waternet, 2024). De uitbreiding heeft volgens de vergunning onderbouwende effectrapportage geen effect op de omgeving van de Amsterdamse Waterleidingduinen (Waternet, 2023).



Figuur 2.21 Geleverde hoeveelheid ruwwater uit de Amsterdamse Waterleidingduinen aan de zuivering Leiduin, verdeeld in de herkomst van het water (bron: waternet, 2023)



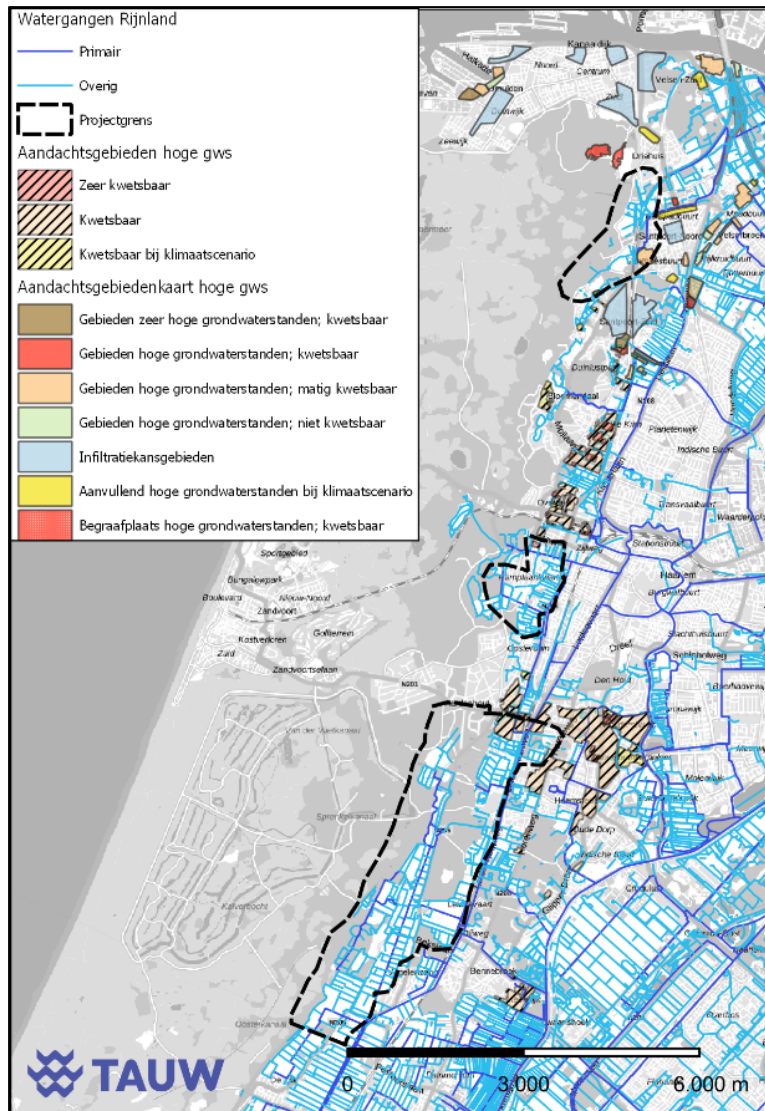
Figuur 2.22 Winning van duinwater in de periode 2013 tot en met 2022 (bron: waternet, 2023)

2.4.7 Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijk gebied

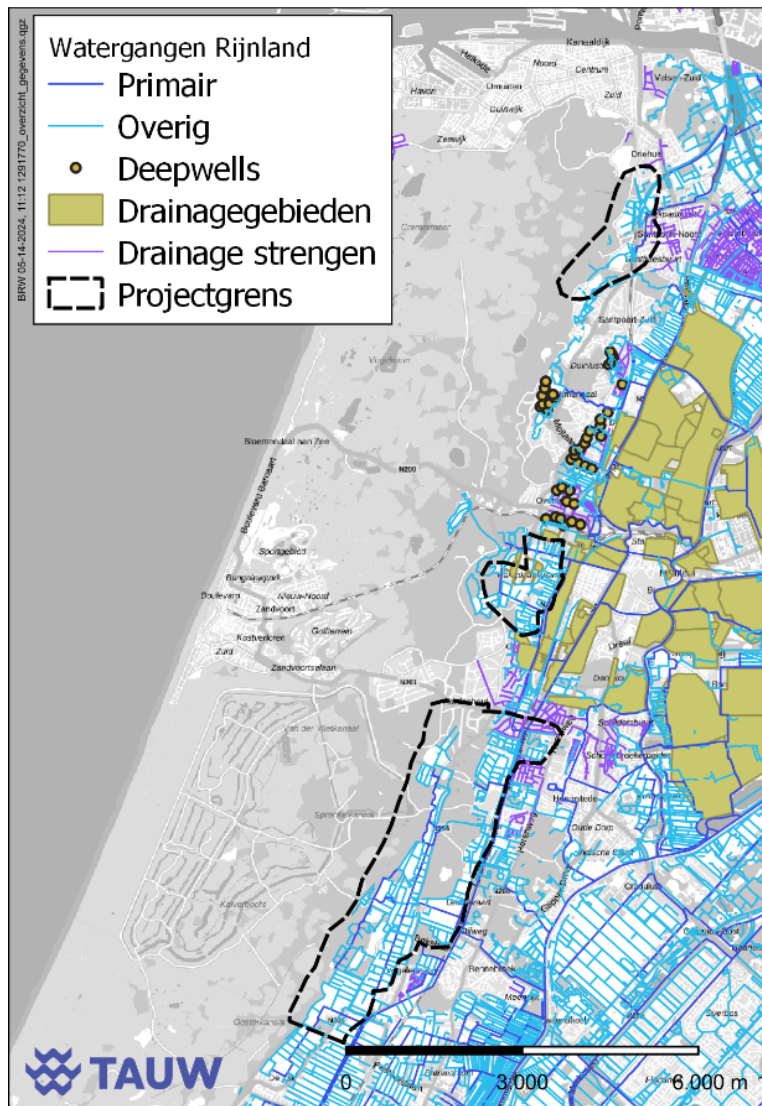
De diepe en ondiepe grondwaterstromen kunnen op verschillende locaties potentieel voor wateroverlast zorgen. Door de gemeente Velsen en Bloemendaal is informatie aangeleverd over kwetsbare stedelijke gebieden ten aanzien van hoge grondwaterstanden (Figuur 2.23) in stedelijk gebied. De kaart geeft weer waar in de stedelijke gebieden kwetsbare zones met hoge grondwaterstanden voorkomen.

Of er daadwerkelijk overlast optreedt is afhankelijk van bodemopbouw, neerslag- en verdampingspatronen, afgravingen van zand in de zanderijen, de soort bebouwing, en al dan niet aanwezige drainage. Ook staan er enkele zones binnen stedelijk gebied op aangegeven waar structureel lagere grondwaterstanden voorkomen en zijn bestempeld als potentiële gebieden voor infiltratie.

Om hoge grondwaterstanden in het bebouwd gebied te voorkomen, zijn door de gemeente op diverse locaties maatregelen genomen. Het betreft hierbij onder andere aanleg van horizontale drainagesysteem en deepwells (verticale drainageputten). Van de gemeente Velsen en Bloemendaal is de ligging van de drainagestrengen en deepwells in Figuur 2.24 weergegeven. Hierin zijn tevens de gebieden weergegeven binnen de gemeente Haarlem die zijn gedraineerd.



Figuur 2.23 Aandachtsgebieden hoge grondwaterstanden op basis van stedelijke grondwatermodellen (bron data: Gemeenten Velsen en Bloemendaal)



Figuur 2.24 Drainagegebieden, drainagestrengen en deepwells (bron data: gemeente Haarlem, Velsen en Bloemendaal)

2.5 Algemeen ontbrekende informatie en aanbevelingen

De grote variatie in systeemeigenschappen op kleine afstand maken de Binnenduinrand tot een uniek gebied. Niet het hele gebied is voorzien van grondwater meetpunten. Het plaatsen van extra peilbuizen in bepaalde gebieden zal helpen om detailinzicht te krijgen over de dynamiek van de grondwaterstanden. Hierbij kan gedacht worden aan de zone tussen strandwal en duinen, de strandwal zelf of op perceelsniveau in het midden van het perceel of juist bij de watergangen. Deze informatie kan naast de modeldata worden gelegd, en zo kunnen beiden elkaar verrijken om seizoenale en locatiespecifieke verschillen in kaart te brengen.

Daarnaast zijn in de hele Binnenduinrand zijn duinrellen aanwezig, welke met name in het noordelijk deel goed in kaart zijn gebracht. Om het natuurlijke afwateringssysteem in kaart te brengen wordt aanbevolen een aanvullende inventarisatie naar de ligging van historische en huidige duinrellen in de overige gebieden uit te voeren.

Er zijn weinig waterkwaliteitsgegevens beschikbaar. De KRW gegevens gaan over een groot gebied, waar lokaal de verschillen groot kunnen zijn. Afhankelijk van de beleidskeuzes die gemaakt dienen te worden, kan nader onderzoek worden uitgevoerd naar de kwaliteit van verschillende deelstromen (nutriënt gehalten, macro-/microchemie en organische macro/micro verontreinigingen) en de invloed van gebruiksfuncties (onderbemalingen, drainage en beregening).

Ter ondersteuning van beleidskeuzes is het opstellen van een waterbalans een nuttige exercitie om de grootte van waterstromen door een gebied te kunnen duiden. Voor het opstellen van een waterbalans zijn de volgende punten van belang:

- Afbakening van de gebiedsgrenzen waarvoor de waterbalans wordt opgesteld, afhankelijk van het gebied mogelijk extra informatie nodig over aan-/afvoer, stuwen, peilbuizen
- Afvoer over de verschillende stuwen aan de randen van het gebied cq hoeveelheden wateraanvoer (dit laatste is alleen van toepassing voor deelgebied Vogelenzang)
- Eventueel meten van hoeveelheden opgepompt water via drainage en onderbemalingen

Het is te overwegen, afhankelijk van de doelstellingen en vraagstukken vanuit het gebiedsproces om een grondwatermodel gericht op de binnenduinrand op te stellen (gebruikmakend van de reeds bestaande grondwatermodellen in de omgeving). Daarmee kunnen effecten van maatregelen in relatie tot het watersysteem gekwantificeerd worden.

Voorgaande punten betreffen aanbevelingen om de huidige situatie gedetailleerder in beeld te krijgen. Om te komen tot een toekomstig bestendig watersysteem wordt aanbevolen om naast de huidige situatie ook de invloeden van klimaat op het watersysteem te onderzoeken, zowel op de waterkwantiteit als de waterkwaliteit.

Aanbevolen wordt om de ontbrekende informatie in te vullen zodra de doelstellingen en vraagstukken uit het gebiedsproces helder zijn. Daarmee kan het nader onderzoek zo doelgericht mogelijk plaatsvinden. Wel wordt aanbevolen om alvast te starten met het uitvoeren van aanvullende waterkwaliteitsmetingen en wateraanvoer/afvoermetingen.

In de volgende hoofdstukken zijn per deelgebied ontbrekende informatie en aanbevelingen nader beschreven.

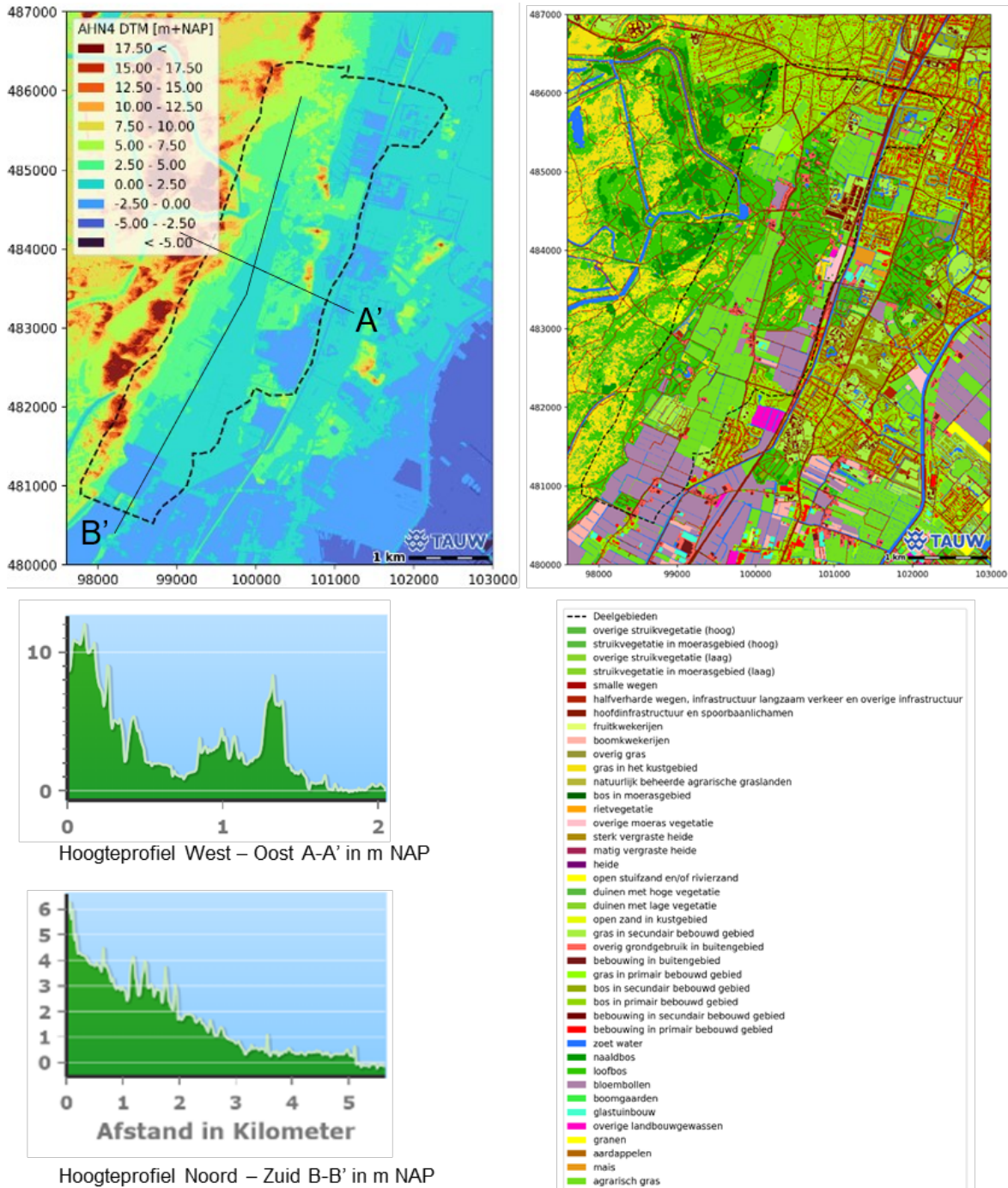
3 Deelgebied Vogelenzang

Per deelgebied gaan we in op de bijzondere kenmerken die voor het deelgebied van belang zijn voor de werking van het watersysteem. Het gaat hierbij om een nadere toelichting en detaillering van de algemene watersysteembeschrijving. We beginnen bij het meest zuidelijke deelgebied Vogelenzang.

3.1 Hoogte en landgebruik

Het deelgebied Vogelenzang ligt naast de duinen. De overgang is goed te zien in de hoogtekaart (figuur 3.1). In de dwarsdoorsnedes linksonder in de figuur is te zien dat van west naar oost het maaiveld afloopt (A – A'). In het midden ligt een strandwal die tot maximaal +25 m NAP reikt en de laagste delen in het zuiden liggen op circa 0 m NAP. Daar tussen liggen lagere gronden en aan de oostkant van het deelgebied beginnen de polders. Ook is er een gradiënt waarneembaar in noord-zuid richting door het gebied (B – B'). De polders in het zuiden liggen lager dan het deel tussen de strandwal en de duinen in het midden en noorden van het deelgebied.

De landgebruikskaart laat zien dat de duinen en de strandwal worden gekenmerkt door loofbos (groen) en de tussenliggende delen bij agrariërs in gebruik zijn als grasland (lichtgroen) (figuur 3.1). Op de laagste delen zijn bloembolkwekerijen gevestigd (paars). Deze zijn gevestigd op de door de mens afgegraven gronden die geestgronden worden genoemd. De polders binnen het deelgebied beslaan voor circa 60 % agrarisch gras en circa 40 % bollenteelt.

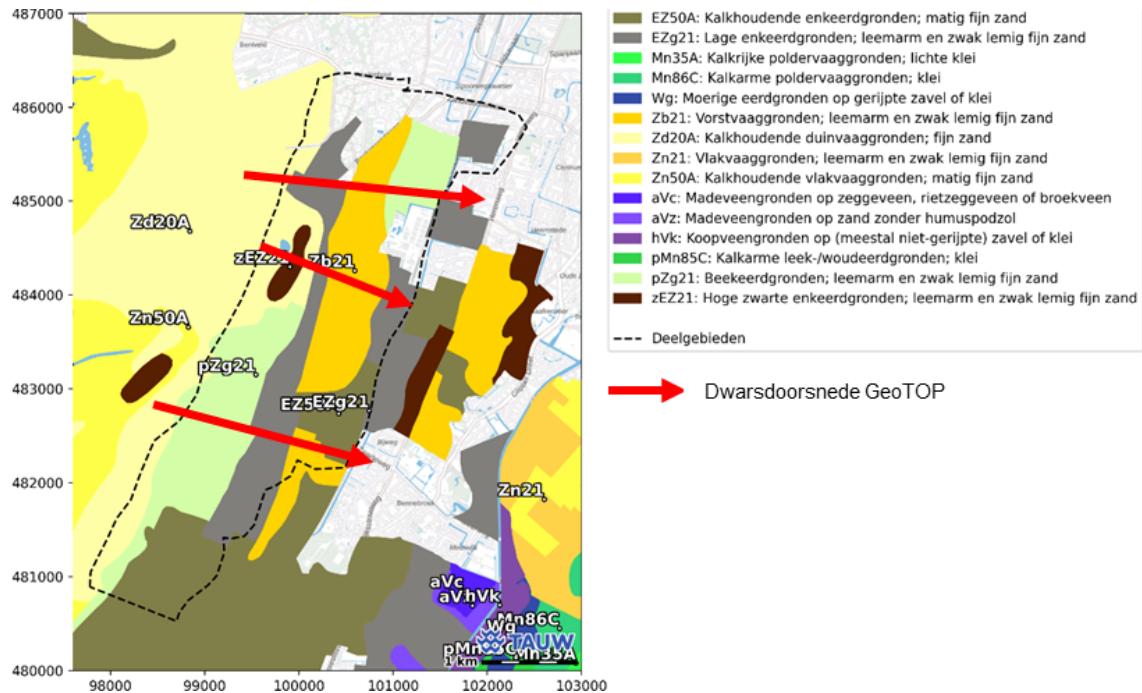


Figuur 3.1 Hoogtekaart (links) inclusief hoogteprofiel A-A', hoogteprofiel B-B' en landgebruik (rechts) in Vogelenzang

3.2 Bodem en ondergrond

De bodem van deelgebied Vogelenzang is weergegeven in de bodemkaart (figuur 3.2). De duinen (duinvaaggronden) in het westen en de strandwal (vorstvaaggronden) bestaan uit zand. Daartussen liggen beekerdgronden, wat zandgronden zijn met een humusrijke bovengrond waar met name graslanden liggen.

In het zuiden en oosten van het deelgebied liggen kalkhoudende enkeerdgronden op de laagste delen. Dit zijn ook de geestgronden waar de bloembollenkwekerijen liggen.

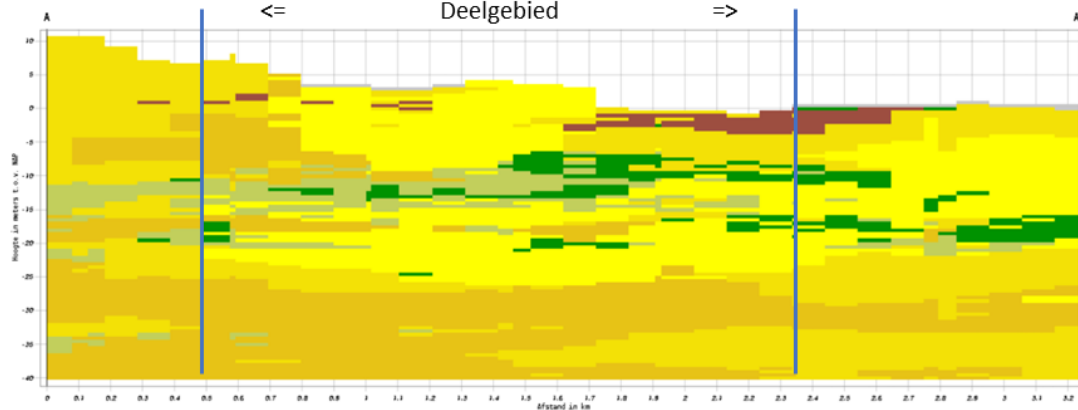


Figuur 3.2 Bodemkaart deelgebied Vogelenzang. De dwarsdoorsneden zijn in figuur 3.3 uitgewerkt

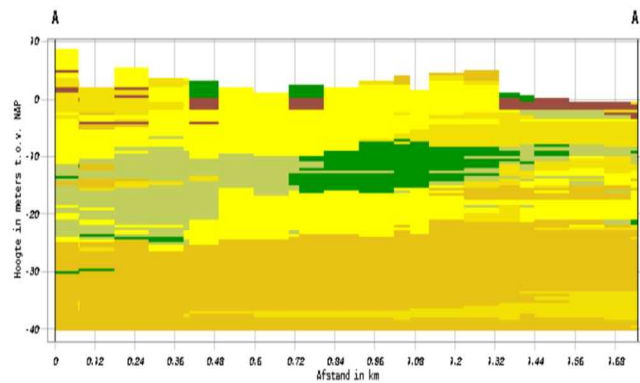
De opbouw van de ondergrond is van belang voor de grondwaterstroming. Het GeoTOP v1.6 model van de BRO geeft een inzicht in deze lagen. In figuur 3.3 staan voor drie dwarsdoorsneden in het deelgebied de verschillende lagen in de ondergrond weergegeven. De dwarsdoorsneden lopen respectievelijk door het noordelijke, midden en zuidelijk deel van het deelgebied van west naar oost (Figuur 3.2).

In de bovengrond komt op verschillende plekken veen voor met een dikte van 1 à 2 m. Belangrijk aandachtspunt bij deze veenlagen is dat ze gevoelig zijn voor veranderingen in de waterhuishouding. Een dalende grondwaterstand kan leiden tot veenoxidatie en bodemdaling, terwijl een toename in de waterstroming door deze veenlagen zorgt voor een verandering van de waterkwaliteit. De bovenste zandlaag reikt tot circa -10 m NAP en bestaat uit fijn tot middenkorrelig zand. Op ongeveer -10 m NAP beginnen de klei- en leemlagen, afgewisseld met zand. Dit is het laagpakket van Wormer (Formatie van Naaldwijk) met geulafzettingen afgezet in een getijdenmilieu. In de doorsneden is de variatie in dikte en heterogeniteit in de samenstelling van de laag duidelijk zichtbaar. Daaronder, vanaf circa -20 m NAP komt meer grof zand en grind voor met af en toe nog een kleilens.

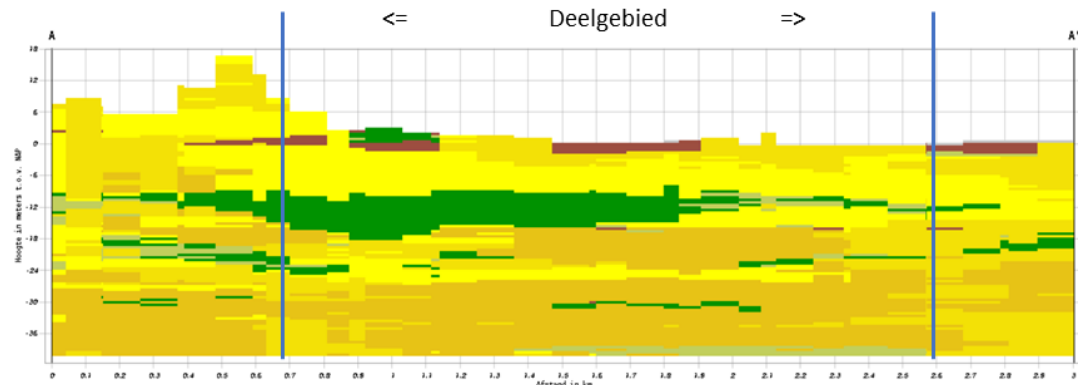
Noord (3 kilometer lengte)



Midden (1,7 kilometer lengte, deelgebiedsgrens ligt op de rand van de doorsnede):



Zuid (3 kilometer lengte):



Lithoklassen

-  Antropogeen
-  Veen
-  Klei
-  Zandige kleien en kleig zand
-  Fijn zand
-  Middenkorrelig zand
-  Grof zand
-  Grind

Noord:



Midden:



Zuid:



Figuur 3.3 Lithoklassen voor drie dwarsdoorsnedes in Vogelenzang tot -40 m NAP (Bron: GeoTOP v1.6)

3.3 Historische ontwikkeling

In figuur 3.4 is de ontwikkeling van het gebied weergegeven. Op de kaart van 1850 is al een dal en duinlandschap zichtbaar waarbij er op de hoge delen bos aanwezig was en in het dal landbouwpercelen. In grote lijnen is deze structuur nog steeds zichtbaar in het landschap. Het landgebruik is op de hogere delen nog steeds natuur (hoofdzakelijk loofbos) en op de lagere delen liggen de landbouwpercelen. Het gebied ten zuiden van de strandwal is rond 1920/1930 ontgonnen/afgegraven.

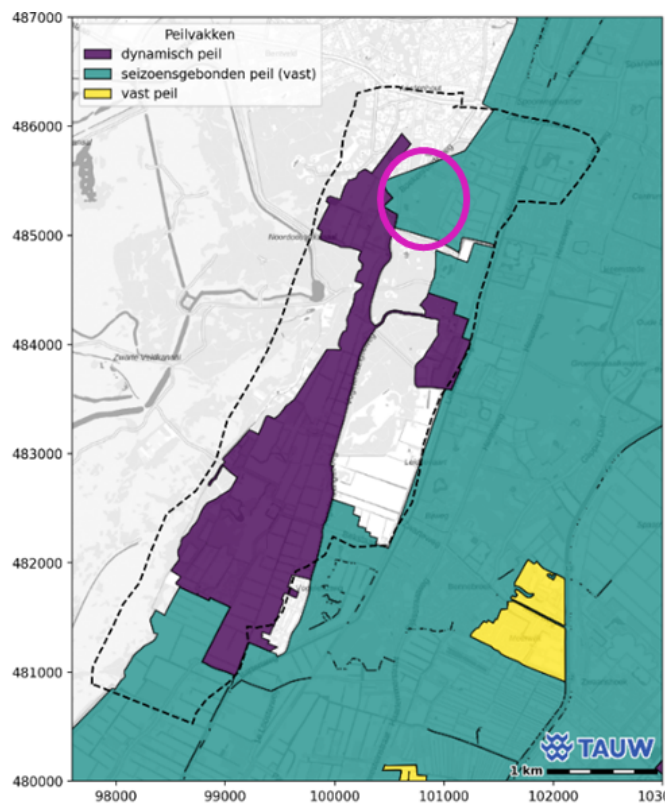


Figuur 3.4 Historische ontwikkeling Vogelenzang (bron: Topotijdreis)

3.4 Oppervlaktewater systeem

3.4.1 Peilvakken

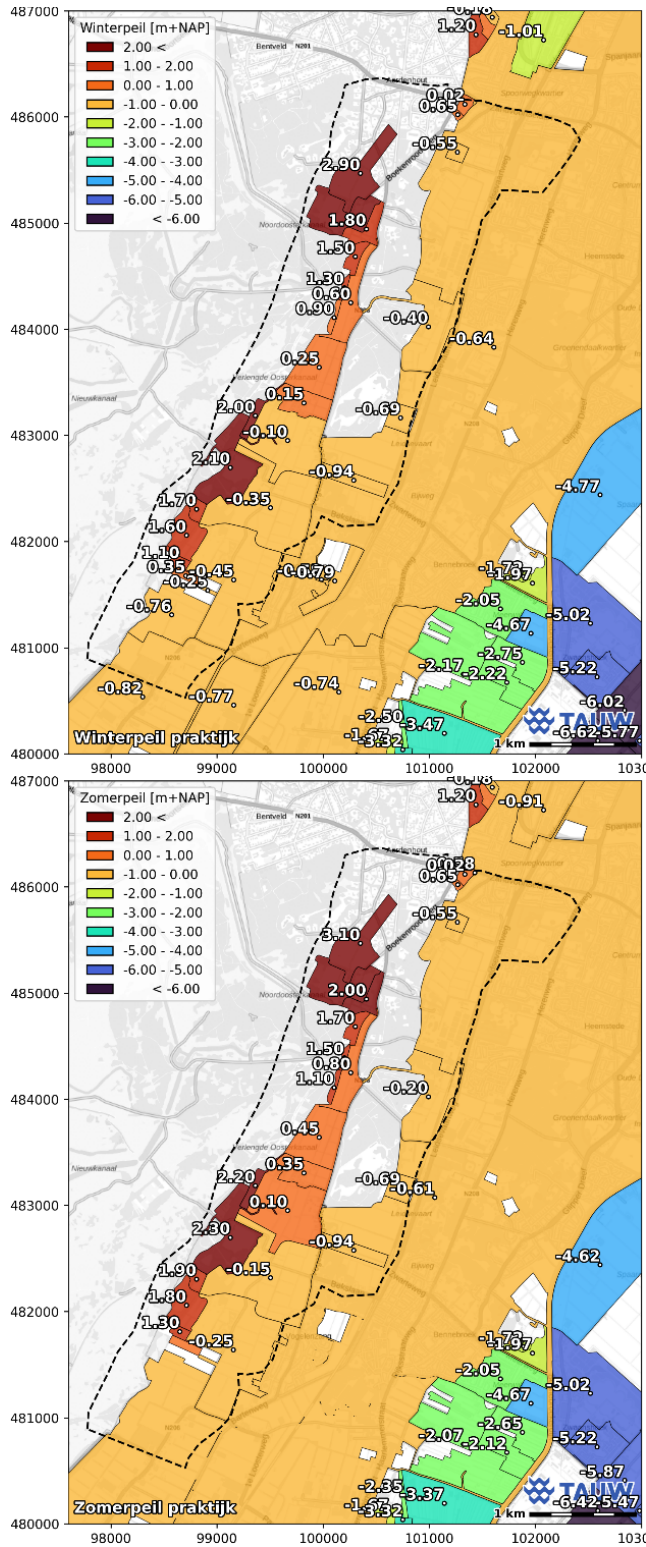
Het oppervlaktewatersysteem van deelgebied Vogelenzang heeft voor een deel een dynamisch peil (de hoger gelegen polders tussen de duinen en de strandwal en een klein gedeelte van de polder aan de oostzijde). In het zuiden en oosten hebben de polders een seizoensgebonden vast peil (de lager gelegen polders). In de roze cirkel staat een seizoensgebonden peil, maar in de praktijk blijkt deze niet te worden gehanteerd (figuur 3.5).



Figuur 3.5 Peilgebieden Vogelenzang (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

De peilen in de dynamische peilvakken (figuur 3.5) variëren van +2 m NAP tot -1 m NAP en volgen grotendeels de noord-zuid gradiënt en de west-oost gradiënt zoals in de hoogtekaart. De verschillen tussen zomer en winterpeil in de seizoensgebonden peilvakken zijn nihil (maximaal 10 centimeter) (figuur 3.6). In de dynamische peilvakken varieert het peil met circa 20 centimeter.

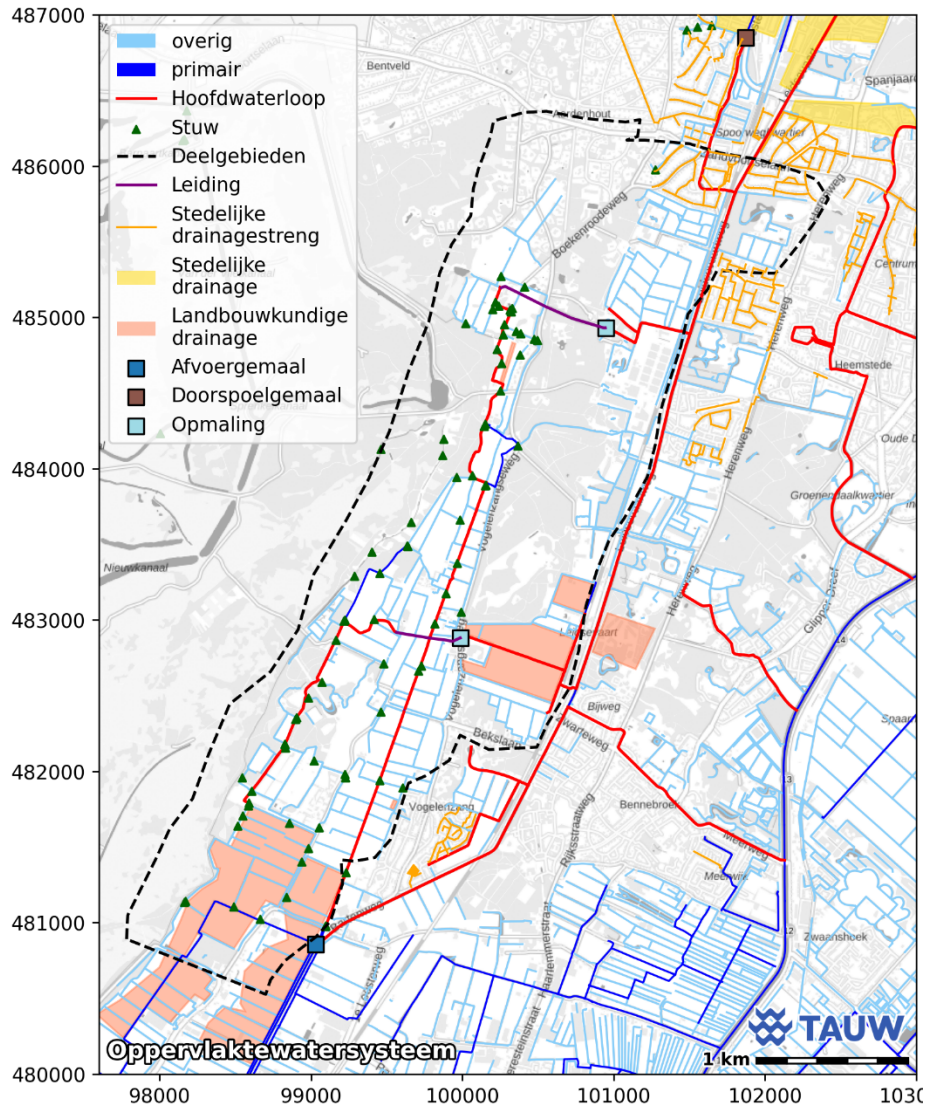
In de kaart zijn ook de stuwhoogtes weergegeven met dezelfde kleurschaal als de peilvakken. Hieruit blijkt dat de peilen in de praktijk redelijk goed de stuwhoogtes volgen. Op enkele plekken staan de stuwen hoger dan het peil in dat peilvak, met name in de winter. In het gebied tussen de duinen en de strandwal zitten veel stuwen, met kruinhoogtes die variëren van +3 m NAP bovenstrooms tot -0,82 m NAP benedenstrooms.



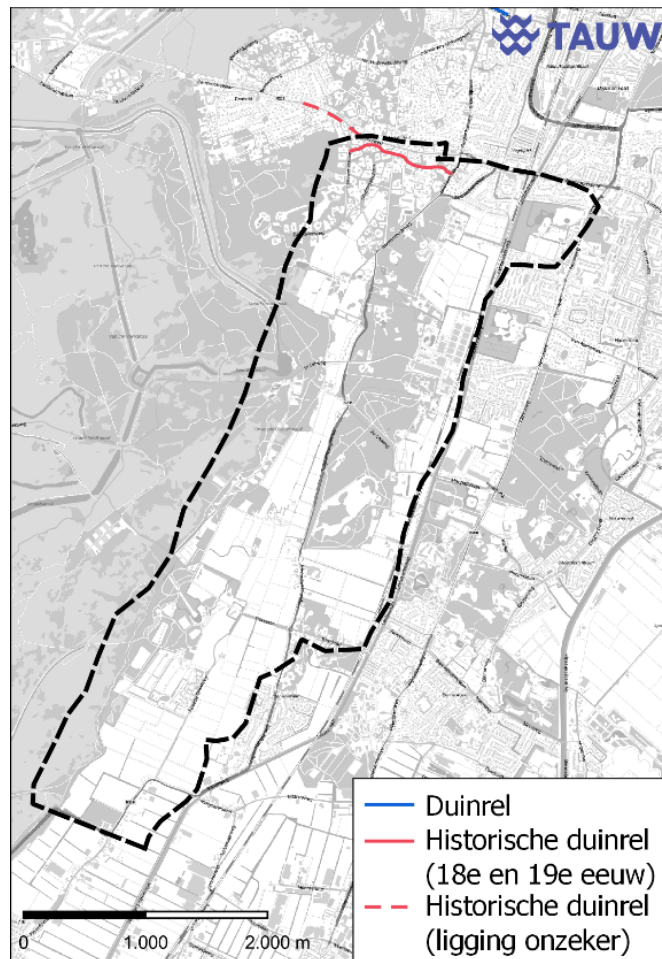
Figuur 3.6 Winter- en zomerpeil van de praktijk peilvakken Vogelenzang (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

3.4.2 Hoofdwaterlopen en duinrellen

In het gebied zijn twee hoofdwaterlopen aangemerkt die beide in de laagtes van het gebied liggen (figuur 3.7). Aan de ooststrand van het deelgebied ligt de Leidsevaart. De stromingsrichting van het oppervlaktewater is in het gebied tussen de duinen en de strandwal van noord naar zuidwest. De hoofdwaterloop kent een stuwpeil in het noorden van +1,8 m NAP, aflopend naar -0,9 m NAP. Er zijn twee aanvoergemalen (opmaling) in het gebied tussen de duinen en de strandwal die het waterniveau in de watergangen op peil houden bij uitzakkende oppervlaktewaterstanden. Deze oppervlaktewaterstanden zakken uit doordat er in dit deel van het gebied infiltratie plaatsvindt van het ondiepe naar het diepe pakket. Vervolgens stroomt het water via stuwen richting het zuiden en daarna in de boezem (Leidsevaart). Het peil in de boezem ligt tijdens de winter op -0,64 m NAP en in de zomer op -0,61 m NAP. Het oostelijk gelegen gebied (ten oosten van de strandwal) watert in oostelijke richting rechtstreeks op de Leidsevaart af. In het stedelijk gebied ligt plaatselijk drainage om de grondwaterstanden te beheersen en wateroverlast te voorkomen. In Figuur 3.8 is een duinrel en een historische duinrel weergegeven.



Figuur 3.7 Oppervlaktewatersysteem deelgebied Vogelenzang (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

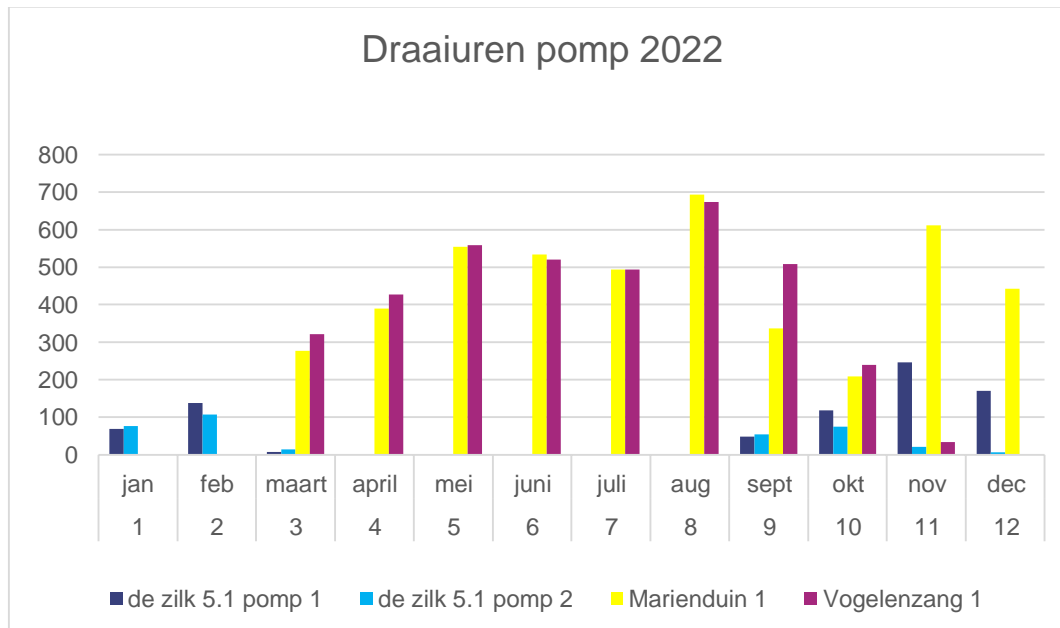


Figuur 3.8: Ligging Duinrellen Vogelenzang

3.4.3 Gemaalgegevens

Via de inlaatgemalen Mariënduin en Vogelenzang wordt in de droge maanden water aangevoerd naar de hoofdwaterring midden door het deelgebied (gebied tussen duinen en strandwal). In figuur 3.9 zijn voor beide aanvoergemalen de draaiuren per maand weergegeven. De gegevens zijn afkomstig van Hoogheemraadschap Rijnland. Het gemaal Vogelenzang geeft 600 kuub per uur, het gemaal Mariënduin 240 kuub per uur. Dit water wordt gebruikt om de wegzijging te compenseren, en om gebruiksfuncties als golfvelden, paarden en bollenteelt van water te voorzien. Het water stroomt vervolgens via stuwen weer het gebied uit. Te zien valt dat deze wateraanvoer niet alleen in de zomermaanden plaatsvindt, maar gedurende een groot gedeelte van het jaar.

In figuur 3.9 zijn ook de draaiuren van het afvoergemaal De Zilk in het zuiden van het plangebied weergegeven. Dit gemaal voert in de winter water af uit een deel van het bollengebied in het zuiden van deelgebied Vogelenzang. In de zomer staat het peilvak gelijk aan het boezemniveau van -0,61 m NAP.

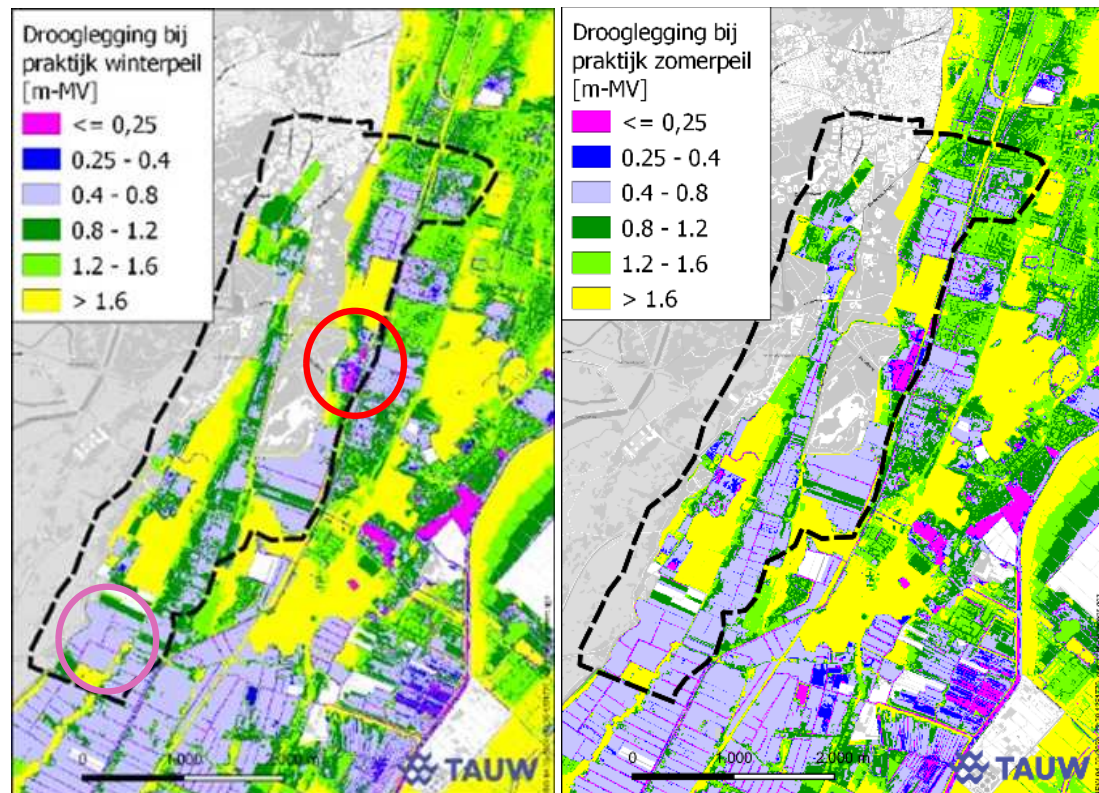


Figuur 3.9 Draaiuren per aanvoergemaal van Vogelenzang per maand, inclusief draaiuren afvoergemaal in het zuiden van plangebied. Het overgrote deel van het gebied watert vrij af via stuwen (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland), alleen de zuidelijke polder “de Zilk” gaat via het gemaal

3.4.4 Drooglegging zomerpeil en winterpeil (praktijk)

De drooglegging is het verschil tussen het gehanteerde polderpeil en het maaiveld. Het geeft dus aan hoeveel ruimte er tussen het maaiveld en het oppervlaktewater zit. In de deelgebieden is de drooglegging bepaald aan de hand van de praktijkpeilen die het waterschap hanteert. De eenheid van de drooglegging is meter (maaiveld [m] – oppervlaktewaterpeil [m] = [m]), en is altijd ten opzichte van het maaiveld. Om duidelijk te maken dat het gaat om hoever de waterstand onder het maaiveld staat is in de figuren de eenheid “meter min maaiveld” [m -MV] aangehouden. De drooglegging van de polders met een dynamisch peil is over het algemeen groter dan 0,8 meter (figuur 3.10). Voor de drooglegging in de dynamische peilvakken is voor de wintersituatie uitgegaan van het hoogste flexibele peil en voor de zomersituatie van het laagste flexibele peil. Een kleinere drooglegging (natter) is vooral te vinden in de lagere delen en in de seizoensgebonden peilvakken (waaronder de plekken waar bollenteelt plaatsvindt).

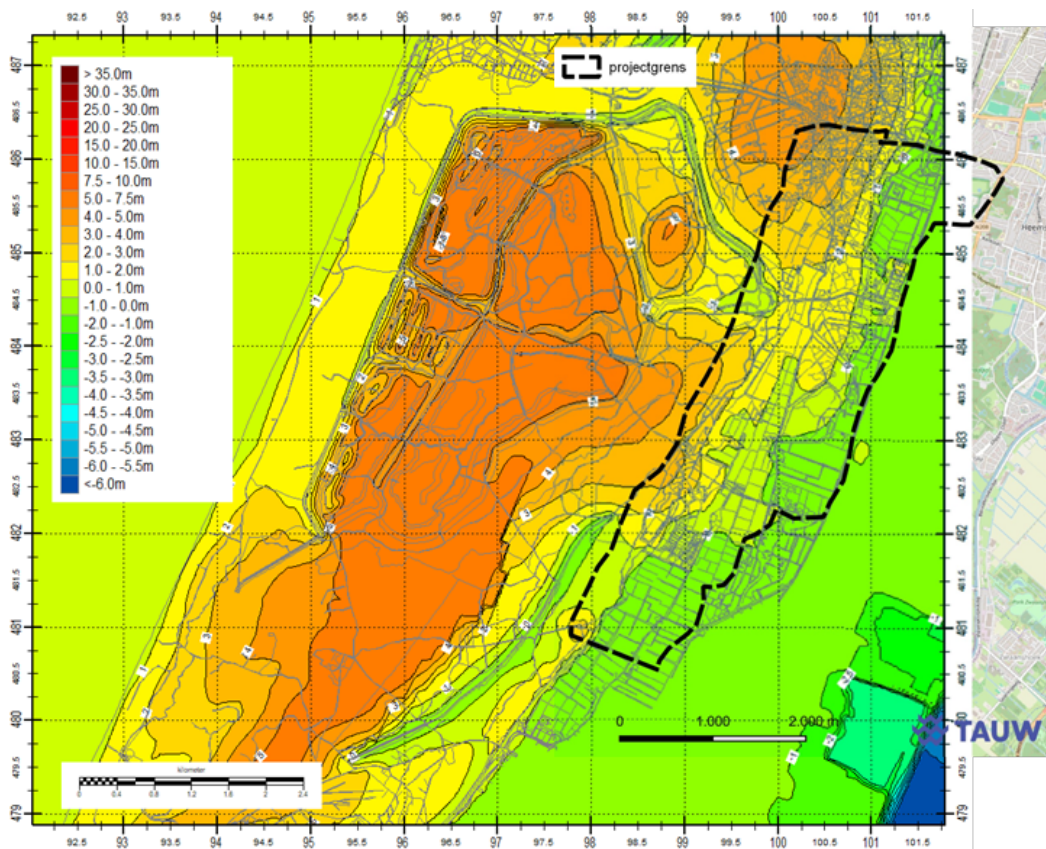
Het verschil tussen de drooglegging in de winter en zomer is klein. Twee opvallende gebieden zijn omcirkeld. In de rode cirkel ligt de drooglegging erg dicht aan het maaiveld, hier ligt moerasvegetatie bij de buitenplaats van Leyduin. In de roze cirkel (zuidwest) ligt de drooglegging op 0,4 - 0,8 meter, maar in de praktijk ligt deze door onderbemalingen vanuit de bollenkwekerijen waarschijnlijk lager.



Figuur 3.10 Drooglegging praktijkpeilen (links winterpeil, rechts zomerpeil) Vogelenzang (berekend op basis van praktijkpeilen van Hoogheemraadschap Rijnland en AHN4)

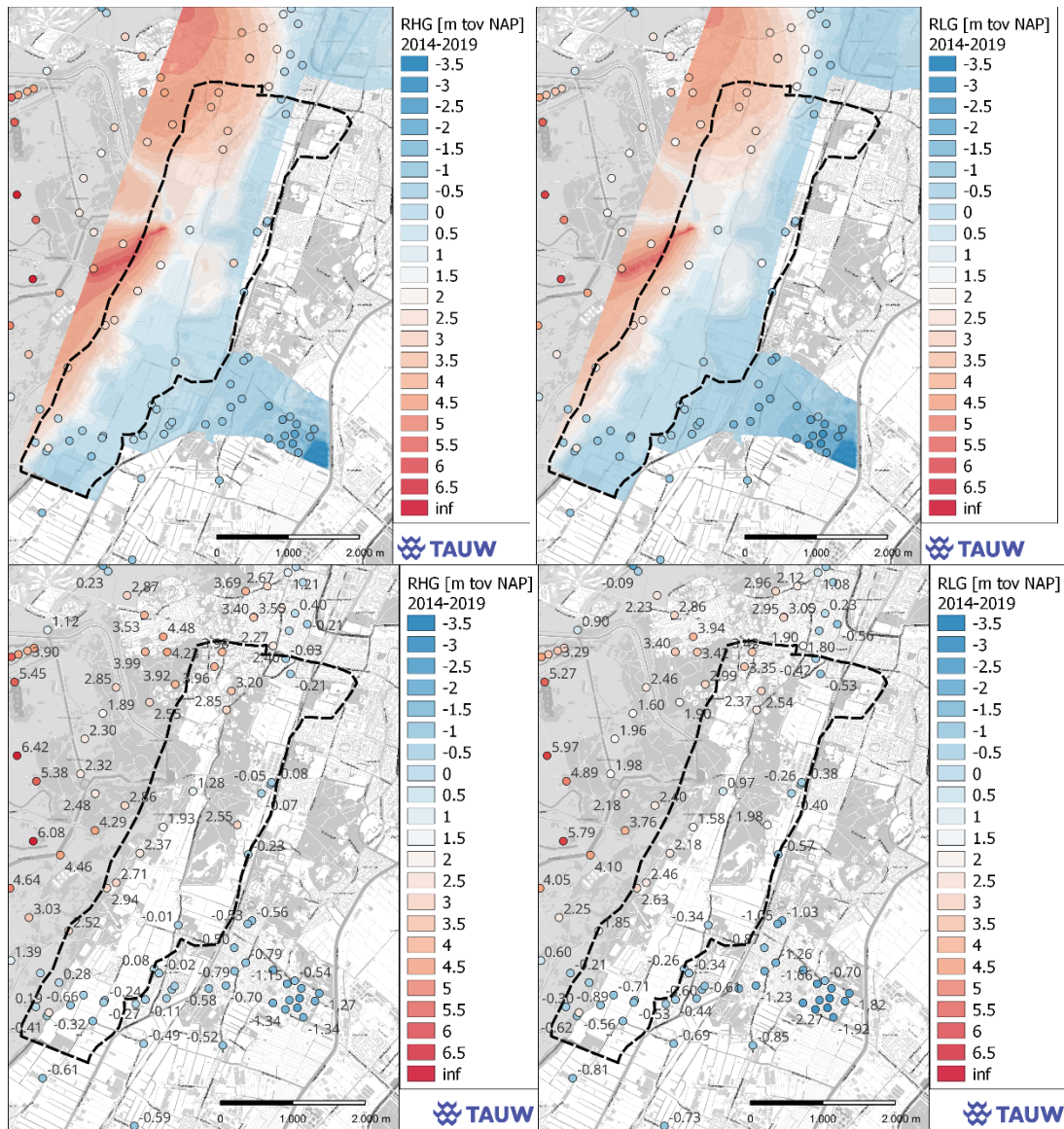
3.5 Grondwatersysteem

Voor het gebied van de Amsterdamse Waterleidingduinen en haar omgeving is door Waternet een grondwatermodel gebouwd. Alhoewel dit een grondwatermodel betreft die enigszins kan afwijken van de werkelijkheid geeft het een beeld van de grondwaterstroming in het deelgebied Vogelenzang (figuur 3.11). Het vaste peil wat in de Amsterdamse Waterleidingduinen in de greppels en in kanalen wordt gehandhaafd duidelijk zichtbaar in het berekende isohypsenpatroon. Uit het isohypsenbeeld is de drainerende werking van de kanalen en dan met name het Noordoostkanaal/Oranjekom en het Oosterkanaal duidelijk zichtbaar.



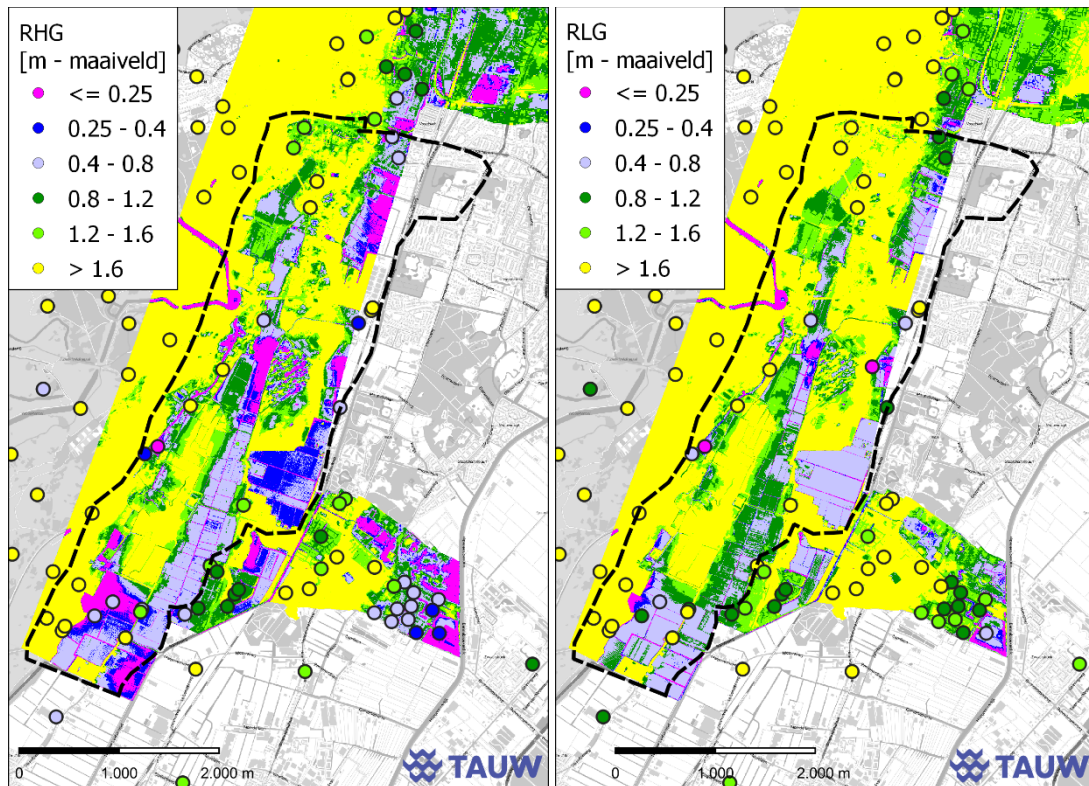
Figuur 3.11 Isohypsen Amsterdamse Waterleidingduinen Waternet ten opzichte van NAP (bron data: Waternet)

In figuur 3.12 zijn de Representatieve Hoogste Grondwaterstand (RHG) en Representatieve Laagste Grondwaterstand (RLG) vanuit de meetgegevens van de peilbuizen met op de achtergrond de gemeentelijke modelgegevens van Bloemendaal en Heemstede opgenomen. De RHG en RLG is vergelijkbaar met de GHG en GLG, maar wordt op net iets andere wijze berekend. De meetgegevens geven over op hoofdlijn hetzelfde patroon als het model. Zowel in de zomer als wintersituatie zijn hogere grondwaterstanden in de duinen en strandwal te zien van waaruit water naar de lager gelegen polders afstroomt. Dit gebeurt zowel in de RHG-situatie als in de RLG-situatie. Echter de mate van opbolling in de duinen en de strandwal is in de zomersituatie minder sterk.



Figuur 3.12 RHG en RLG ten opzichte van NAP voor peilbuizen (stippen) en gemeentelijke grondwatermodelgegevens (achtergrond) (brondata gemeentelijke grondwatermodellen: gemeenten Velsen, Bloemendaal, Heemstede en Haarlem. Peilbuisgegevens: alle partijen + Dinoloket)

In figuur 3.13 zijn de grondwaterstanden in m -mv weergegeven, zowel afgeleid uit de peilbuizen als uit het gemeentelijk grondwatermodel van Bloemendaal. Het betreft hierbij zowel de RHG als de RLG situatie. Zoals reeds gemeld zitten in het gemeentelijk model niet alle details van het watersysteem in het landelijk gebied, bijv. de vermoedelijke onderbemalingen/drainage in de bollengebieden. De gegevens van de peilbuizen moeten daarom als leidend worden beschouwd.

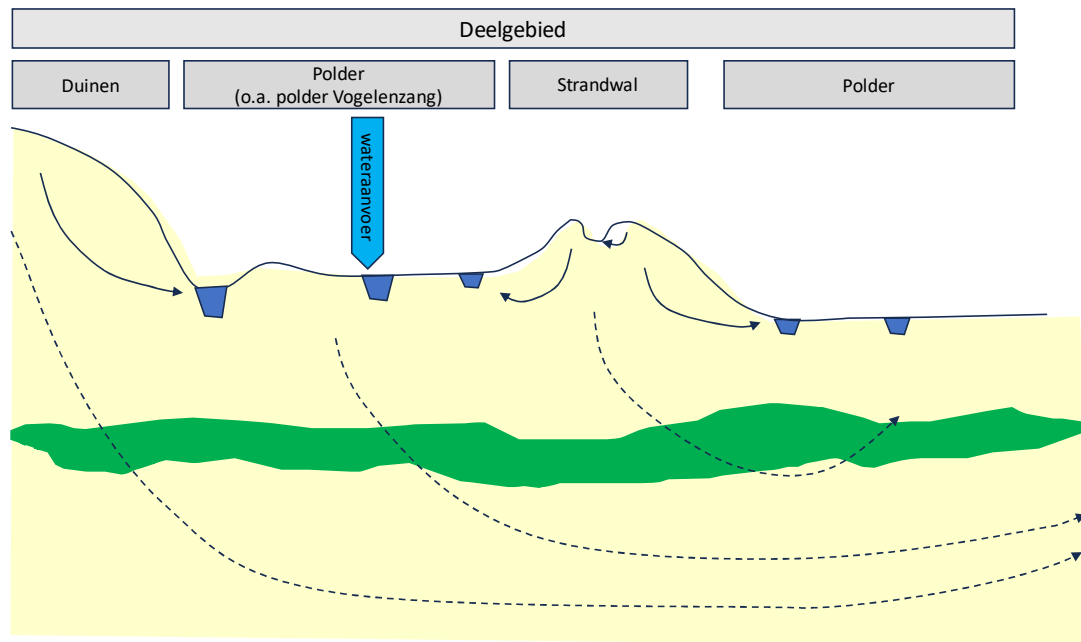


Figuur 3.13 Grondwaterstanden in peilbuizen en gemodelleerde grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld (brondata gemeentelijke grondwatermodellen: gemeenten Velsen, Bloemendaal, Heemstede en Haarlem. Peilbuisgegevens: alle partijen + Dinoloket)

3.6 Kwel en wegzijging

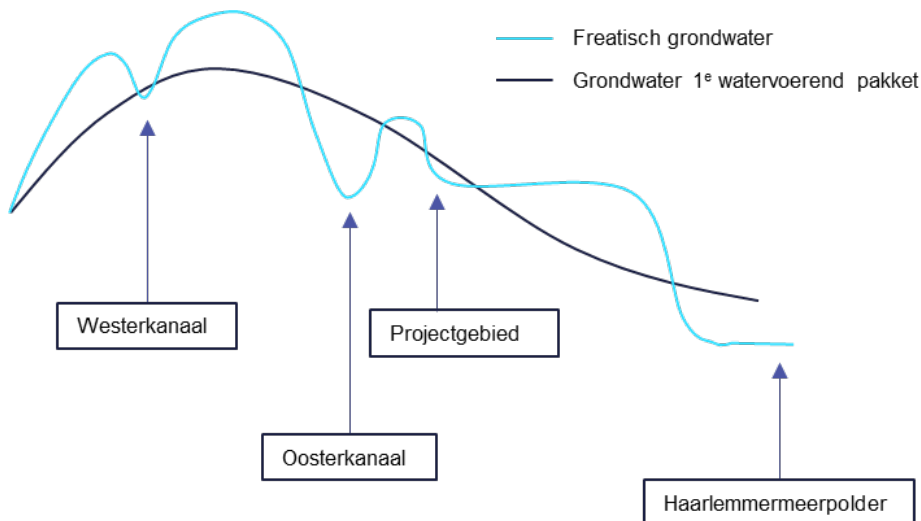
In het deelgebied Vogelenzang vindt zowel kwel als wegzijging plaats. In figuur 3.14 is dit schematisch weergegeven. In de duinen infiltreert water naar het freatische en het eerste watervoerende pakket en stroomt richting het oosten. In de lagere delen ontstaat een flux van het diepe naar het freatische grondwater door een drukverschil, zogenaamde diepe kwel. Deze diepere kwel wordt waarschijnlijk afgevangen door het oppervlaktewatersysteem. Vanuit de polders tussen de duinen en de strandwal is er wegzijging naar het eerste watervoerende pakket. Om deze reden is er wateraanvoer nodig om de oppervlaktewaterstand op peil te houden in dit deel van het gebied.

Daarnaast is er ondiepe afstroming vanuit de duinen en de strandwal naar de naastgelegen dalen, zogenaamde laterale kwel. Deze is naar verwachting aanwezig in de complete zone langs de duinrand, waarbij deze het kleinst zal zijn in de omgeving van de Oranjekom. Ook langs de randen van de strandwal is deze aanwezig alsmede naar de lage delen in de strandwal zelf (bijvoorbeeld de Leybeek).



Figuur 3.14 Schematische weergave kwelstromen deelgebied Vogelenzang

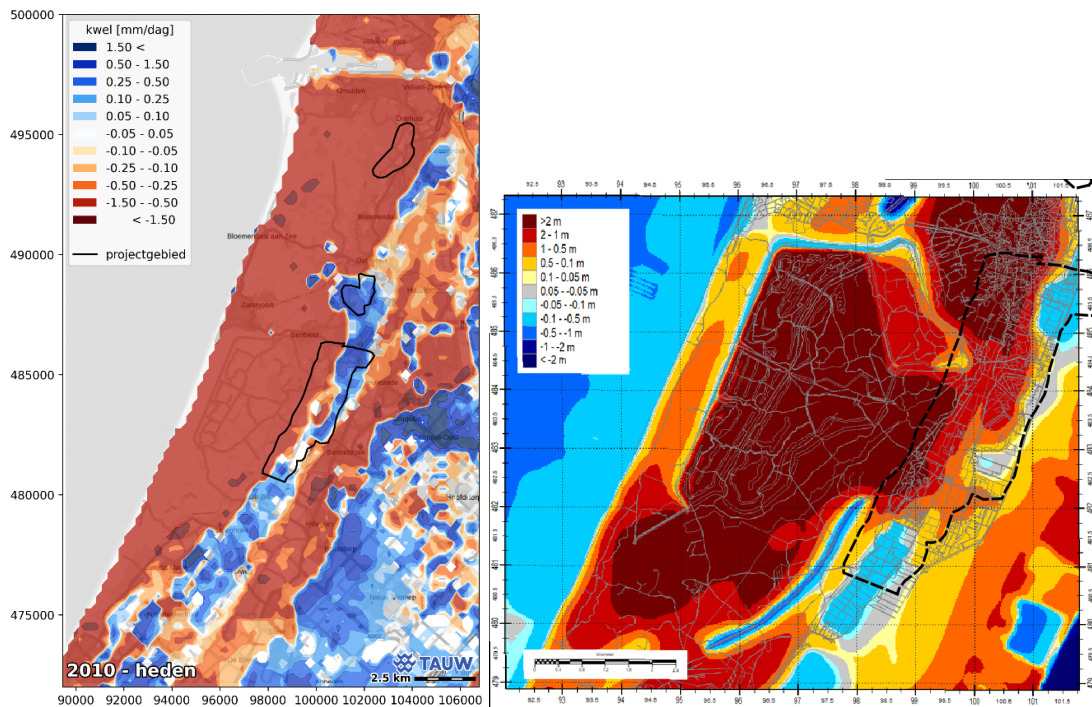
In figuur 3.15 staat schematisch het verloop van de grondwaterstanden in het freatische en diepe pakket in een doorsnede van de duinen tot aan de Haarlemmermeerpolder. Hierin is geschetst dat het freatische grondwater in het projectgebied dieper kan liggen dan het diepe grondwater.



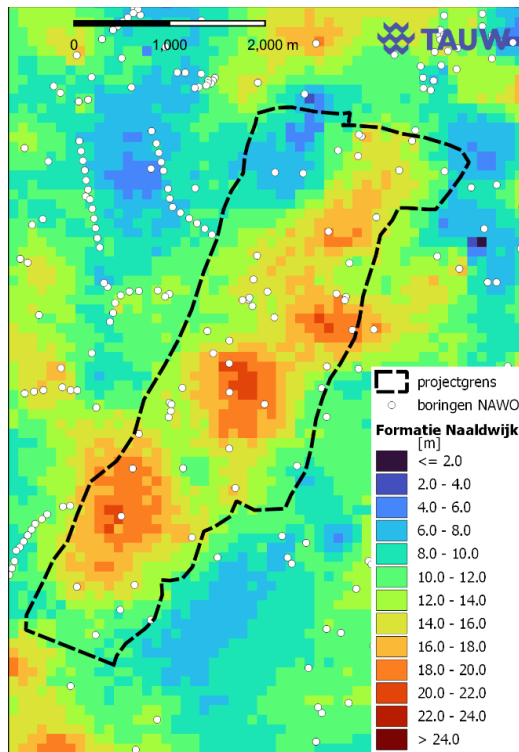
Figuur 3.15 Diep en ondiep grondwater verloop door deelgebied Vogelenzang

De aanwezigheid en patronen van wegzijging en kwel tussen het freatisch grondwater en het grondwater in het eerste watervoerend pakket wordt ook bevestigd door het LHM en het grondwatermodel van Waternet. Rechts in figuur 3.16 is het verschil in stijghoogte tussen het diepe grondwater en het bovenwater (freatisch) weergegeven vanuit het model van Waternet. Beide kaarten laten zien of er sprake is van (wegzijging) of naar (kwel) het freatisch grondwater.

Het oppervlaktewatersysteem zorgt hier in het zuiden en noordoosten van het deelgebied voor kwelstromen naar het freatische grondwater. In de gebieden waar van bovenaf infiltratie plaatsvindt (de duinen en de strandwal) is tegendruk waardoor water juist wegzijgt. Ook is in figuur 3.17 de dikte van de weerstandbiedende laag weergegeven die hier op ongeveer -8 m NAP begint. Deze laag beïnvloedt de mate van grondwaterstroming (flux) tussen het eerste watervoerende pakket en het freatische grondwater. Verder is ook de invloed van het Noordoosterkanaal en het Oosterkanaal in het diepe kwelpatroon goed zichtbaar.



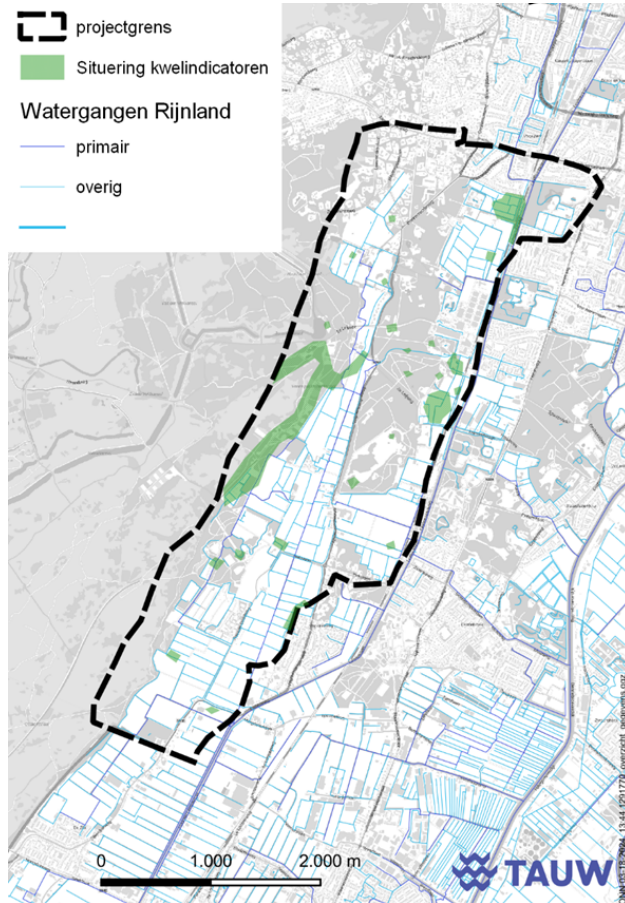
Figuur 3.16 Kwelpatroon diep naar freatisch grondwater (links LHM, rechts Waternet studie). Rood geeft wegzijging weer, blauw is kwel (bron data: LHM en Waternet)



Figuur 3.17 Formatie van Naaldwijk (laagpakket van Wormer) bij Vogelenzang (bron data: GeoTOP v1.6). De zwarte lijn is de projectgrens, de witte punten zijn de NAWO boringen

Kwel indicerende soorten

Daarnaast is de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFD) geraadpleegd voor de verspreiding van kwel indicerende soorten (figuur 3.18). De geraadpleegde soorten staan in bijlage 1. In het noorden, op het terrein van klooster Alverna, worden recentelijk een aantal kwel indicerende soorten aangetroffen: grote egelskop, moeraszegge en dotterbloem. Met name het aantal grote egelskop wordt aangetroffen in de greppels en watergangen van het terrein. Op het terrein van Buitenplaats Leyduin worden eveneens kwel indicerende soorten aangetroffen. De soorten staan langs de watergangen en in natte laagtes van het open terrein. Dit gaat om kleine waterpepe, holpijp, gewone dotterbloem, moeraszegge, grote egelskop, veldrus, water- en beekpunge. In het westen van het deelgebied, langs de gehele Oosterduinrel, wordt een hoge verspreiding en bedekking van kwel indicatoren aangetroffen. De soorten worden hier in de duinrel, de oever en in de natte laagtes aangetroffen. Verder worden in het deelgebied, het zuiden en noorden, zeer incidenteel kwel indicerende soorten aangetroffen, wat enkele individuen betreft. Afgezien van de buitenplaats beperken de kwel indicerende soorten zich met name tot de watergangen, wat duidt op het afvangen van kwel door deze watergangen. Buiten de watergangen worden weinig kwel indicerende soorten waargenomen.

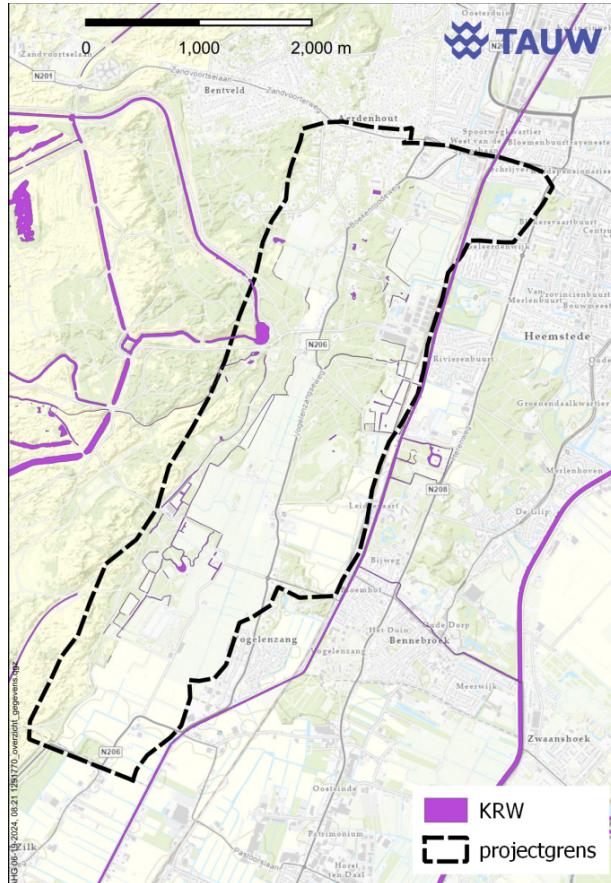


Figuur 3.18 Globale verspreiding kwel indicerende soorten in deelgebied Vogelzang op basis van NDFF

3.7 Waterkwaliteit

In het gebied zijn KRW-waterlichamen aanwezig, zoals de kanalen van de waterwinning en de Oranjekom (figuur 3.19). Daarnaast behoren de watergangen langs de duinen en de strandwal, waar de verwachting is dat er laterale kwel in stroomt, ook tot het KRW-water Amsterdamse Waterleidingduinen.

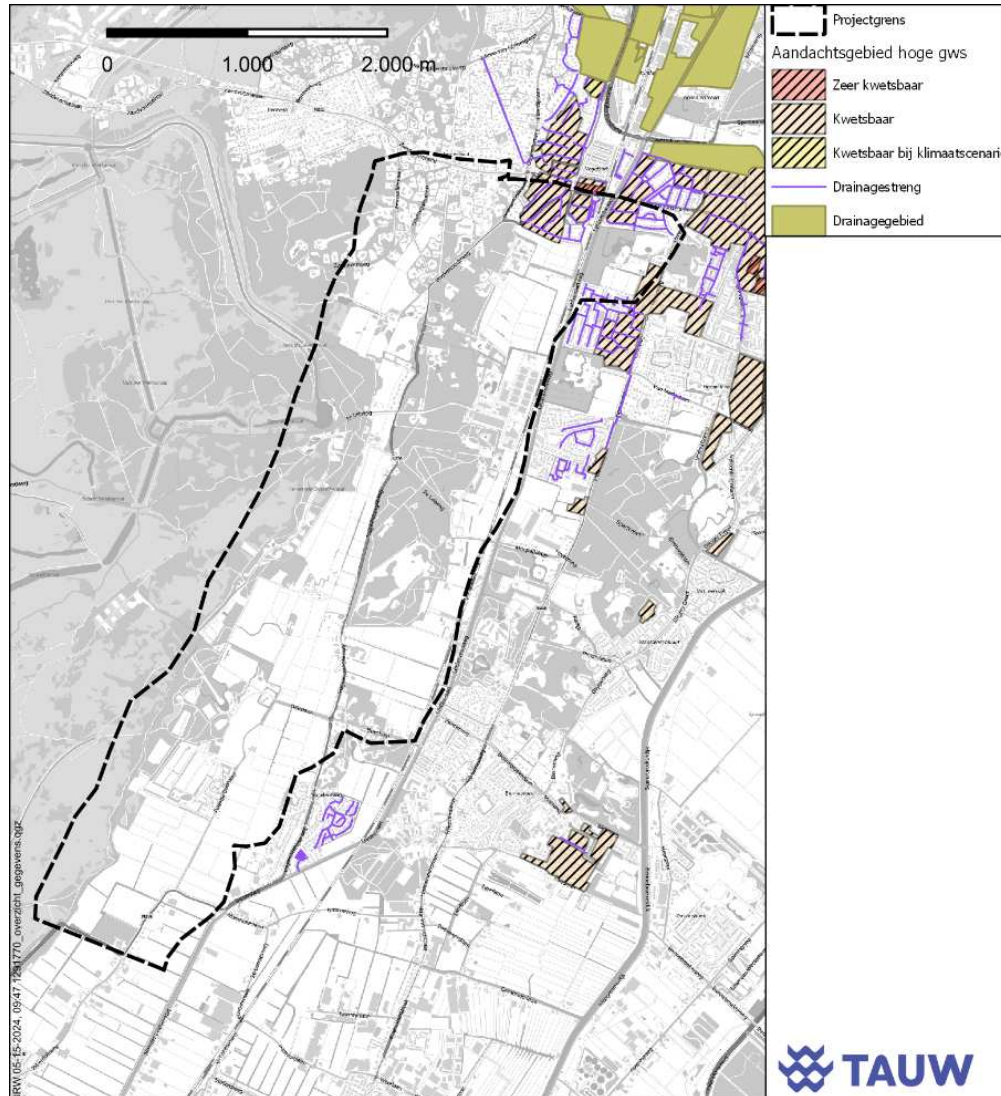
De waterkwaliteitsbeoordeling van de Amsterdamse Waterleidingduinen is beschreven in paragraaf 2.4.4. Het water wordt voor een deel gevoed vanuit het Amsterdam-Rijnkanaal. Duidelijk is dat de chemische toestand voor niet ubiquitaire stoffen en voor specifiek verontreinigende stoffen momenteel niet voldoen (Factsheets KRW, SBGP 2022-2027, 2023).



Figuur 3.19 KRW-waterlichamen in deelgebied Vogelenzang. Alle waterlichamen behoren tot het KRW-water Amsterdamse Waterleidingduinen. (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

3.8 Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijke gebied

Figuur 3.20 geeft specifieke locaties in het stedelijk gebied weer waar ondiepe grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld voorkomen en die kwetsbaar zijn voor het ontstaan van grondwateroverlast. In een aantal zones is gemeentelijke drainage aangelegd om de grondwaterstand te beheersen.

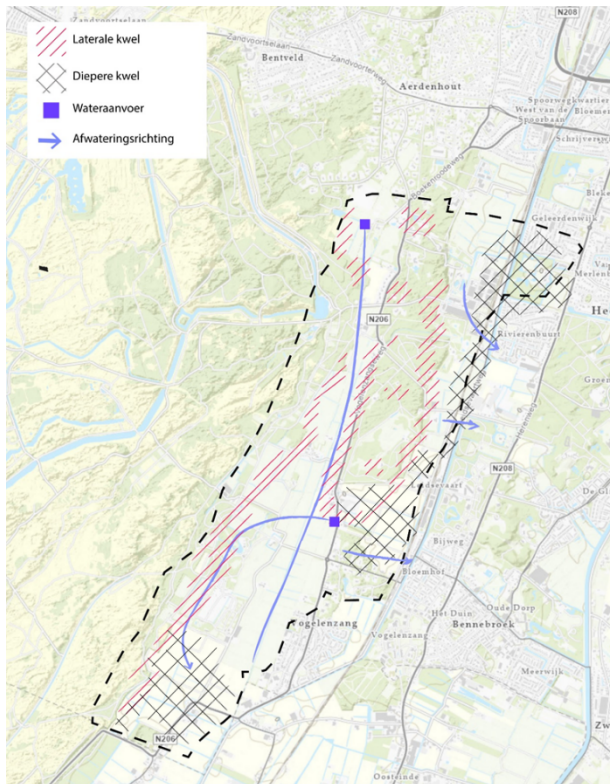


Figuur 3.20 Aandachtsgebieden hoge grondwaterstanden in stedelijk gebied Vogelenzang op basis van stedelijke grondwatermodellen (bron: Gemeente Bloemendaal)

3.9 Werking watersysteem

Het watersysteem in Vogelenzang wordt in hoofdzaak gereguleerd door neerslag en verdamping in combinatie met het gehele oppervlaktewatersysteem met haar stuwen en gemalen (de gehanteerde peilen in de kanalen ter plaatse van de Amsterdamse Waterleidingduinen, de hoger gelegen polders met een dynamisch peil en de lager gelegen polders in het deelgebied en in het oosten uiteindelijk de Haarlemmermeerpolder). Daarnaast liggen er door het hele gebied verspreid op verschillende plekken veenlagen aan de oppervlakte die variëren in dikte. Deze hollandveenafzettingen kunnen lokaal zorgen voor een vertraagde afvoer c.q. stagnatie van grondwaterstroming/nattere plekken.

Op basis van de informatie uit bovenstaande paragrafen is er een schets gemaakt die de verwachting van laterale en diepe kwel grofweg weergeeft in het deelgebied Vogelenzang (Figuur 3.21). Ook de afwateringsrichting van noord naar zuid door het midden van het gebied is weergegeven in de schets.



Figuur 3.21 Synthese schets van laterale en diepe kwel, afwateringsrichting (licht blauw) en wateraanvoer (donkerblauw) van deelgebied Vogelenzang

De werking van het hydrologisch systeem voor de verschillende zones in deelgebied Vogelenzang en de daarbij behorende stuurknoppen wordt hieronder van west naar oost samengevat per landschapseenheid.

Duinen:

- Neerslag en verdamping in combinatie met de gehanteerde kanaalpeilen van de waterwinning zorgen voor de mate van fluctuatie van de grondwaterstanden in de duinen en de “fluxen” naar de omgeving en diepere ondergrond. Stuurknop is vooral de gehanteerde kanaalpeilen van de waterwinning. Deze zorgen voor beheersing van peil richting lager gelegen gebied/binnenduinrand

Poldergebied tussen duinen en strandwal

- In dit gebied ligt een oppervlaktewaterstelsel met diverse stuwen. Deze bepalen de mate van drooglegging in het gebied. De gehanteerde stuwpeilen in combinatie met de twee aanvoergemalen bepalen het peil in het oppervlaktewaterstelsel. In het grootste deel van het gebied (noord en midden) vindt infiltratie plaats naar de diepere ondergrond. Hierdoor kunnen

de grondwaterstanden van nature flink wegzakken. Door aanvoer van oppervlaktewater vanuit de boezem wordt dit zo veel mogelijk beperkt. In dit deelgebied komen ook met name op de laagste delen veenrestanten voor die de lokale grondwaterstroming/infiltratie van hemelwater beïnvloeden

- In het zuiden op de laagst gelegen percelen liggen locaties met bollenteelt (gebied De Zilk). Hier is het veen vergraven. Deze percelen kennen een intensief stelsel van drainage met onderbemaling. In deze zone komt juist kwel vanuit de diepere ondergrond voor
- Langs de randen van de duinen en strandwal naar de polder komt vermoedelijk laterale kwel voor die door de aanwezige watergangen wordt afgevangen. Dit beeld wordt bevestigd door aanwezige kwelafhankelijke vegetatie in de watergangen. De mate waarin laterale kwel voorkomt zal van plek tot plek kunnen verschillen, alsmede de seizoensdynamiek. Om hier meer inzicht in te krijgen vraagt om extra onderzoek

Strandwal:

- In de hoger gelegen strandwal zorgt het neerslagoverschot voor een zogenaamde opbolling van de grondwaterstanden. Door een behoorlijke variatie in maaiveldhoogte, komen er zones voor in de strandwal met diepe grondwaterstanden, maar in natuurlijke laagtes in de strandwal komen ook ondiepe grondwaterstanden voor. De Leybeek vormt hierin een laagte en heeft een drainerende werking op haar omgeving

Poldergebied en stedelijk gebied ten oosten van de strandwal:

- Het betreft hier een gebied met over het algemeen intensief oppervlaktewaterstelsel. In de gebieden met bollenteelt is drainage met onderbemaling aanwezig. Ook in de stedelijk zones ligt extra drainage om hoge grondwaterstanden te voorkomen. In deze gebieden komt diepere kwel voor. In de overgang van de strandwal naar de polder is waarschijnlijk laterale kwel aanwezig die door de watergangen wordt afgevangen

3.10 Ontbrekende informatie en aanbevelingen

Op hoofdlijnen is de werking van het hydrologisch systeem duidelijk. Naast de algemene vraagstukken wat betreft waterkwaliteit en duinrellen die in paragraaf 2.5 zijn besproken, liggen er voor Vogelenzang nog de volgende vraagstukken die helpen om de werking van het watersysteem goed te kunnen duiden:

- Is de laterale en diepe kwel jaarrond of seizoensgebonden? Met de huidige informatie is onvoldoende te duiden hoe groot de laterale en diepe kwelstromen zijn en of deze jaarrond of seizoensgebonden zijn. Het plaatsen van aanvullende peilbuizen in het freatische en eerste watervoerende pakket met name in de gebieden waar weinig peilbuizen staan zoals in de tussenzone tussen duinen en strandwal, helpt om deze seizoensdynamiek beter in beeld te krijgen. Tevens wordt voor deze zone aanbevolen om een waterbalans op te stellen. Daarvoor is het nodig om naast de aanvoerhoeveelheden ook de afvoerhoeveelheden te meten. Op deze wijze kan een beeld worden verkregen van de mate van laterale kwel (inclusief de seizoensdynamiek hierin). Dit kan gedaan worden voor het gehele stroomgebied, maar aanbevolen wordt om dit ook in kleinere zones langs de duinrand cq strandwal uit te voeren. Aanbevolen wordt om deze metingen zo spoedig mogelijk in gang te zetten omdat het

beeld vanuit grondeigenaren is dat er geen kwel voorkomt, terwijl vanuit de systeemanalyse het vermoeden bestaat dat deze gedurende delen van het jaar wel aanwezig is

- In kaart brengen van de hollandveen afzettingen. Als de waterhuishouding in deze veenlagen verandert kan dit zorgen voor een verandering van de waterkwaliteit (als er meer water door het veenpakket stroomt), of voor maaiveldddaling door inklinking van het veen (als er minder water door het veenpakket stroomt). Dit kan in kaart worden gebracht met grondboringen

Voorgaande punten betreffen aanbevelingen om de huidige situatie gedetailleerder in beeld te krijgen. Om te komen tot een toekomstig bestendig watersysteem wordt aanbevolen om naast de huidige situatie ook de invloeden van klimaat op het watersysteem te onderzoeken, zowel op de waterkwantiteit als de waterkwaliteit

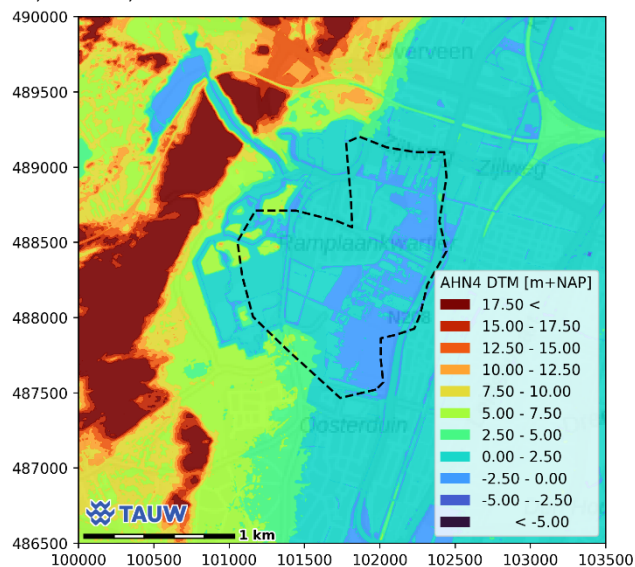
Aanbevolen wordt om de ontbrekende informatie in te vullen zodra de doelstellingen en vraagstukken uit het gebiedsproces helder zijn. Wellicht komen er dan ook andere te onderzoeken vraagstukken naar voren (bijvoorbeeld het meten van de hoeveelheden drainagewater). Daarmee kan het nader onderzoek zo doelgericht mogelijk plaatsvinden. Wel wordt aanbevolen om alvast te starten met het uitvoeren van metingen voor het opstellen van een waterbalans in de tussenzone tussen duinen en strandwal (vanwege de discussie of er wel of geen laterale kwel plaatsvindt).

4 Deelgebied Westelijk tuinbouwgebied

Per deelgebied gaan we in op de bijzondere kenmerken die voor het deelgebied van belang zijn voor de werking van het watersysteem. Het gaat hierbij om een nadere toelichting en detaillering van de algemene watersysteembeschrijving. Het Westelijk tuinbouwgebied is het middelste deelgebied.

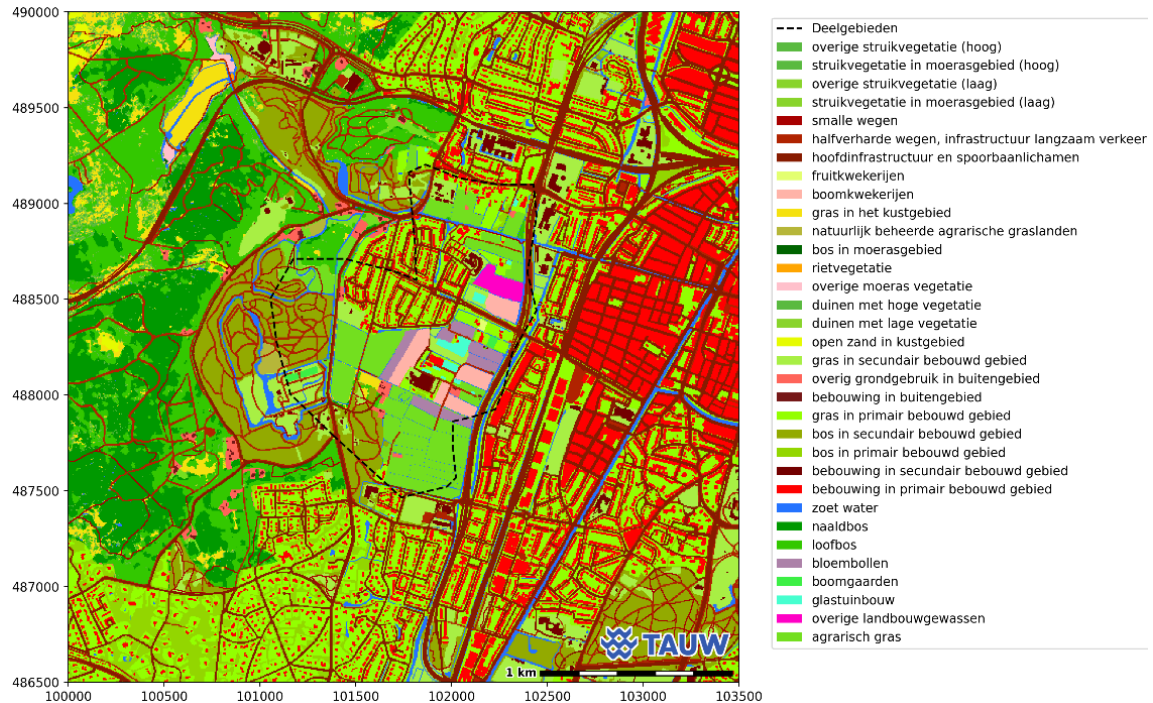
4.1 Hoogte en landgebruik

Het Westelijk tuinbouwgebied is ten opzichte van de andere deelgebieden het meest laag gelegen gebied (figuur 4.1). Het grenst aan de binnenduinrand, maar wordt ook aan de oostkant omgeven door de lager gelegen polders. De laagstgelegen delen reiken tot iets onder 0 m NAP. In het zuiden ligt een stuk duin die tot +6 m NAP reikt. In het noordwesten doorsnijdt de Zanderijvaart de duinen. Het landgoed Elswout in het westen ligt 'ingegraven' in de duinen en heeft op enkele plekken nog restanten van de duinen. De maaiveldhoogte tussen deze restanten ligt tussen de +0,3 en +0,7 m NAP.



Figuur 4.1 Hoogtekaart Westelijk tuinbouwgebied (bron: AHN)

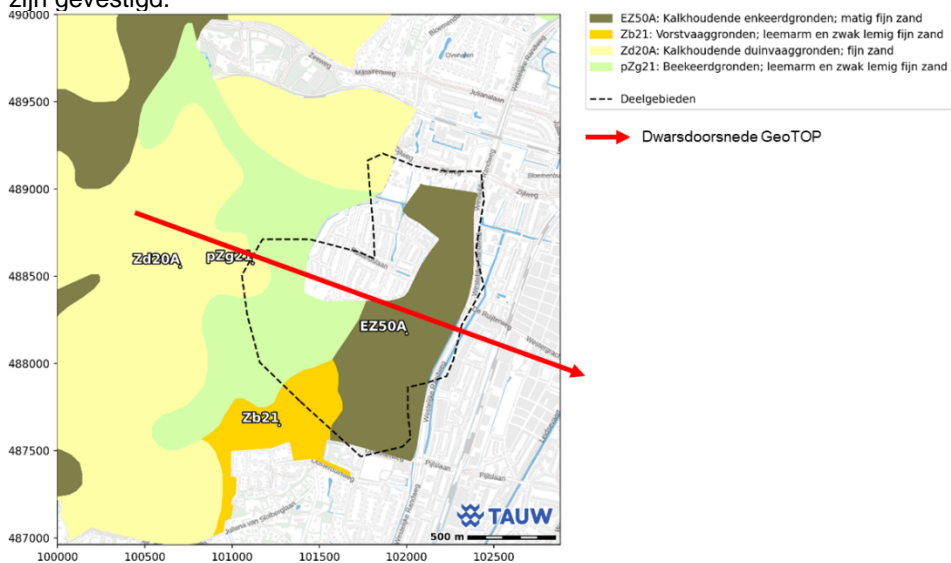
De landgebruikskaat laat zien dat in het westen landgoederen met bos en graslanden liggen (figuur 4.2). In het oostelijk deel (boezemgebied) liggen bloembollenkwekerijen, boomkwekerijen. Centraal, en in het zuiden en noorden van het gebied liggen stukken agrarisch grasland. In het noordelijke deel ligt bebouwd gebied (wijk Ramplaankwartier).



Figuur 4.2 Landgebruikskartaat Westelijk tuinbouwgebied (bron: Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN))

4.2 Bodem en ondergrond

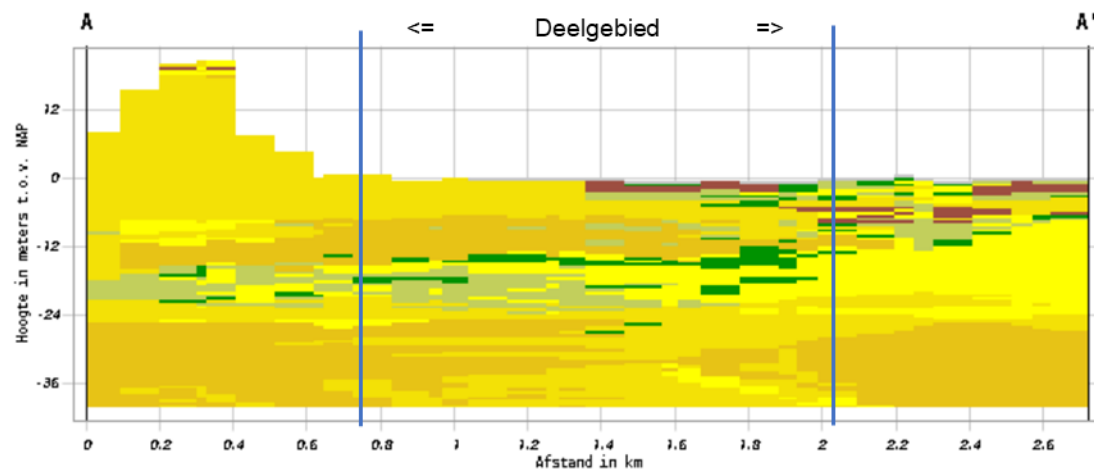
In het westen van het deelgebied liggen de landgoederen op de uitlopers van de duinen waar beekerdgronden zijn gevormd (figuur 4.3). Ook de zanderij ten noorden van het deelgebied bestaat hieruit. In het zuiden liggen vorstvaaggronden op het stuk duin wat in het deelgebied reikt. In het oostelijke deel ligt een groot stuk enkeerdgronden waar de bloembollen en boomkwekerijen zijn gevestigd.



Figuur 4.3 Bodemkartaat Westelijk tuinbouwgebied. De dwarsdoorsnedes zijn in figuur 4.4 uitgewerkt

De opbouw van de ondergrond is van belang voor de grondwaterstroming. In de bovengrond zitten op enkele plekken veenlagen rond 0 m NAP. Richting het oosten zit er ook klei in deze lagen vermengd (is bevestigd door een van de grondeigenaren). De weerstandbiedende laag (Naaldwijk-Wormer) ligt hier iets dieper dan in de andere deelgebieden. De laag ligt op ongeveer -14 tot -24 m NAP, maar laat ook in deze doorsnede variatie zien in dikte en een heterogene samenstelling, waarbij er veel inmenging is met fijn zand. Voor het overige bestaat het bovenste pakket uit middelkorrelig tot grof zand, waardoor water relatief snel kan stromen (goede doorlatendheid).

Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6



Lithoklassen

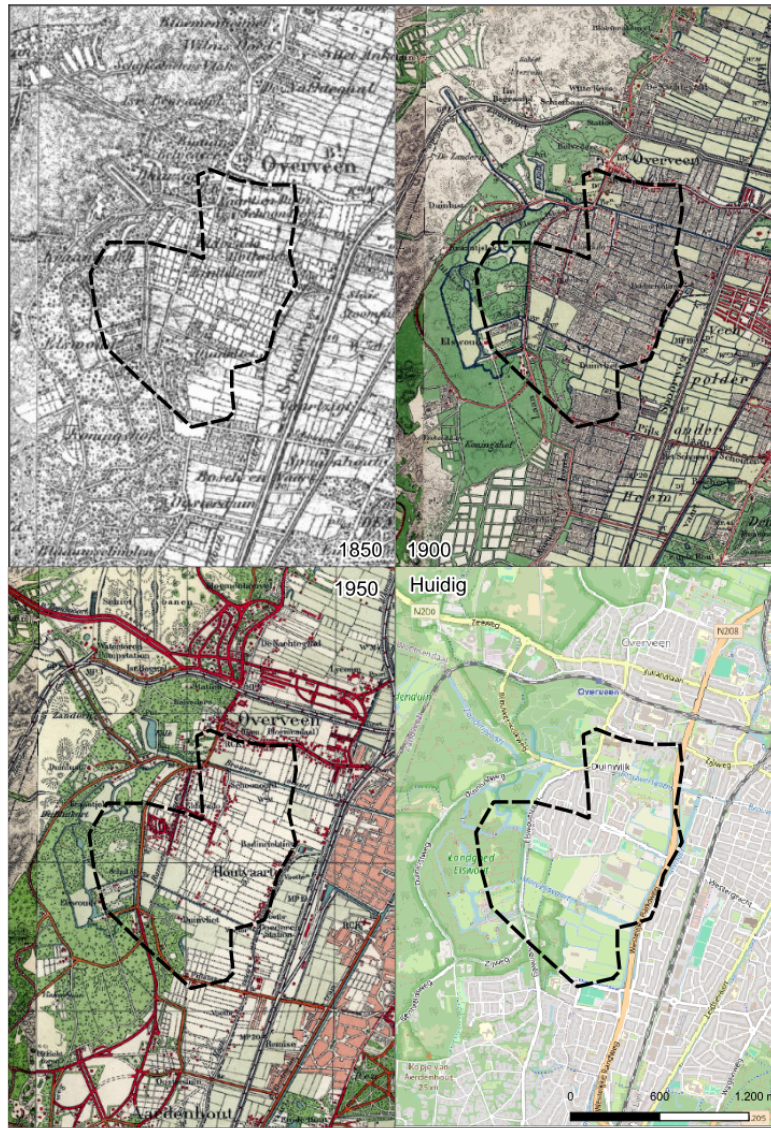
-  Antropogeen
-  Veen
-  Klei
-  Zandige kleien en kleilig zand
-  Fijn zand
-  Middenkorrelig zand
-  Grof zand
-  Grind



Figuur 4.4 Lithoklassen over dwarsdoorsnede in Westelijk tuinbouwgebied tot -40 m NAP. De locatie van de doorsnede is ook weergegeven op de bodemkaart (bron: GeoTOP v1.6)

4.3 Historische ontwikkeling

In figuur 4.5 is de historische ontwikkeling van het Westelijk tuinbouwgebied weergegeven. Ook in dit deelgebied is de huidige structuur van het gebied al vroeg zichtbaar. De zanderijvaart is al in 1850 zichtbaar op de kaart. Hier werd vanaf 1850 tot 1948 zand afgevoerd om de stadsuitbreiding van Haarlem en Amsterdam te voorzien van zand. Vanaf 1950 werd dit stuk gebruikt voor de bloembollenteelt en vanaf 1992 wordt de zanderij weer verschaald en keert de natuur terug. Door de lage ligging tussen de duinen hebben de zanderij en zanderijvaart een drainerende werking op haar omgeving. Vanaf 1950 vindt er verdere stadsuitbreiding plaats van Aerdenhout, het Ramplaankwartier (in het deelgebied) en Overveen.

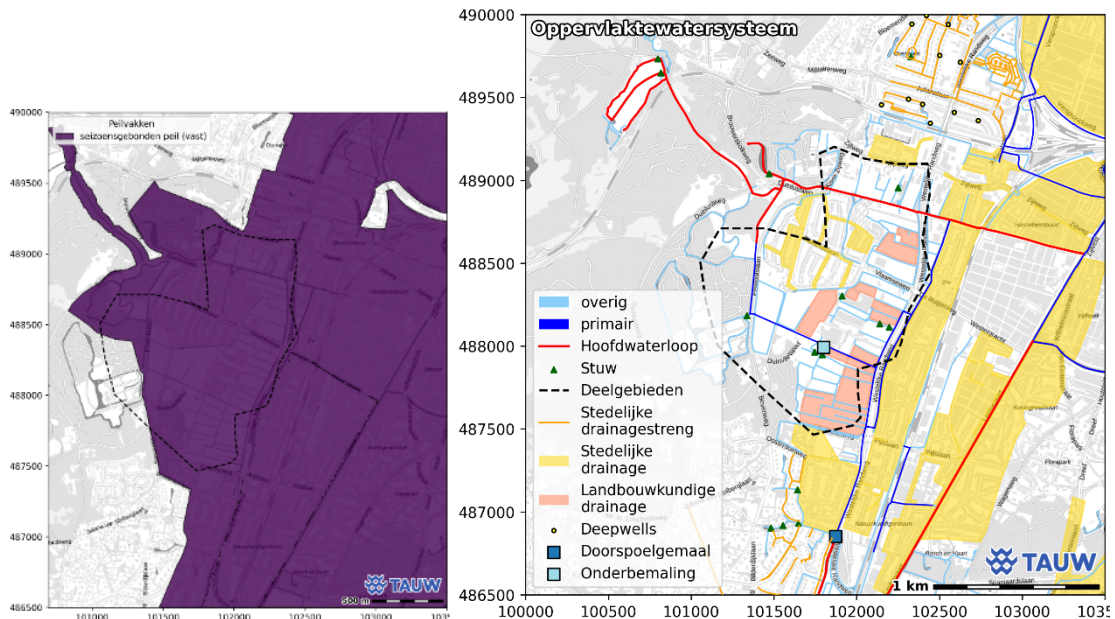


Figuur 4.5 Historische ontwikkeling Westelijk tuinbouwgebied (bron: Topotijdreis)

4.4 Oppervlaktewater systeem

4.4.1 Peilvakken en hoofdwaterlopen

Het overgrote deel van het gebied valt binnen het peilvak van de Rijnlandse boezem (figuur 4.6). Het oppervlaktewater stroomt vanuit de Zanderijvaart richting de polder en heeft overal hetzelfde peil (boezempeil). De Brouwerskolk, de Zanderijvaart en de watergangen van landgoed Elswout draineren de binnenduinrand in dit deelgebied. In het midden ligt een vergunde onderbemaling op een stuk grasland. In de bestanden staat dat deze onderbemaling buiten bedrijf is. Deze onderbemaling is er wel, maar wordt alleen bij noodzaak ingezet.



Figuur 4.6 Peilvakken (vigerend) en oppervlaktewatersysteem in het Westelijk tuinbouwgebied (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

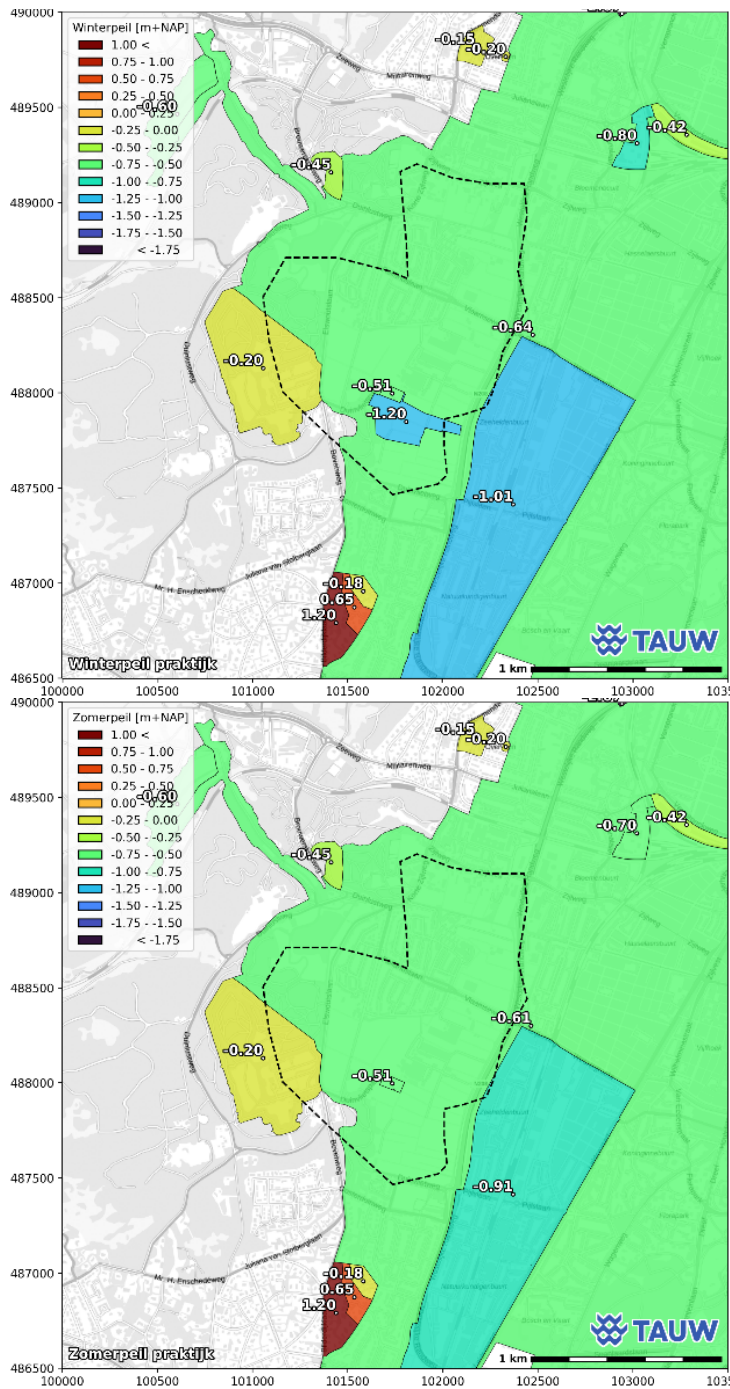
Het gehanteerde peil in de Rijnlandse boezem is voor zomer en winter nagenoeg gelijk, met een zomerpeil van -0,61 en een winterpeil van -0,64 m NAP (figuur 4.7). Ten oosten van het deelgebied ligt een polder met een winterpeil van -1,0 m NAP en zomerpeil van -0,9 m NAP. Mogelijk zorgt deze polder voor enige verlaging van de grondwaterstanden aan de oostrand van het deelgebied. Verwachting is dat dit effect gering is, aangezien een primaire watergang op boezempeil de peilvakken van elkaar scheidt. Verder komen de volgende stuwhoogtes naar voren die in de praktijk worden gehandhaafd:

- Gebied Zanderij (noordwestkant, stuw): -0,6 m NAP.
- Gebied Brouwerskolkpark (noordkant, stuw): -0,45 m NAP
- Gebied Landgoed Elswout (westkant, stuw): -0,2 m NAP

De watergangen in het geboed Brouwerskolkpark en Landgoed Elswout zijn voor zover bekend gedurende het hele jaar watervoerend.

De onderbemaling bestaat uit twee peilvakken. Het kleine peilvak staat op -0,5 m NAP (hoger dan het omliggende boezempeil, dus een opmaling) en het grotere deel op -1,2 m NAP. Indien de onderbemaling en opmaling nog in gebruik is betreft het een dynamisch peil tussen boezempeil en de vergunde maximale peilen.

Ten noorden van het deelgebied ligt in Overveen een drainagenetwerk met deepwells om de grondwaterstanden te beheersen. Ook in het gebied van het Ramplaankwartier en ten oosten en zuiden van het deelgebied liggen gedraineerde gebieden. Daarnaast ligt er in het landelijk gebied op enkele percelen drainage, daar waar het landgebruik bestaan uit intensieve teelten (en voormalige bollenteeltpercelen).

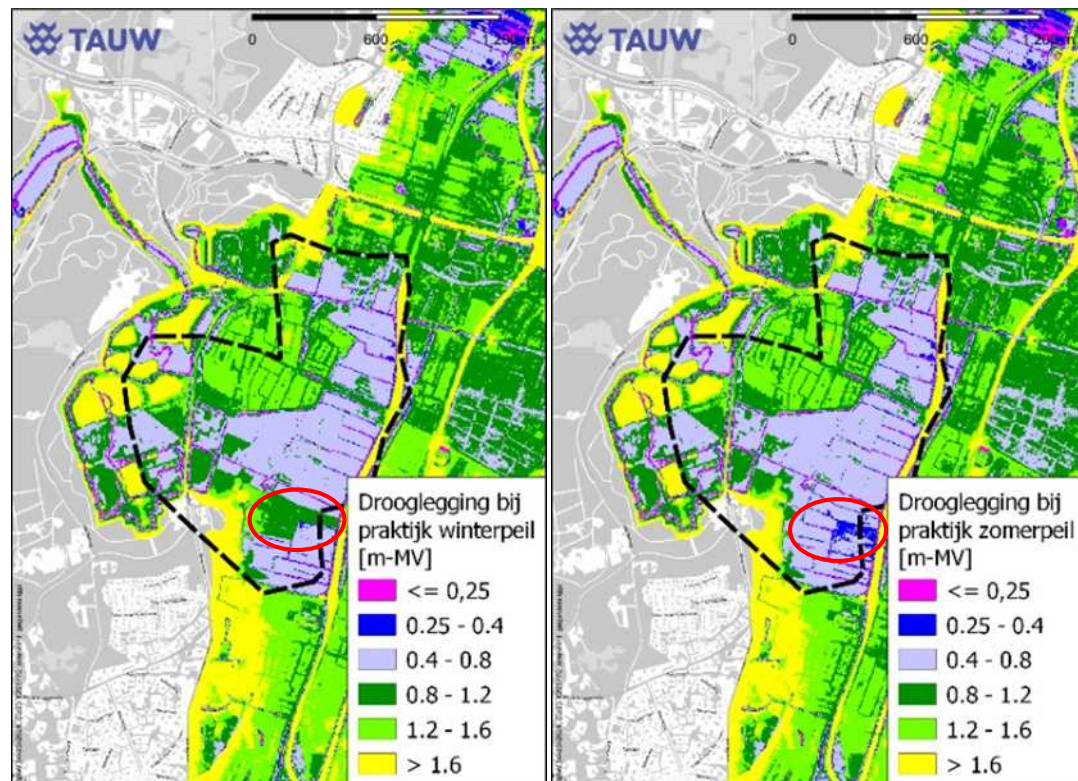


Figuur 4.7 Winter- en zomerpeil (praktijk) voor de peilvakken in het Westelijk tuinbouwgebied (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

4.4.2 Drooglegging zomerpeil en winterpeil (praktijkpeilen)

Op de droogleggingskaart is het landgebruik terug te zien in het bewoonde gebied van het Ramplaankwartier, waar het water dieper dan 1,2 meter onder maaiveld ligt (figuur 4.8). De onderbemaling (rode cirkel in de figuur) houdt laaggelegen stuk droog in de winter.

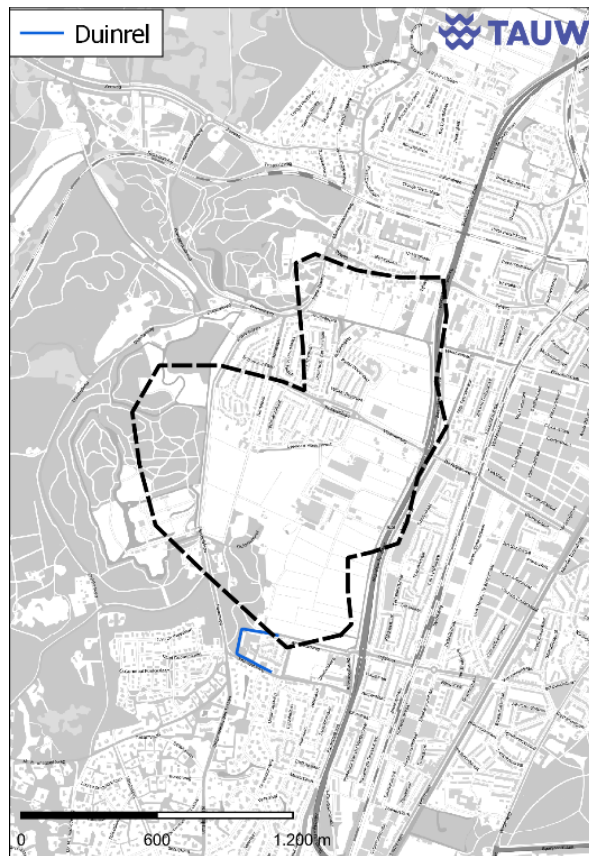
In de zomer wordt deze niet gebruikt en kan het water weer tot vlak onder maaiveld komen te staan (-0,25 tot -0,4 m NAP). In het westelijke deel bij landgoed Elswout hebben lokale hoogteverschillen in relatie tot het gehanteerde peil invloed op de drooglegging.



Figuur 4.8 Drooglegging praktijkpeilen (links winterpeil, rechts zomerpeil (berekend op basis van praktijkpeilen van Hoogheemraadschap Rijnland en AHN4)

4.4.3 Duinrellen

Ten zuiden van het deelgebied ligt een duinrel die momenteel wordt gerevitaliseerd door de gemeente Haarlem (Figuur 4.9). De Zanderijvaart, de watergangen in het Brouwerspark en op landgoed Elswout hebben ook een drainerende werking op het duingebied. Deze voeren ook grondwater uit de duinen af naar de lager gelegen polders.

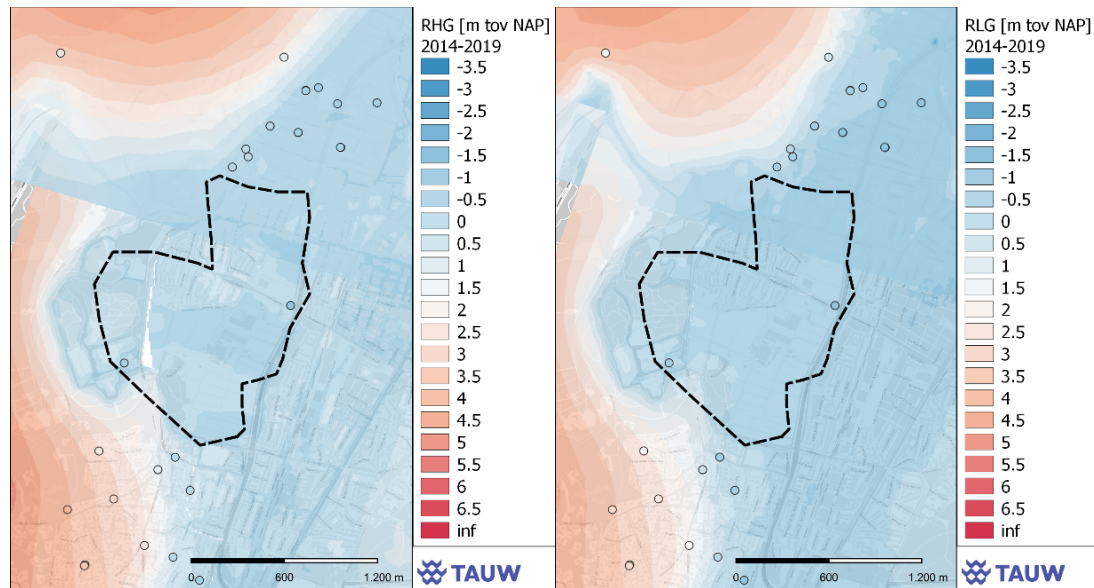


Figuur 4.9 Duinrel Westelijk tuinbouwgebied

4.5 Grondwatersysteem

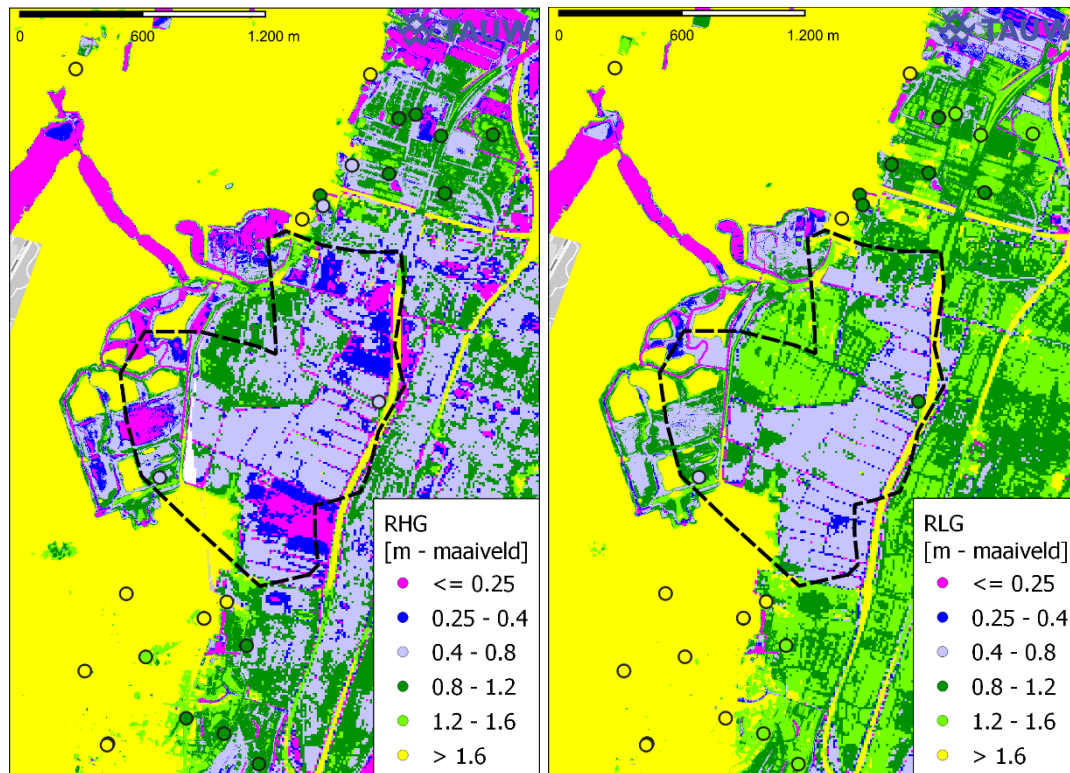
Het grondwater stroomt vanuit de duinen richting het deelgebied, daarnaast heeft de Zanderijvaart in het noordwesten een drainerende werking op het grondwater in de duinen. In figuur 4.10 zijn de RLG en RHG ten opzichte van NAP weergegeven, gemeten in peilbuizen en van gemeentelijke grondwatermodelgegevens. Hierbij is gebruik gemaakt van zowel het grondwatermodel van Velsen, Bloemendaal en Heemstede als die van Haarlem, die elkaar deels overlappen, deels op de rand liggen. Het toepassingsgebied van deze modellen lag op het stedelijk gebied. Daarom is het Westelijk Tuinbouwgebied in deze modellen niet in detail gemodelleerd en gekalibreerd. Het isohypsenpatroon moet daarom als zeer indicatief worden gezien en niet op perceelsniveau worden gebruikt, maar alleen op hoofdlijnen. Overwogen is om de resultaten hiervan niet op te nemen in de rapportage, maar aangezien er ook weinig peilbuizen staan, geven de patronen wel een indicatie hoe het grondwater stroomt.

Duidelijk zichtbaar is de zanderijvaart met haar drainerende werking op de omgeving. Ook de waterlopen op landgoed Elswout hebben een drainerende werking op de omgeving. Dit is zichtbaar in de opbolling van de grondwaterstand in de duinrestanten en stroming van grondwater naar de waterlopen.



Figuur 4.10 RHG en RLG ten opzichte van NAP voor peilbuizen (stippen) en gemeentelijke grondwatermodelgegevens (achtergrond) (bron data gemeentelijke modellen: Gemeenten Velsen, Bloemendaal, Haarlem, peilbuisdata alle deelnemende partijen + Dinoloket)

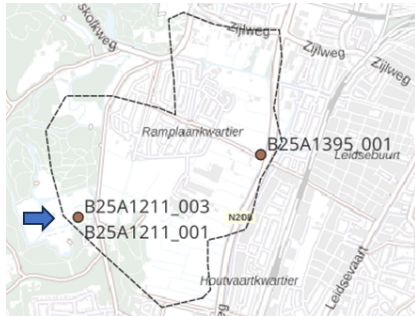
In figuur 4.11 staan de RHG en RLG gegevens ten opzichte van maaiveld weergegeven. Hierbij wederom de opmerking dat het indicatief is en dat de absolute waarden van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld af kunnen wijken van de werkelijkheid. In de duinen zit het grondwater diep onder het maaiveld. Het landgoed Elswout ligt half in de duinen, waarbij de duinrestanten ook diepe grondwaterstanden hebben. In de overgangszone van de duinen naar de lager gelegen delen kunnen de grondwaterstanden dicht aan het maaiveld staan. Ook in de polder lijken er met name in de winter best ondiepe grondwaterstanden voor te komen (ondanks het gehanteerde vaste polderpeil). In het gebied liggen meer waterlopen en lokale drainage dan in het model (gericht op stedelijk gebied) is opgenomen. Zo ligt er op alle (voormalige) gebieden met bloembollen c.q. intensieve teelten drainage met de mogelijkheid van onderbemaling.



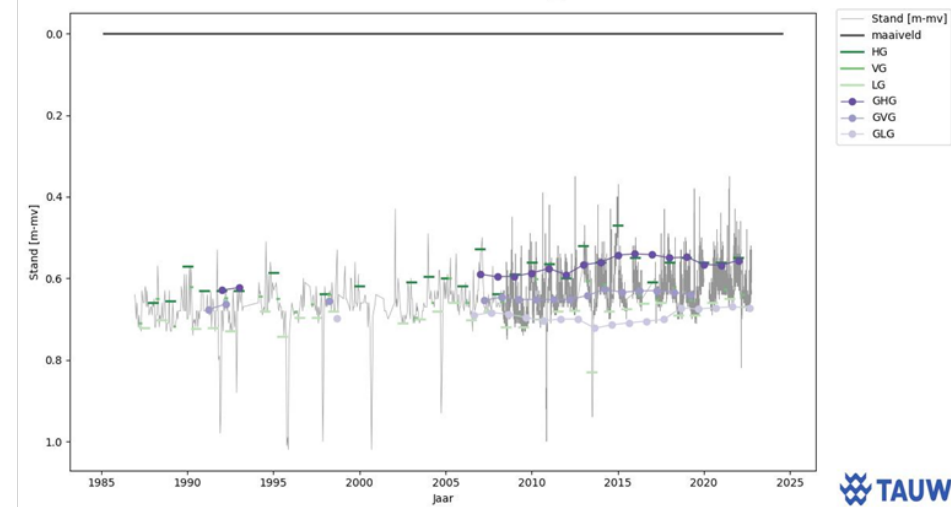
Figuur 4.11 Grondwaterstanden in peilbuizen en gemodelleerde grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld. Absolute waarden van de grondwaterstand in m -mv kunnen afwijken met de werkelijkheid. Figuren alleen beoordelen op de patronen op hoofdlijnen. (bron data gemeentelijke modellen: Gemeenten Velsen, Bloemendaal, Haarlem, peilbuisdata alle deelnemende partijen + Dinoloket)

4.6 Kwel en wegzijging

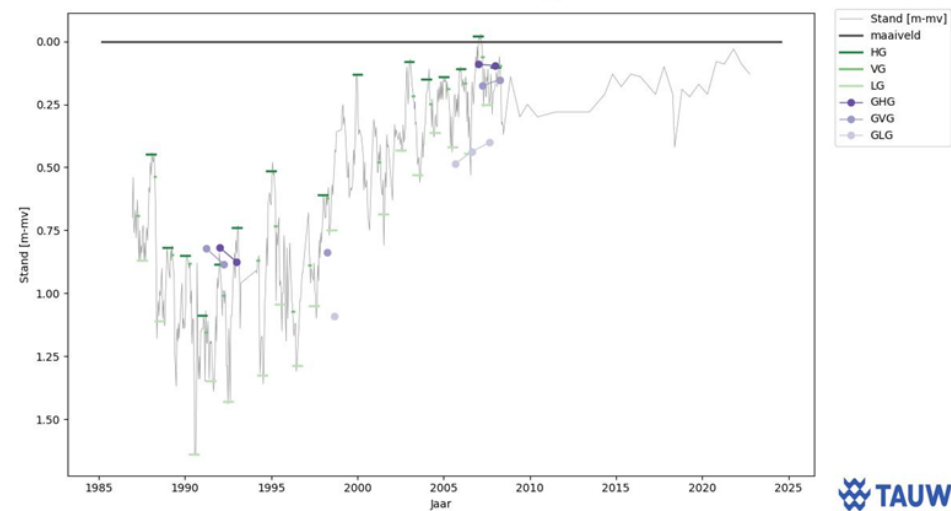
In het deelgebied Westelijk tuinbouwgebied is sprake van diepe kwel. In het gebied is een drukverschil tussen het freatische en het diepe grondwater, dit blijkt uit de gemeten stijghoogten in het freatische en het eerste watervoerend pakket. In figuur 4.12 en figuur 4.13 zijn de stijghoogten in het freatische en het eerste watervoerend pakket weergegeven voor twee peilbuizen. Het freatische grondwater heeft een niveau van ongeveer -0,6 m NAP, wat gelijk is aan het boezempeil van het systeem. De stijghoogte van het eerste watervoerende pakket reikt tot vlak onder het maaiveld. Het verschil tussen de stijghoogten geeft aan dat er een kwelstroom van het eerste watervoerende pakket naar het freatische pakket is. In de peilbuizen is ook het stoppen van de PWN winning goed zichtbaar. In het eerste watervoerende pakket zijn de stijghoogten in de periode 1990-2005 op deze locaties ongeveer een meter gestegen. Door de toename in drukverschil tussen het freatische en eerste watervoerende pakket is de hoeveelheid diepe kwel toegenomen. De toename van dit effect lijkt volledig gestopt sinds ongeveer 2005-2010.



ID: B25A1211_1



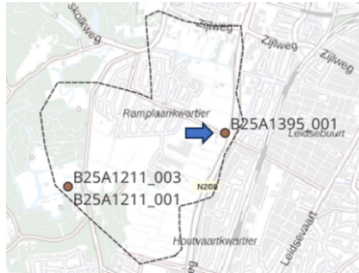
ID: B25A1211_2



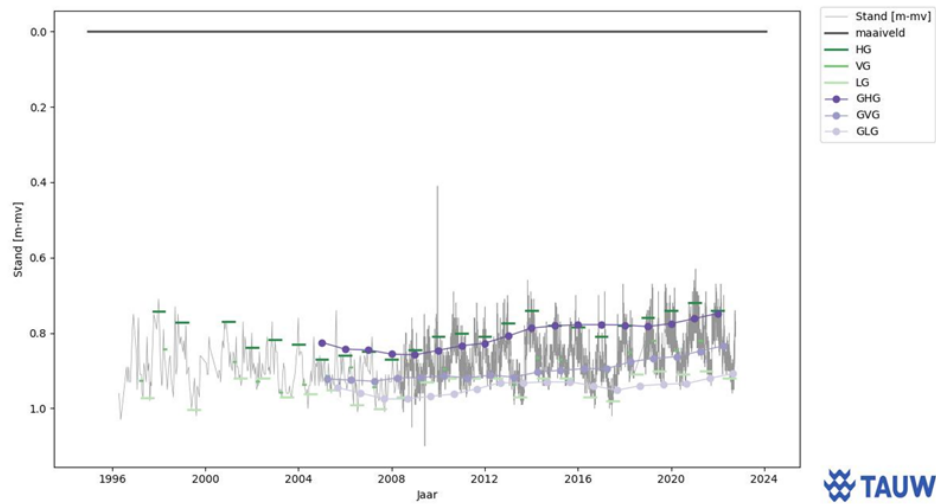
Figuur 4.12 Stijghoogten freatische (boven) en eerste watervoerende pakket (onder) voor de westelijke peilbuis (B25A1211)

De peilbuis aan de oostkant van het deelgebied heeft een freatische grondwaterstand van ongeveer 0,8 m-mv (figuur 4.13). De fluctuatie van de grondwaterstand is hier gering doordat de watergangen in het landgoed vermoedelijk ook een constant peil hebben.

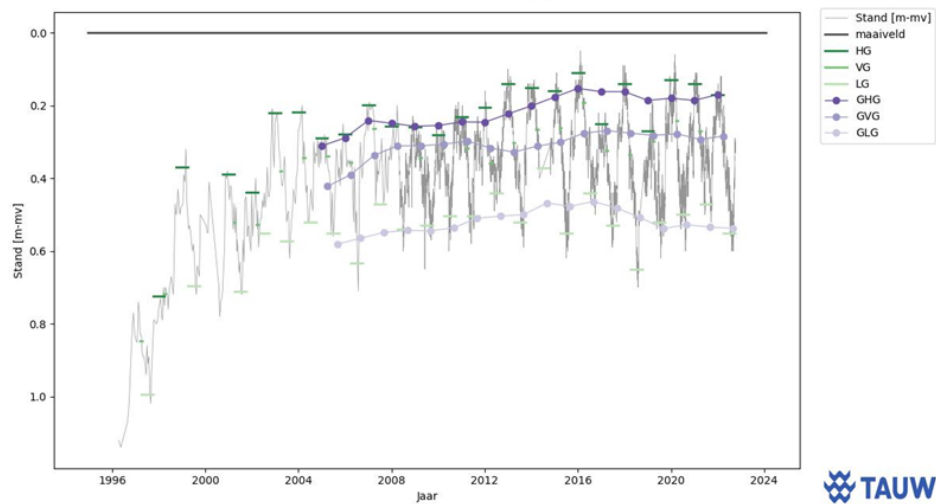
Ook hier treedt een drukverschil op tussen freatisch en diep grondwater, met een stijghoogte van het diepe grondwater tot 0,2 m -mv, wat duidt op diepe kwel naar het freatische grondwater.



ID: B25A1395_1

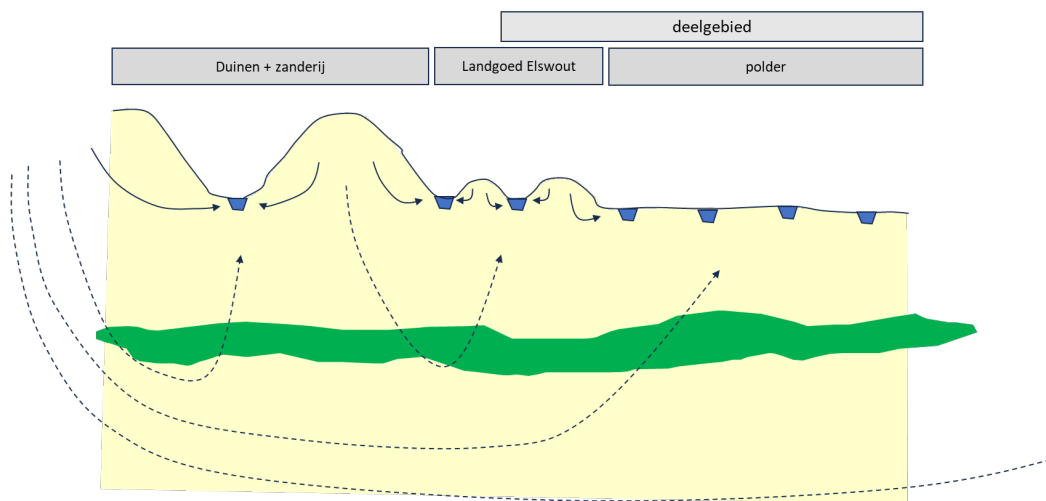


ID: B25A1395_2



Figuur 4.13 Stijghoogte freatische (boven) en eerste watervoerende pakket (onder) voor de oostelijke peilbuis (B25A1395)

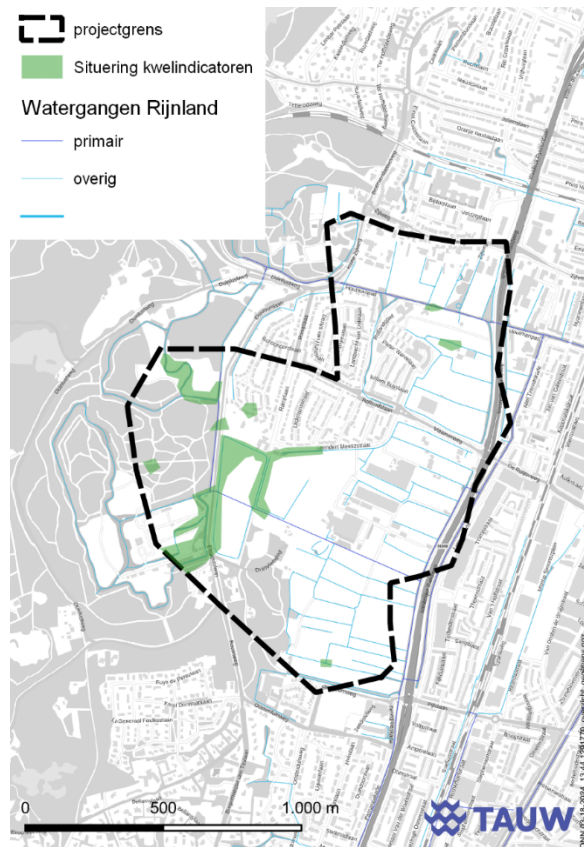
In onderstaande schematisatie zijn de vermoedelijke kwelstromen weergegeven (figuur 4.14). Door het gehanteerde boezempeil in het overgrote deel van het laag gelegen deelgebied ontstaan er drukverschillen tussen het eerste watervoerende pakket en het freatische pakket. Het deelgebied ontvangt diepe kwel van onder de scheidende laag wat hoogstwaarschijnlijk wordt afgevangen in de aanwezige waterlopen. Daarnaast stroomt er laterale kwel af langs de duinrand en vanuit de hogere duinrestanten op landgoed Elswout. Ook deze laterale kwel wordt vermoedelijk grotendeels afgevangen door het aanwezige oppervlaktewaterstelsel.



Figuur 4.14 Schematische weergave kwelstromen deelgebied Westelijk tuinbouwgebied

Kwel indicerende soorten

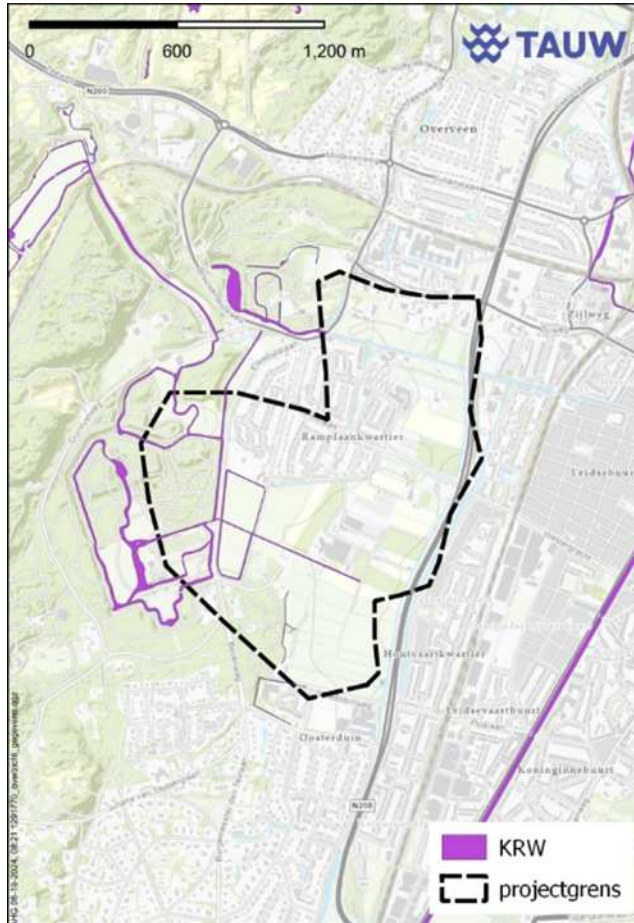
Figuur 4.15 laat de verspreiding van kwel indicerende soorten zien. De geraadpleegde soorten staan in bijlage 1. In het noorden van het gebied zijn waarnemingen bekend van grote egelskop in de oever. De rest van de kwel indicerende soorten worden aangetroffen in het zuidwesten van dit deelgebied. Dit betreft een hoge diversiteit aan soorten: dotterbloem, grote egelskop, holpijp, kleine waterrepe, waterdrieblad, beekpunge, moeraszegge en waterviolier. Deze soorten beperken zich hier vrijwel geheel tot de aanwezige watergangen en oevers. Dit indiceert dat de watergangen kwel gevoed zijn. In de wijk Ramplaankwartier zijn enkele waarnemingen bekend van grote egelskop, ook nabij oppervlaktewater.



Figuur 4.15 Globale verspreiding kwel indicerende soorten in deelgebied Westelijk Tuinbouwgebied/Bloemendaal op basis van de NDFF

4.7 Waterkwaliteit

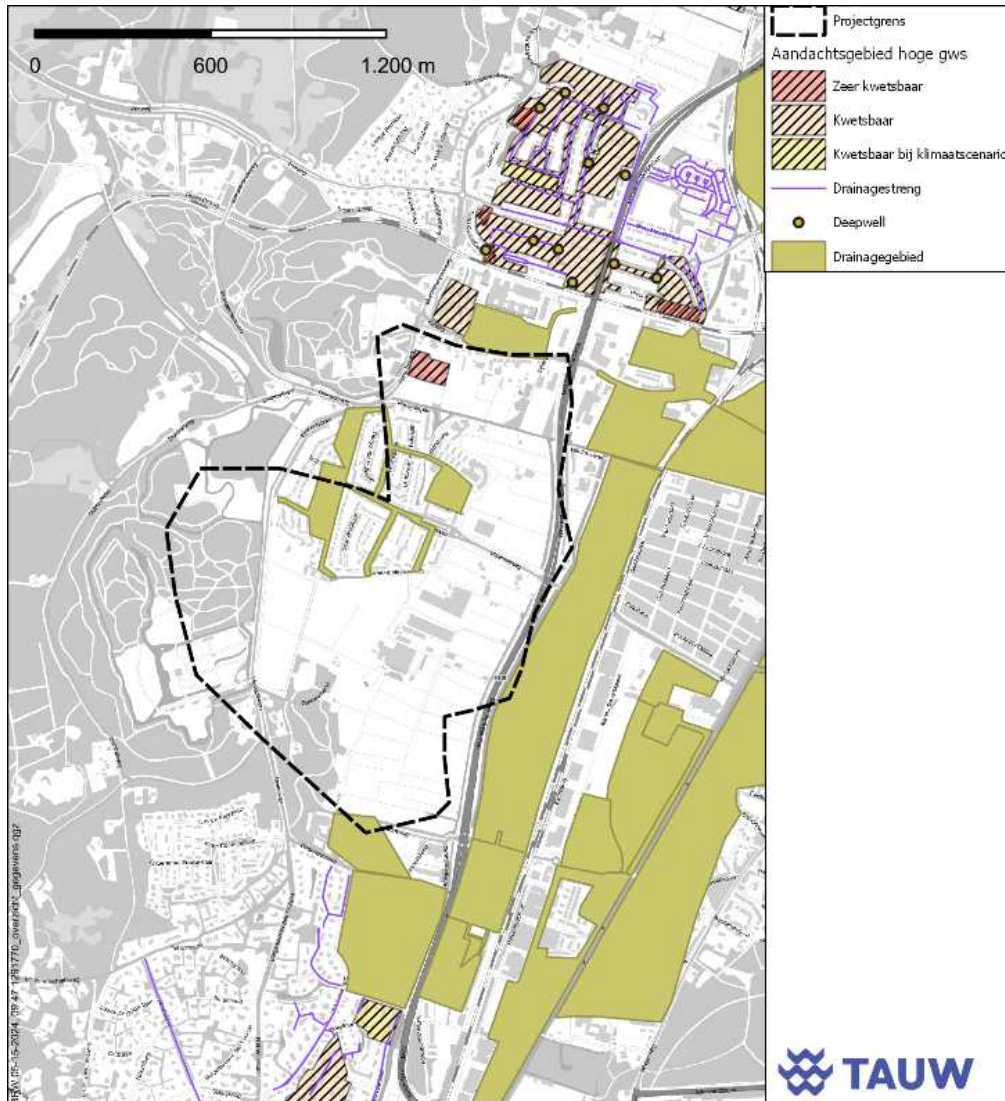
De watergangen op landgoed Elswout behoren tot het KRW-waterlichaam Zuid-Kennemerland (figuur 4.16). De status van deze KRW-oppervlaktewateren is in paragraaf 2.4.4 beschreven. De waterkwaliteit wordt sterk beïnvloed door de kwel in de watergangen. De Brouwerskolk en de Zanderijvaart worden gevoed met kwelwater uit de binnenduinrand, waardoor hier schoon kwelwater wordt verwacht, maar hiervan zijn geen meetgegevens.



Figuur 4.16 KRW watergangen (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)

4.8 Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijk gebied

Figuur 4.17 geeft de kwetsbaarheid van de wijk Overveen weer met structureel hoge grondwaterstanden. Het drainagenetwerk met deepwells is aangelegd om de woonwijk droog te houden. Ook in Haarlem ten oosten van het deelgebied ligt in grote delen drainage om de grondwaterstanden te beheersen. Deze wijk ligt grotendeels buiten het focusgebied. Hoe de grondwaterstand door het jaar heen fluctueert en hoe dat in het deelgebied ruimtelijke varieert is aan de hand van de twee peilbuizen die in het gebied staan moeilijk te zeggen.



Figuur 4.17 Aandachtsgebieden hoge grondwaterstanden Westelijk Tuinbouwgebied op basis van stedelijke grondwatermodellen (bron data: gemeenten Bloemendaal, Velsen en Haarlem)

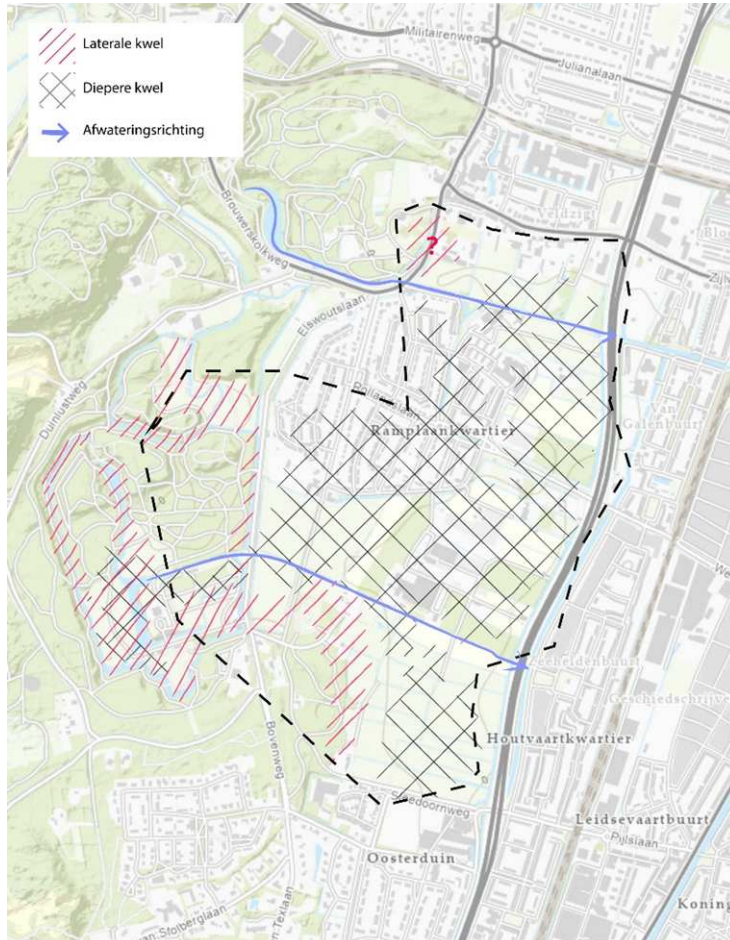
4.9 Werking watersysteem

Het deelgebied vormt een soort inham in de duinen, met de Zanderijvaart als uitloper de duinen in. Het gebied ligt laag (lager dan de andere gebieden) maar tegelijkertijd naast de duinen. De overgang van de duinen naar het lager gelegen vlakke, hierna “polder” genoemd is abrupt, met nauwelijks een overganggebied. Deze landschappelijke eigenschappen zorgen ervoor dat het deelgebied wordt gekarakteriseerd door relatief ondiepe grondwaterstanden en de aanwezigheid van zowel laterale als diepe kwel.

Op basis van de informatie uit bovenstaande paragrafen is er een schets gemaakt die de diepe en laterale kwel in kaart brengt (figuur 4.18). In de schets zijn ook de hoofdwaterlopen door het deelgebied weergegeven (lichtblauw).

Het landgoed Elswout ligt ‘ingegraven’ in de duinrand en ontvangt laterale kwel vanuit de omliggende duinen.

Door de lage ligging van het deelgebied is er ook diepe kwel die in het hele gebied voorkomt en wordt afgevangen door het waterlopenstelsel. Zo ontvangt het landgoed zowel diepe als laterale kwel.



Figuur 4.18 Synthese schets van laterale en diepe kwel, en hoofdgangen (licht blauw) in deelgebied Westelijk tuinbouwgebied

Op hoofdlijn kan het watersysteem als volgt geschetst worden. In de duinen treedt als gevolg van het neerslagoverschot een zogenaamde opbolling in het systeem op. Dit zorgt voor grondwaterstroming naar de lager gelegen gebieden (zoals naar de zanderijvaart en de watergangen in landgoed Elswout) en naar de diepere ondergrond. Naar het oosten toe bevindt zich de “polder” met een oppervlaktewaterpeil gelijk aan de gehele boezem. In deze zone liggen naast de waterlopen ook drainage (al dan niet met onderbemaling) ten behoeve van intensieve teelten (zoals tuinbouw en bollen). In deze gehele zone is diepe kwel aanwezig die wordt afgevangen door het oppervlaktewaterstelsel. Jaarrond wordt zowel uit de zanderijvaart, watergangen Landgoed Elswout en uit de “polder” oppervlaktewater afgevoerd naar de boezem.

Er vindt geen aanvoer van gebiedsvreemd water plaats. In het stedelijk gebied is drainage aanwezig om de hoge grondwaterstanden zo veel mogelijk te voorkomen.

4.10 Ontbrekende informatie en aanbevelingen

Op hoofdlijnen is de werking van het hydrologisch systeem duidelijk. Naast de algemene vraagstukken wat betreft waterkwaliteit en duinrellen die in paragraaf 2.5 zijn besproken, liggen er voor het Westelijk tuinbouwgebied nog de volgende vraagstukken om de werking van het watersysteem goed te kunnen duiden:

De huidige informatie omtrent de laterale en diepe kwel is gebaseerd op algemeen systeeminzicht en metingen in peilbuizen op 2 locaties. Dit is een relatief gering aantal in relatie tot de omvang van het projectgebied. Het plaatsen van extra peilbuizen in het freatische en eerste watervoerende pakket helpt om de grootte, seizoensdynamiek en ruimtelijke spreiding van kwelstromen beter in beeld te krijgen. Ook het plaatsen van peilbuizen in de duinrand, naast watergangen en juist midden in een perceel geeft hierbij extra informatie over de kwelstromen en de fluctuaties door het jaar heen. De kwelflux kan worden berekend door het opstellen van een waterbalans. Hiervoor is nadere informatie over de hoeveelheid water die over de stuwen stroomt c.q. vanuit de polder naar de boezem (Leidsche Vaart).

Verder kan er meer informatie worden ingewonnen over onderstaande punten, als deze van belang zijn voor het gebiedsproces:

- Hoeveel water stroomt er vanuit de verschillende watergangen naar de boezem?
- Wat is de waterkwaliteit van de verschillende deelstromen? En wat is de invloed van de gebruiksfuncties in dit gebied? Verwacht wordt dat de Brouwerskolk en de Zanderijvaart een goede kwaliteit hebben doordat deze met duinwater worden gevoed. Het meten van de waterkwaliteit in de deelstromen geeft detailinformatie over de herkomst het water. Dit levert meer detailinformatie ten opzichte van de KRW-meetgegevens waar alle stromen zijn samengevoegd
- Waar liggen de veenlagen van het hollandveenpakket en hoe dik zijn ze? Door deze in kaart te brengen kan je achterhalen waar deze lagen de waterstroom beïnvloeden en hoe de waterkwaliteit verandert als het waterpeil verandert

Voorgaande punten betreffen aanbevelingen om de huidige situatie gedetailleerder in beeld te krijgen. Om te komen tot een toekomstig bestendig watersysteem wordt aanbevolen om naast de huidige situatie ook de invloeden van klimaat op het watersysteem te onderzoeken, zowel op de waterkwantiteit als de waterkwaliteit.

Aanbevolen wordt om de ontbrekende informatie in te vullen zodra de doelstellingen en vraagstukken uit het gebiedsproces helder zijn. Wellicht komen er dan ook andere te onderzoeken vraagstukken naar voren (bijvoorbeeld het meten van de hoeveelheden drainagewater). Daarmee kan het nader onderzoek zo doelgericht mogelijk plaatsvinden.

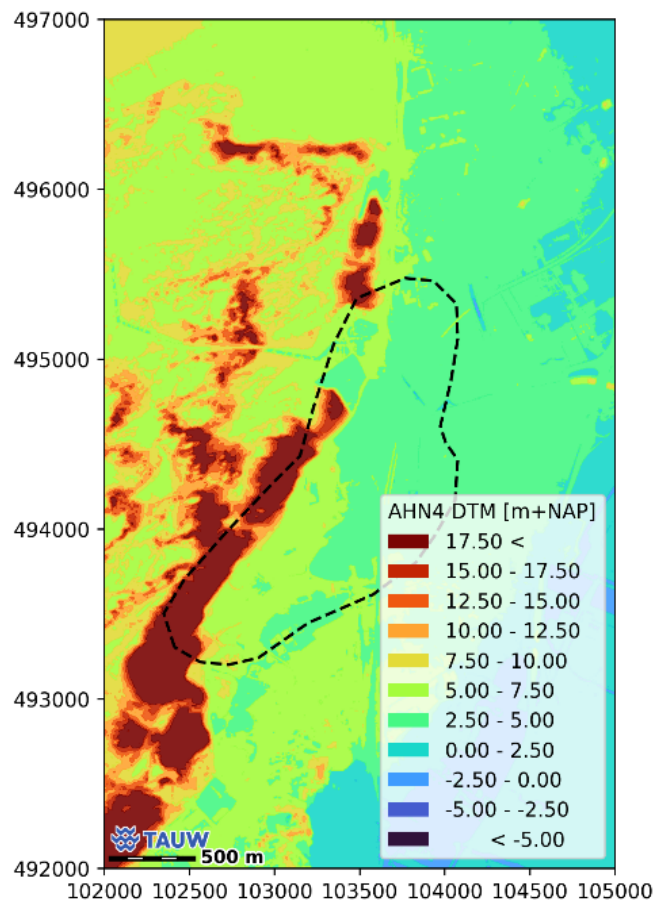
5 Deelgebied Santpoort

Per deelgebied gaan we in op de bijzondere kenmerken die voor het deelgebied van belang zijn voor de werking van het watersysteem. Het gaat hierbij om een nadere toelichting en detaillering van de algemene watersysteembeschrijving. Santpoort is het meest noordelijke deelgebied.

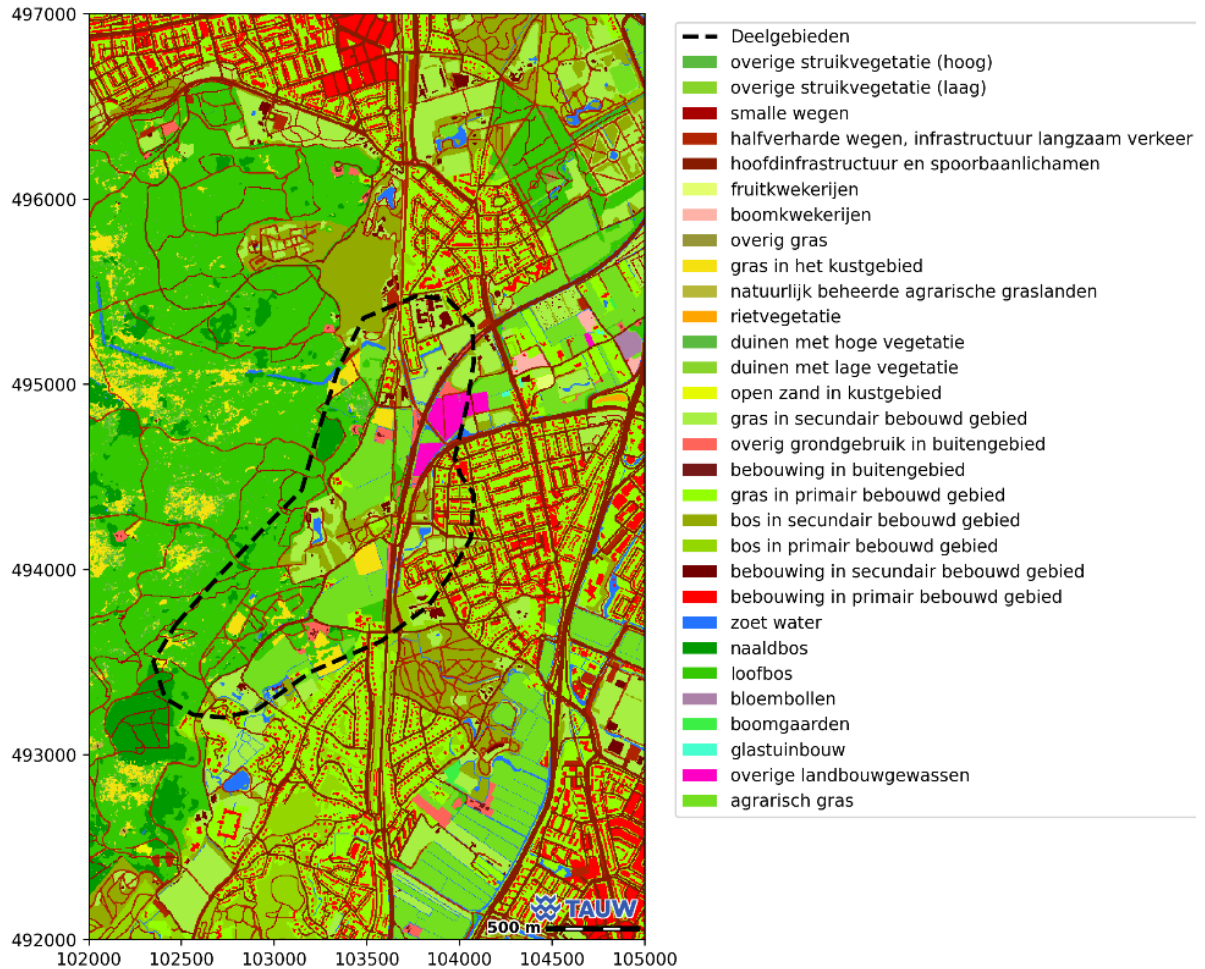
5.1 Hoogte en landgebruik

Het deelgebied Santpoort ligt deels in de duinen in het zuidwesten en verder in het overgangsgebied naar de polder in het oosten. Over het algemeen ligt het vrij hoog (hoger dan de andere deelgebieden) met het hoogste punt op +55 m NAP in de duinen en het laagste punt op ongeveer +2,5 m NAP (figuur 5.2). Het profiel loopt in het hele gebied af van west naar oost, waarbij de duinrand verreweg het steilste stuk is.

Het landgebruik van het deelgebied wordt gekenmerkt door bos (loofbos en kleine stukken naaldbos) en agrarisch grasland. Dit grasland is in gebruik voor veeteelt en manegehouders. Aan de oostkant ligt het stedelijk gebied van Velsbroek/ Santpoort noord. Aan de noordkant ligt nog een stuk 'overige landbouwgewassen', wat in dit geval bollenvelden zijn.



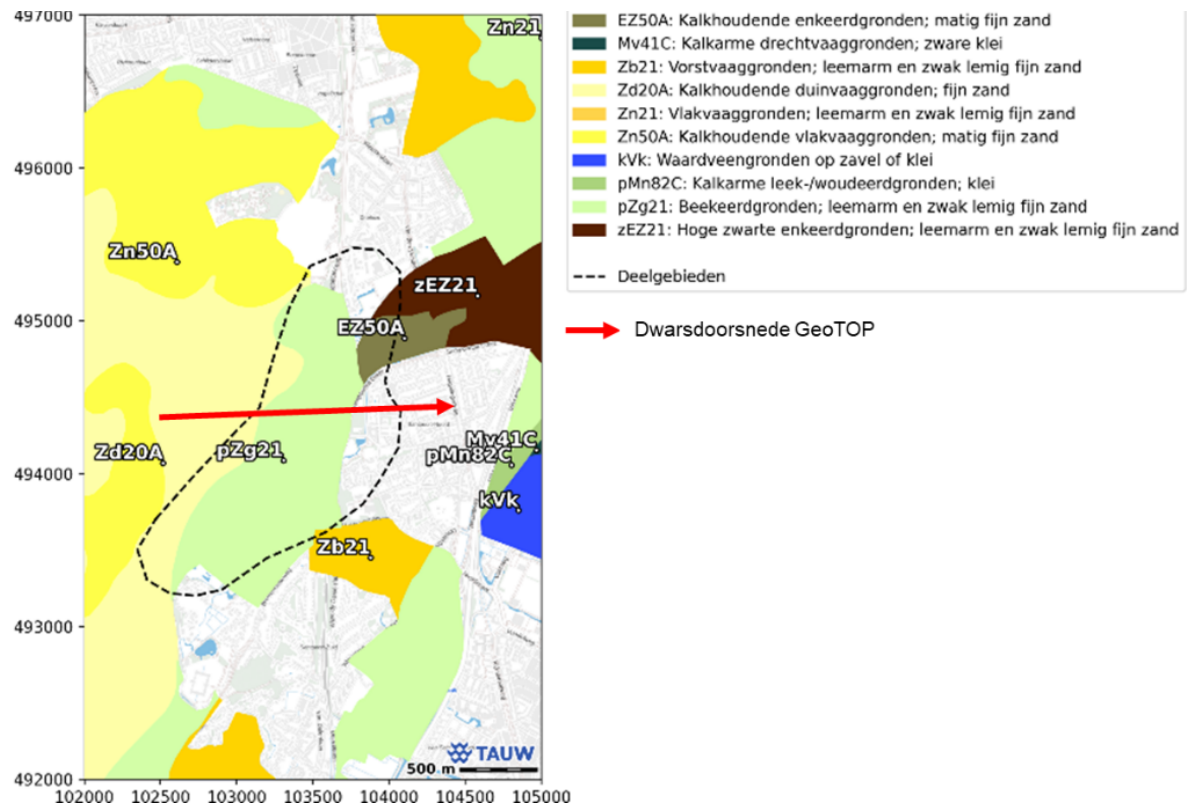
Figuur 5.1 Hoogtekaart Santpoort (bron: AHN)



Figuur 5.2 Landgebruik Santpoort (bron data: LGN)

5.2 Bodem en ondergrond

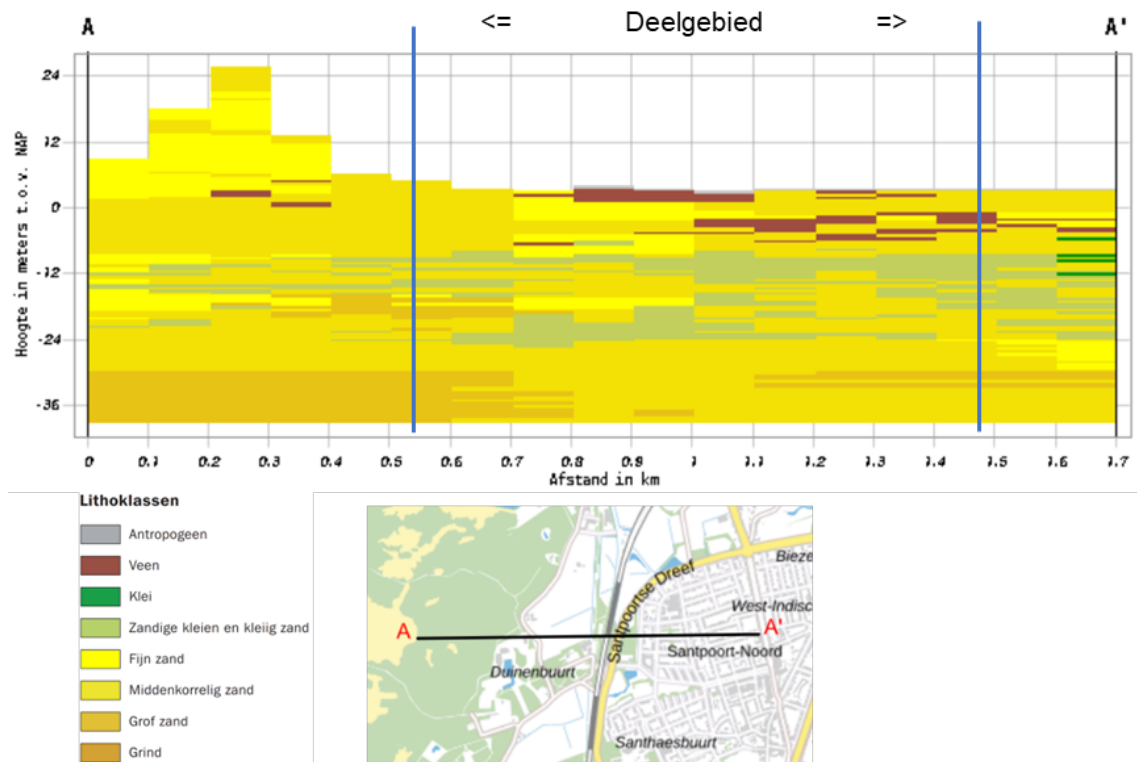
De duinen in het westelijk deel van het deelgebied bestaan uit kalkhoudende duinvaaggronden (figuur 5.3). Het overgrote deel van het deelgebied bestaat uit beekerdgronden. Een klein deel in het noordoosten heeft humusrijke (hoge) leemarme enkeerdgronden.



Figuur 5.3 Bodemkaart deelgebied Santpoort. De dwarsdoorsnedes zijn in Figuur 5.4 uitgewerkt

In de dwarsdoorsnede van de ondergrond is in dit deelgebied de weerstandbiedende laag van Naaldwijk-Wormer te zien op -10 tot -24 m NAP (figuur 5.4). De laag is hier wederom variabel in dikte en bestaat voornamelijk uit middelkorrelig zand en leem, met een kleine hoeveelheid fijn zand. Aan en op het maaiveld liggen enkele veenlagen van het Hollandveen pakket die ook deels zijn vermengd met zand. Het zand in de bovengrond is voor het grootste deel middenkorrelig zand met een klein beetje fijn zand.

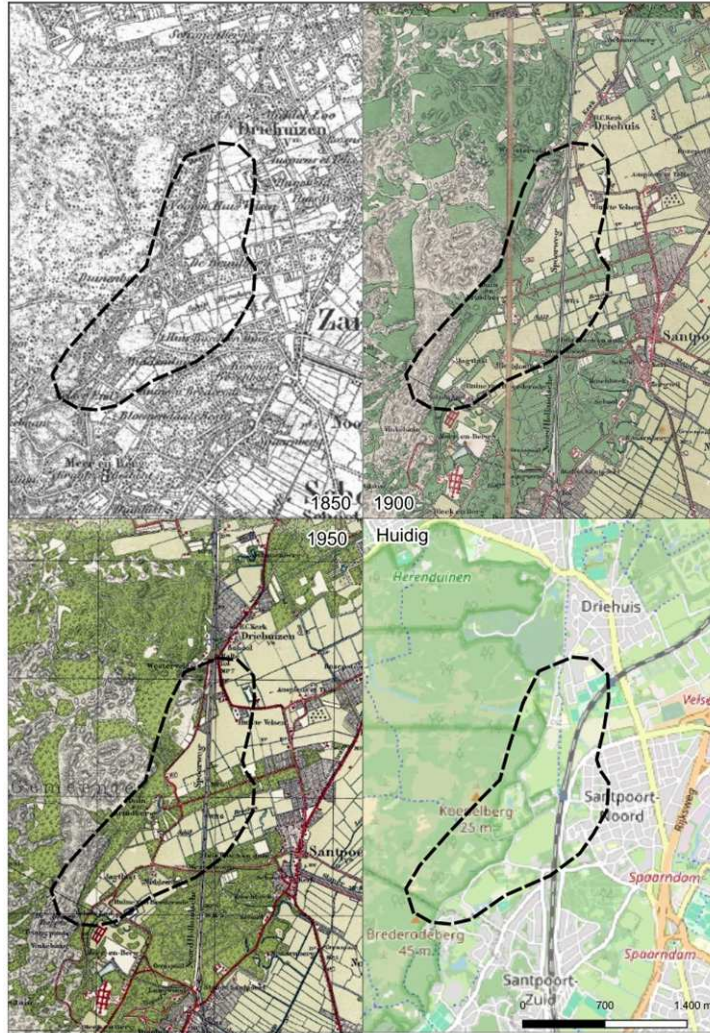
Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6



Figuur 5.4 Lithoklassen over dwarsdoorsnede 1,7 kilometer lengte in Santpoort tot -40 m NAP. De locatie van de doorsnede is ook weergegeven op de bodemkaart

5.3 Historische ontwikkeling

Op de historische kaarten is de huidige structuur van het gebied al vroeg zichtbaar. Tussen 1900 en 1950 wordt het bebouwd gebied uitgebreid, zoals de uitbreiding van Driehuis aan de noordkant van het gebied. Ook Santpoort-Noord groeit vervolgens nog verder richting het deelgebied.

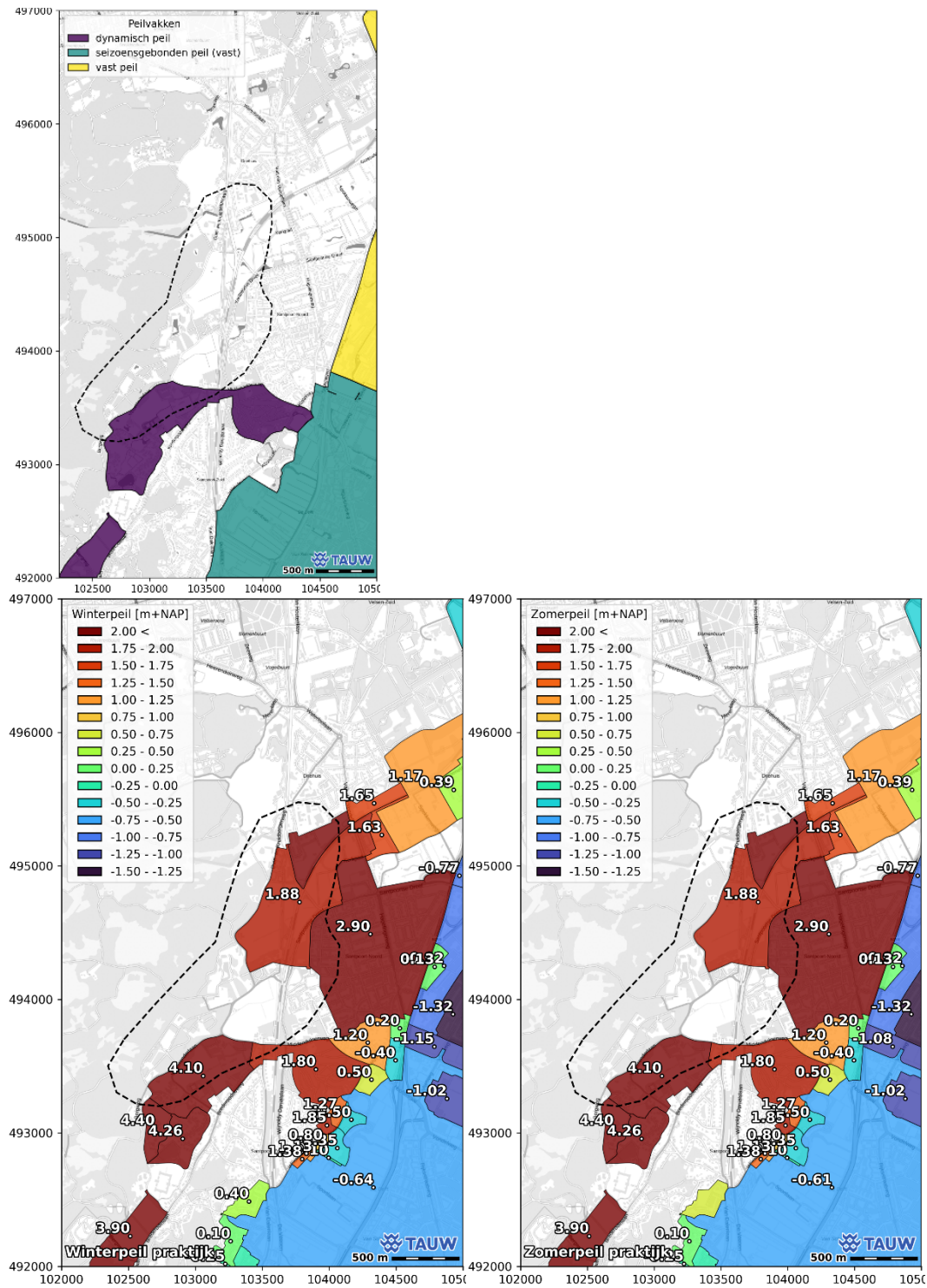


Figuur 5.5 Historische ontwikkeling deelgebied Santpoort (bron: Topotijdreis)

5.4 Oppervlaktewater systeem

5.4.1 Peilvakken

Het grootste gedeelte van deelgebied Santpoort is vrij afwaterend dat wil zeggen dat er geen vast peil c.q. polderpeil geldt. De diepte van de watergangen in combinatie met stroomafwaarts gelegen stuwen bepalen de mate van ontwatering van het gebied. Volgens het vigerend beleid van het Hoogheemraadschap ligt er alleen in het zuiden een dynamisch peilvak. Omdat er relatief hoge grondwaterstanden voorkomen in delen van het gebied (zie ook volgende paragrafen) probeert het Hoogheemraadschap het watersysteem in de praktijk toch te sturen (zogenaamde praktijkpeilen). Het zijn hierbij geen echte polderpeilen, maar overtollig water wordt middels sloten en greppels afgevoerd.

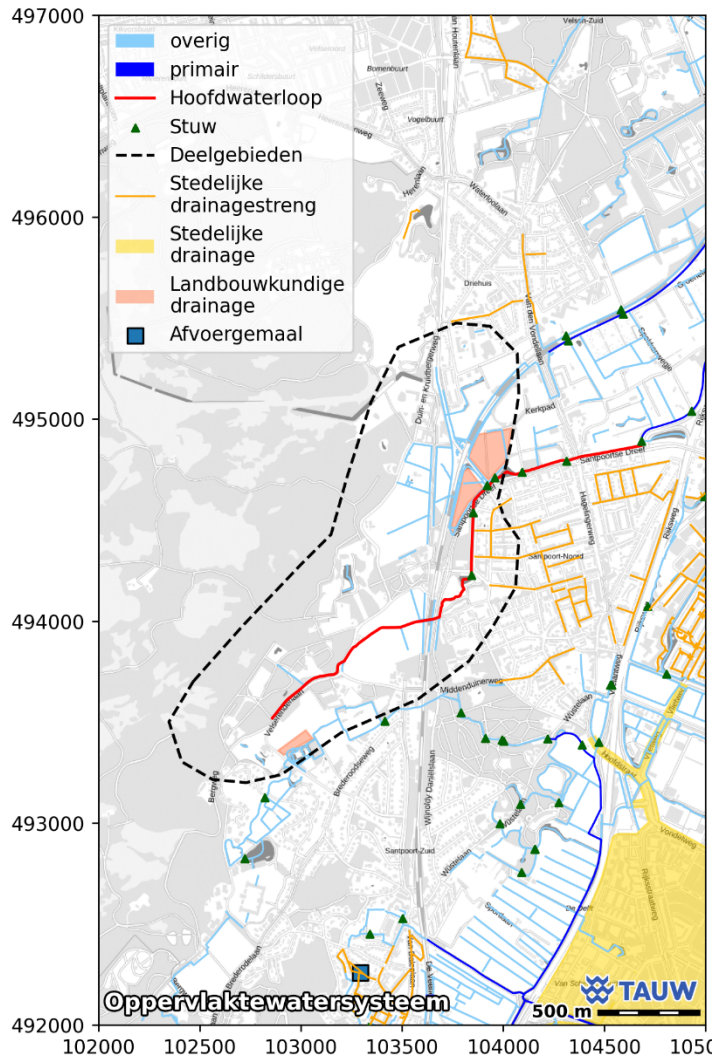


Figuur 5.6 Peilvakken (vigerend) en winter- en zomerpeil van de praktijk peilvakken Santpoort (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland))

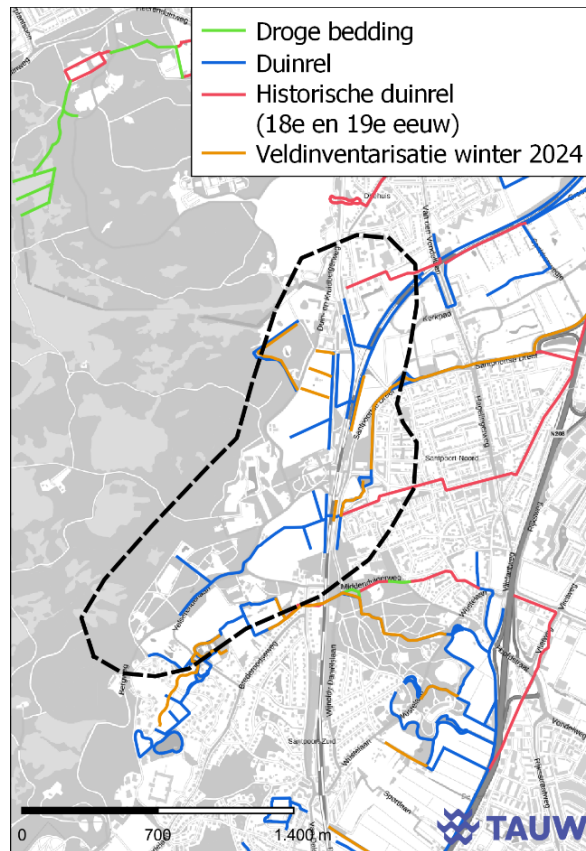
5.4.2 Hoofdwaterlopen en duinrellen

Door het gebied lopen een drietal hoofdwaterlopen die richting het noordoosten afwateren via enkele stuwen (figuur 5.8). Er zijn in het gebied geen aan- of afvoergemalen aanwezig en het gebied is vrij afwaterend. Via de Velserbeek komt het water in zijkanaal B en uiteindelijk in het Noordzeekanaal.

Door de gemeente is een uitgebreide inventarisatie gemaakt van huidige en voormalige duinrellen (figuur 5.8). Daarnaast is door het Hoogheemraadschap Rijnland in het gebied afgelopen winter gekeken naar aanwezigheid van duinruilen. Deze zijn ook weergegeven op het kaartbeeld (veldinventarisatie winter 2024). Op hoofdlijn kunnen alle watergangen in het gebied gezien worden als een duinrel (zijn immers ook vrij afwaterend en voeren grondwater af dat afkomstig is uit de duinen).



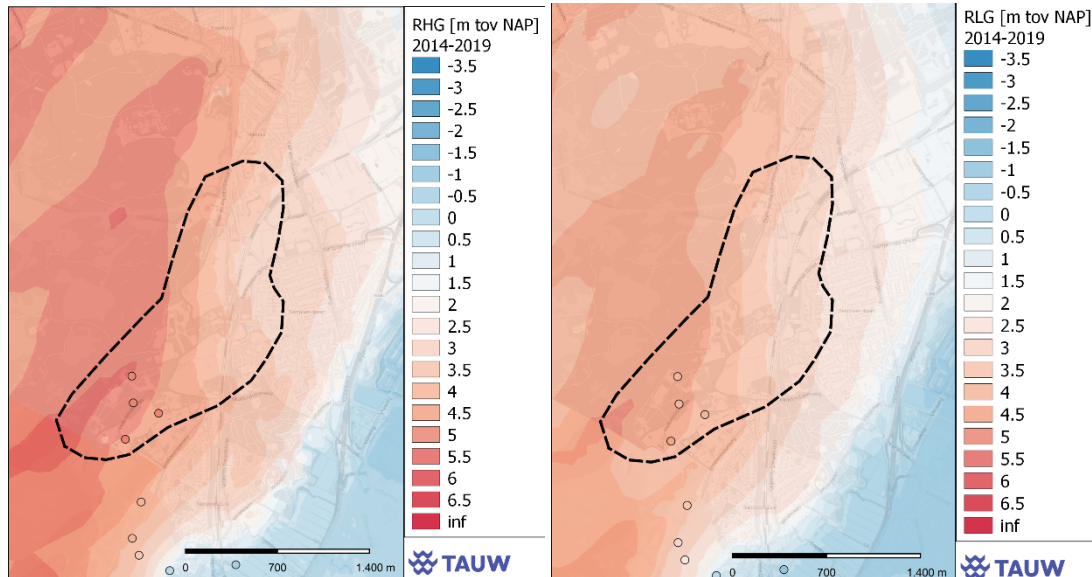
Figuur 5.7 Oppervlaktewatersysteem Santpoort (bron data: Hoogheemraadschap Rijnland)



Figuur 5.8 Duinrellen in Santpoort (bron data: gemeente Velsen)

5.5 Grondwatersysteem

In figuur 5.9 zijn de peilbuizen en de berekende grondwaterstanden uit het gemeentelijke grondwatermodel weergegeven. Het deelgebied ligt niet in het toepassingsgebied van het grondwatermodel. De kaarten geven wel op hoofdlijnen een beeld van de grondwaterstroming. Het isohypsenpatroon heeft een aflopend niveau vanaf de duinen in het westen naar de lager gelegen polder ten oosten van het deelgebied, met in de winter hogere grondwaterstanden dan in de zomer.



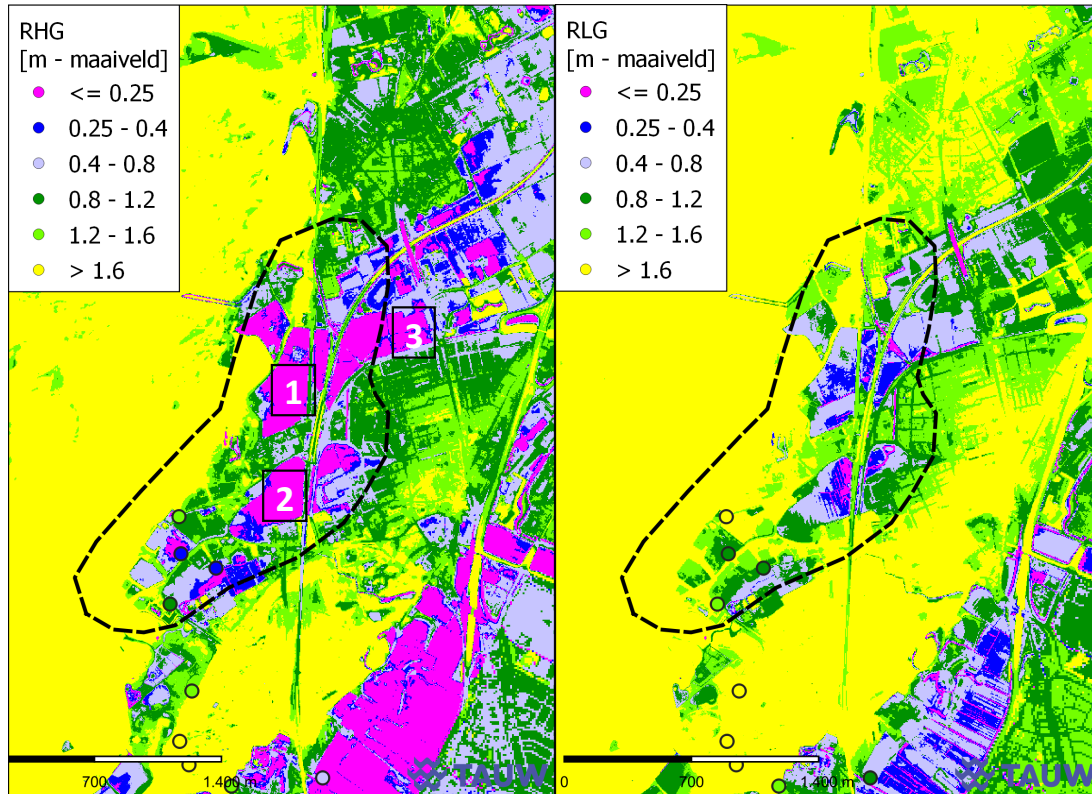
Figuur 5.9 Peilbuisgrondwaterstanden en berekende grondwaterstanden ten opzichte van NAP uit het gemeentelijke grondwatermodel voor de wintersituatie (links, RHG) en de zomersituatie (rechts, RLG), brondata model: Gemeente Velsen, brondata peilbuisgegevens: alle deelnemende partijen

De grondwaterstanden staan in een groot deel van het gebied dicht onder het maaiveld (figuur 5.10). Met name in de wintersituatie is dit vermoedelijk het geval. Op de laagste delen van het gebied worden de grondwaterstanden hier verlaagd door greppels en sloten die het gebied hier ontwateren. Er is een relatief dicht stelsel van greppels aanwezig in deze delen. Deze greppels zijn niet voor niets aangelegd en duiden erop dat er hoge grondwaterstanden voorkomen die door worden beheerst door de aanwezige greppels en sloten. Deze detailontwatering zit niet in het grondwatermodel van de gemeente. Ondanks dat in de zomer de grondwaterstanden uitzakken, blijven er vermoedelijk toch natte plekken aanwezig in de laagste delen van het gebied en daar waar veenlagen liggen die de infiltratie van neerslag vertragen.

Een drietal zones die op het kaartbeeld van figuur 5.10 zijn weergegeven worden hieronder nader toegelicht.

1. In dit gebied is in de vigerende legger geen peilvak opgenomen. In de praktijk wordt hier middels een intensief stelsel van sloten en greppels getracht de grondwaterstand zo veel mogelijk te beheersen
2. In deze zone ligt ook een intensief stelsel van greppels en ondiepe sloten d.
3. De grondwaterstanden in dit gebied worden beheerst door middel van drainage en onderbemaling voor de bollenteelt

Hoe diep het grondwater hier ten opzichte van maaiveld zich gedurende het jaar bevindt is niet te verifiëren vanwege het ontbreken van peilbuisgegevens in deze zones

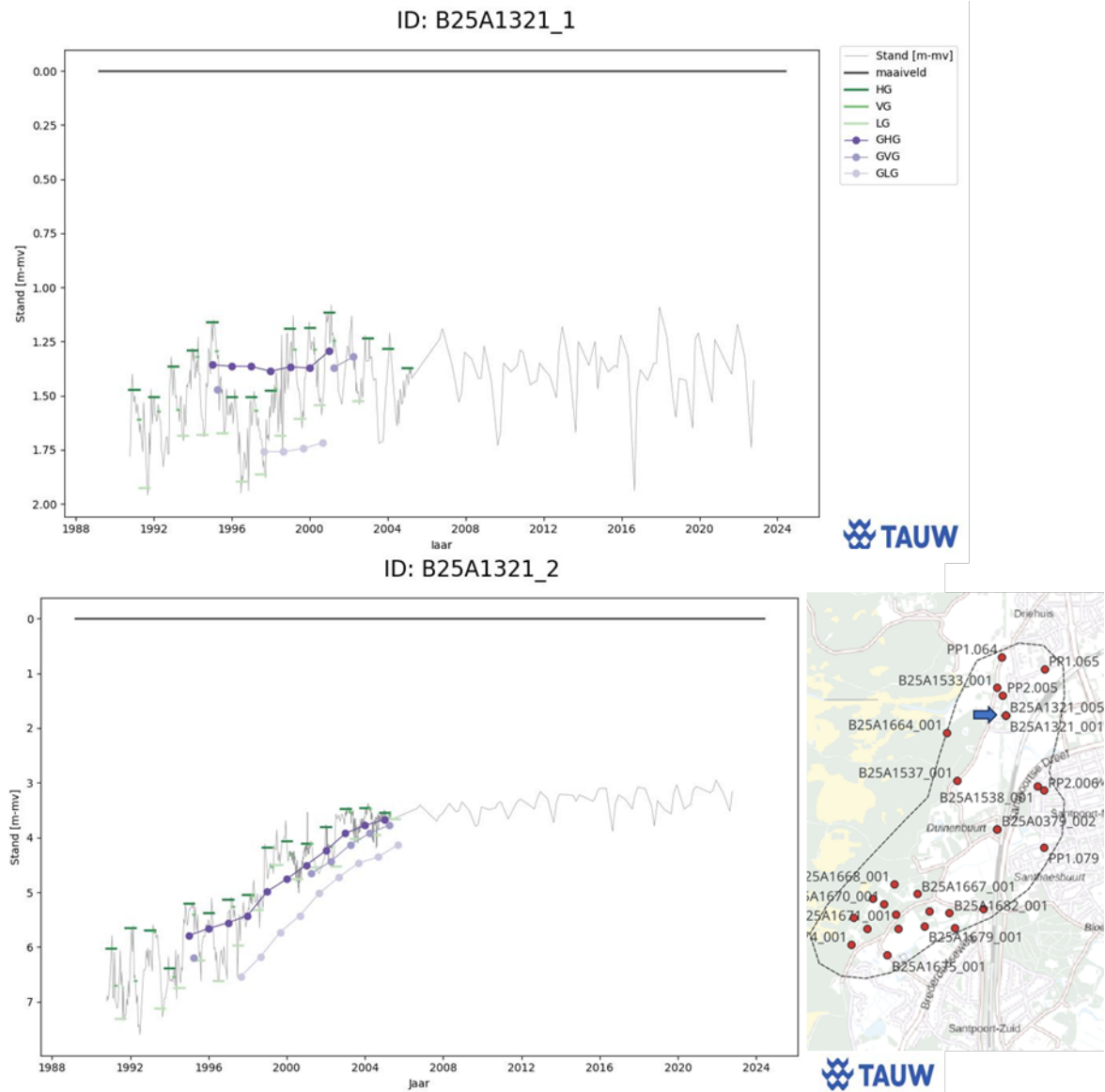


Figuur 5.10 Grondwaterstanden in peilbuizen en gemodelleerde grondwaterstanden t.o.v. maaiveld (links winter, rechts zomer) in Santpoort (bron data grondwatermodel: Gemeenten Velsen en brondata peilbuizen alle deelnemende partijen)

5.6 Kwel en wegzijging

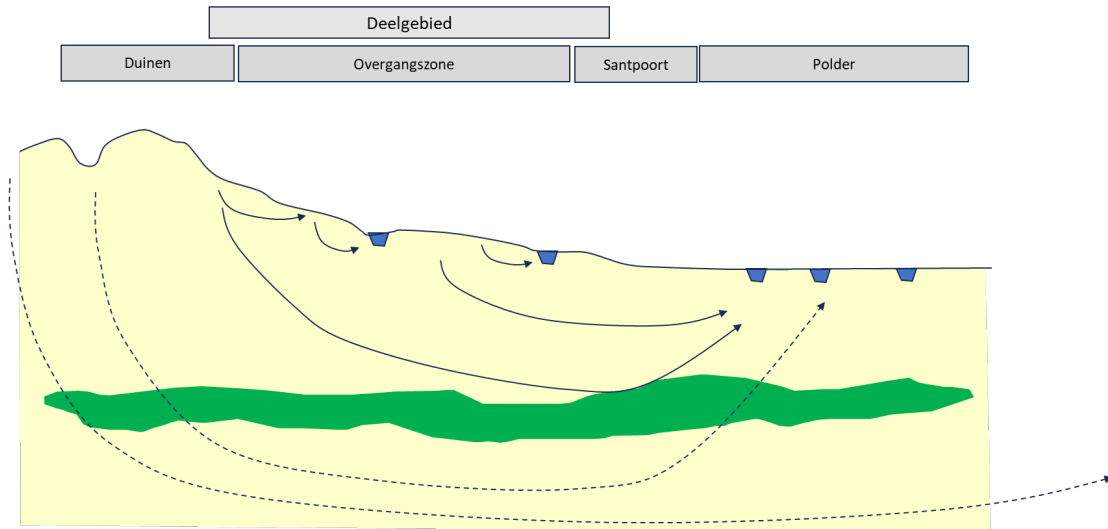
Het verschil in grondwaterstanden tussen het diepe grondwater en het freatische pakket laat zien dat in het deelgebied overal water wegzijgt naar het diepe grondwater (figuur 5.11). Enkele peilbuizen in het gebied hebben zowel een diepe als een ondiepe filter. Voor een peilbuis in het noorden van het deelgebied zijn de twee grafieken vanaf 1990 tot nu tegen elkaar afgezet (figuur 5.11). In het ondiepe filter is de seizoensfluctuatie goed zichtbaar, waarbij de freatische grondwaterstand met meer dan een meter verschilt tussen zomer en winter. In het diepere filter valt op dat de grondwaterstanden geleidelijk stijgen als gevolg van het verminderen en later stoppen van de PWN winningen. In het freatische filter is een kleinere stijging zichtbaar. Het effect van het stopzetten van de drinkwaterwinning is inmiddels volledig uitgedoofd (sinds ongeveer 2005-2010).

Ook het kaartbeeld van het LHM bevestigt dat het volledige deelgebied is gelegen in een infiltratiegebied waar water vanuit het bovenste pakket naar het eerste watervoerend pakket stroomt (figuur 2.12).



Figuur 5.11 Stijghoogte freatische (boven) en eerste watervoerende pakket (onder). Locatie peilbuis is bij de blauwe pijl

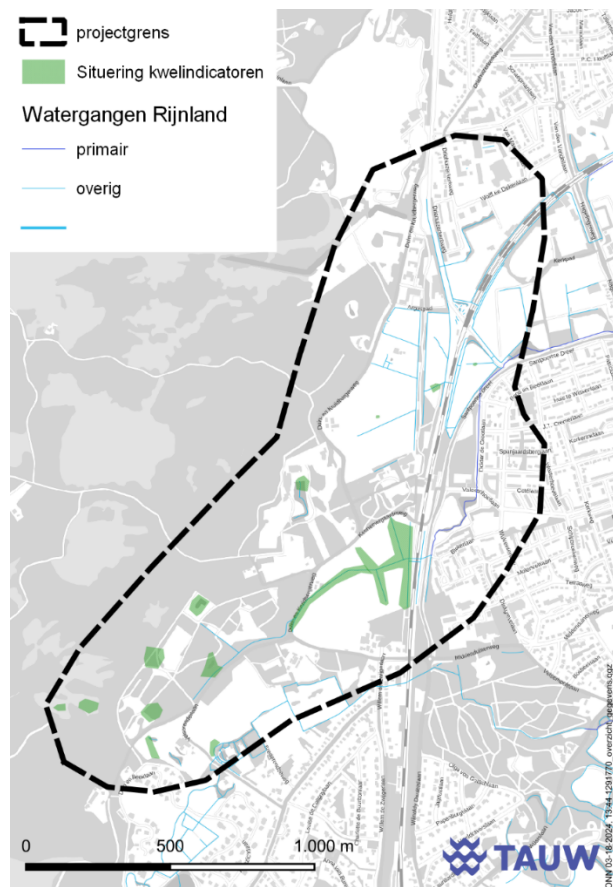
In Figuur 5.12 is een schematisatie weergegeven die de grondwaterstroming van de duinen naar de polder ten oosten van dit deelgebied laat zien. Het deelgebied Santpoort ligt in de brede overgangszone en ontvangt met name seizoensgebonden laterale kwel vanuit de duinen. Ook infiltrteert er water vanuit de duinen/overgangszone naar het dieper gelegen watervoerende pakket. Dit water komt uiteindelijk in de polder ten oosten van dit deelgebied omhoog. De kwel die het deelgebied ontvangt is laterale kwel afkomstig uit de nabijgelegen duinen. Het watersysteem is hier sterk afhankelijk van neerslag en verdampingspatronen waar het relatief snel op reageert.



Figuur 5.12 Grondwaterstroming van de duinen naar de polder. De groene laag geeft de kleilaag aan

Kwel indicerende soorten

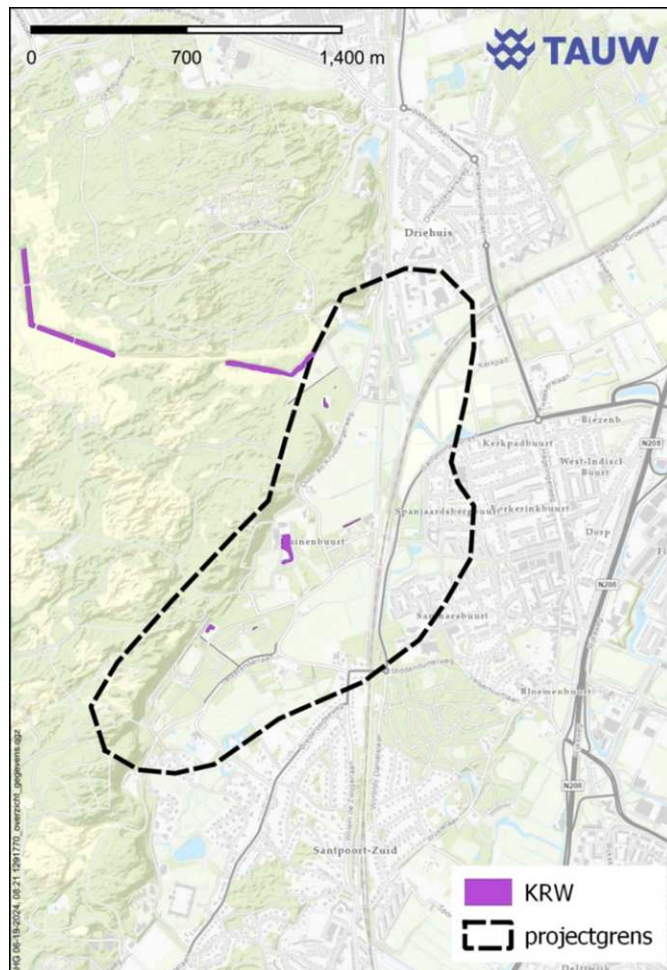
Figuur 5.13 laat de verspreiding van kwel indicerende soorten zien. De geraadpleegde soorten staan in bijlage 1. In het noorden van het gebied zijn historische waarnemingen (1989-1996) bekend van kleine watereppe, beekpunge en grote egelskop. Deze soorten zijn gebonden aan wateren en oevers. Actuele waarnemingen zijn niet bekend. Ten zuiden van de Kennemergaardeweg zijn veel recente waarnemingen bekend (2015-2020) van beekpunge, holpijp en kleine watereppe. Dit zijn eveneens kwelsoorten van oppervlaktewater en oevers. De verspreiding beperkt zich dan ook tot oevers en watergangen zelf. Er zijn geen waarnemingen bekend van andere kwel indicerende soorten op deze locatie. Dit indiceert dat de watergangen daar kwel afvangen. Op landgoed Duin en Kruidberg zijn enkele, recente (2021) waarnemingen bekend van beekpunge in de oever van de watergang. In het zuidoosten zijn er enkele waarnemingen bekend van bosbies, waterpunge, bittere veldkers en moeraszegge. Op een terrein langs de Middenduinerweg zijn waterpunge en beekpunge waargenomen. Deze soorten indiceren hier een pionierssituatie, mogelijk na afgraving als beheermaatregel.



Figuur 5.13 Verspreiding kwel indicerende soorten in deelgebied Santpoort op basis van de NDFF

5.7 Waterkwaliteit

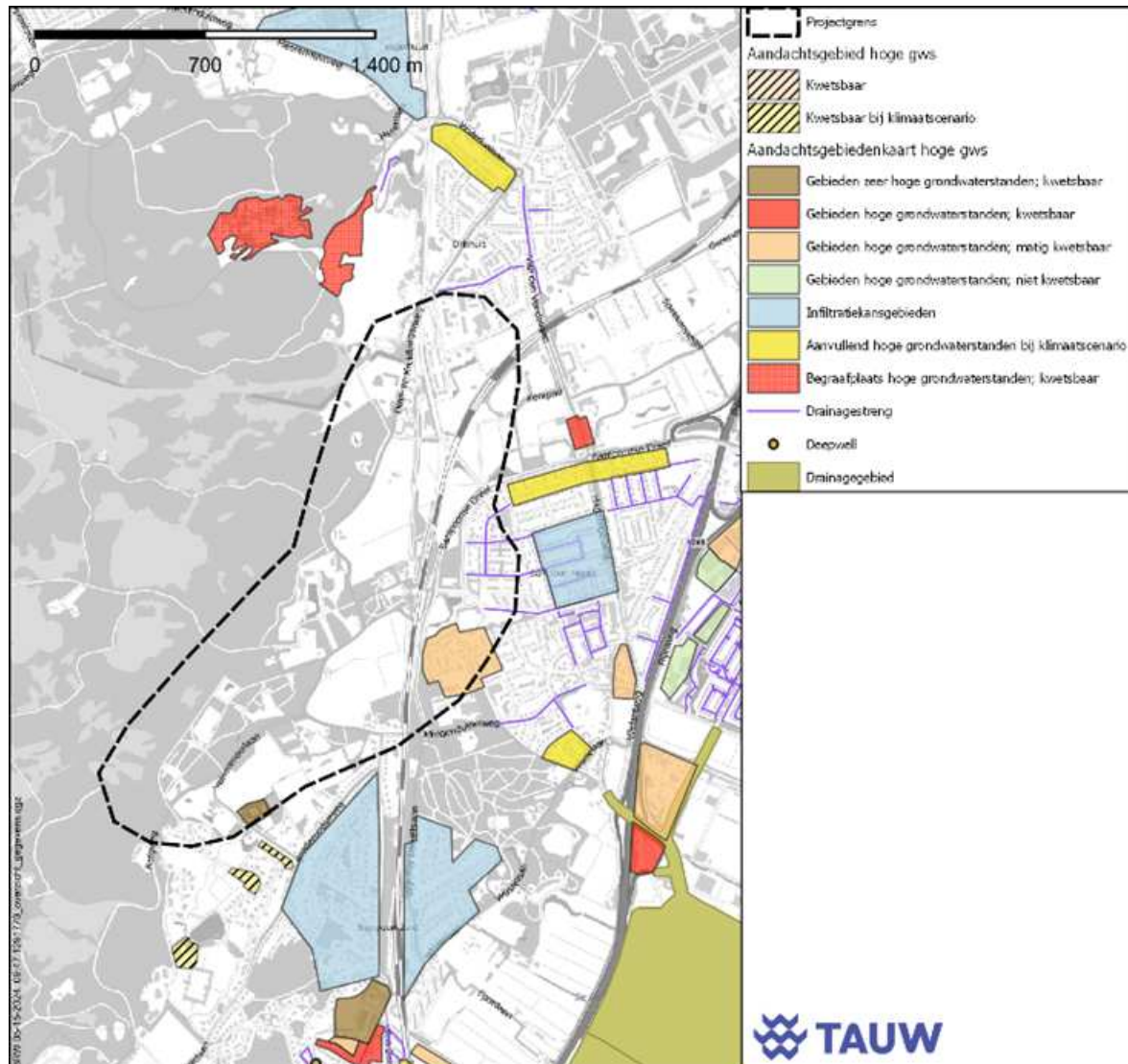
In het deelgebied Santpoort liggen enkele oppervlaktewaterlichamen welke binnen het natura-2000 gebied van Zuid-Kennemerland vallen. De status van deze KRW-oppervlaktewateren is reeds in H3 beschreven.



Figuur 5.14 KRW-watgangen (bron data: Hoogheemraadschap van Rijnland)

5.8 Aandachtsgebieden grondwaterstanden stedelijk gebied

In figuur 5.15 zijn locaties aangegeven waar hoge grondwaterstanden kunnen optreden of het risico hoog is op basis van informatie van de gemeente Velsen. Ook zijn enkele zones aangegeven waar structureel lagere grondwaterstanden voorkomen en welke zijn bestempeld als potentiële gebieden voor kansen voor infiltratie van hemelwater. In het zuiden ligt een gebied waar hoge grondwaterstanden optreden en ook in het oosten ligt een kwetsbaar gebied. In het stedelijk gebied is drainage aanwezig om de hoge grondwaterstanden te beheersen.



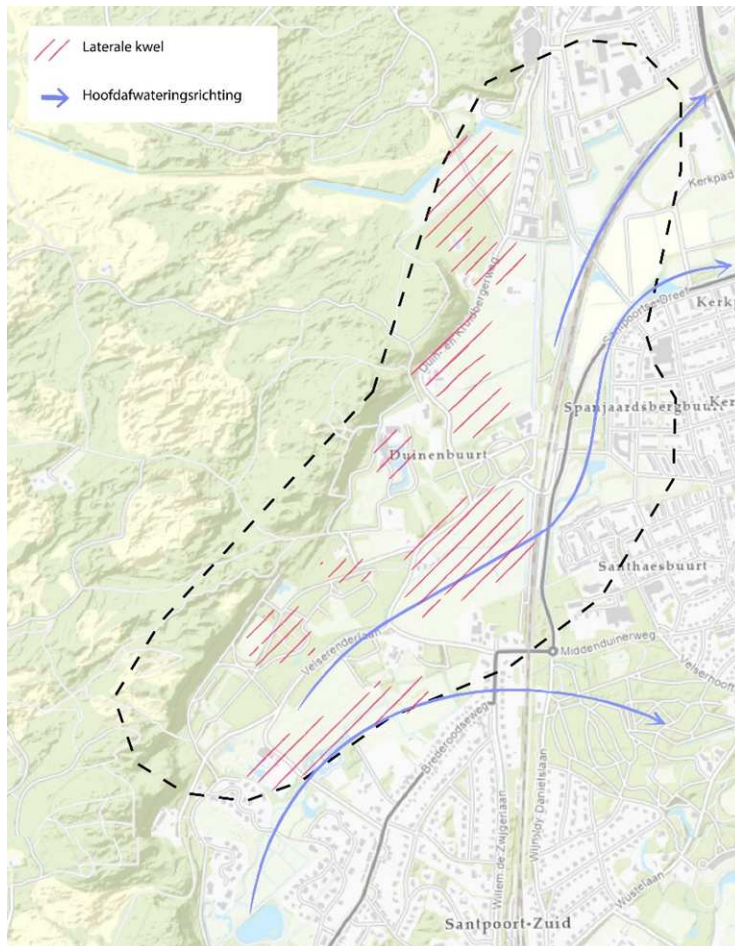
Figuur 5.15 Aandachtsgebieden grondwaterstanden in Santpoort op basis van stedelijke grondwatermodellen (bron data: gemeente Velsen)

5.9 Werking watersysteem

Het gebied ligt in het overgangsgedebied van de duinen naar de polders. Deze overgangszone is hier relatief breed, en ook hooggelegen (vergeleken met de andere deelgebieden). De polders liggen buiten het deelgebied.

Op basis van de informatie uit bovenstaande paragrafen is er een schets gemaakt die op hoofdlijnen de werking van het watersysteem weergeeft (figuur 5.16). De laterale kwel is in kaart gebracht en in de schets zijn ook de hoofdwaterlopen (de blauwe peilen) door het deelgebied weergegeven. Op de hoofdwaterlopen zijn kleinere greppels en sloten aangesloten. De diepte van deze watergangen bepaalt de grondwaterstand in het gebied en zijn nog niet duidelijk in kaart gebracht. De rood gearceerde gebieden zijn gebieden waar laterale kwel optreedt.

Door het neerslagoverschot treedt er opbolling van de grondwaterstand in de duinen op en stroomt water lateraal af naar het lager gelegen overgangsgebied waar de grondwaterstand in de lage delen, en de delen met een slecht infiltrerende ondergrond, tot aan maaiveld rijkt. Door middel van sloten en greppels wordt de grondwaterstand beheerst om “landbouwkundig” gebruik mogelijk te maken. Het water uit de greppels en sloten wordt afgevoerd in oostelijke richting in eerste instantie onder vrijerval. Stroomafwaarts bevinden zich enkele stuwen in de watergangen die het peil reguleren. De watergangen in het onderzoeksgebied kunnen daarmee beschouwd worden als duinrellen (watergangen die het water uit de duinen afvoeren naar de lager gelegen polders). De diepte van de greppels en watergangen in combinatie met enkele stuwen, bepalen de mate van ontwatering van het gebied.



Figuur 5.16 Synthese schets van de laterale kwel en hoofdwatervangingen (blauw pijlen) in deelgebied Santpoort

5.10 Ontbrekende informatie en aanbevelingen

Op hoofdlijnen is de werking van het hydrologisch systeem duidelijk. Naast de algemene vraagstukken wat betreft waterkwaliteit, liggen er voor Santpoort nog vraagstukken die helpen om de werking van het watersysteem te duiden (afhankelijk van de behoefte van het gebiedsproces):

- De ligging van de afwateringsstructuur met greppels en sloten van het deelgebied is afgeleid uit leggergegevens van het waterschap en beelden vanuit het AHN. De diepte van deze watergangen en greppels is echter onbekend. Deze bepalen echter wel het niveau waarop het gebied ontwaterd wordt. Aanbevolen wordt om nader onderzoek te doen naar de diepteligging. Als deze bekend is kan deze in detail worden toegevoegd aan een grondwatermodel en kunnen de afvoerhoeveelheden met het grondwatermodel worden berekend. Aanbevolen wordt om deze afvoerhoeveelheden bij de stuwen ook te meten, zodat een waterbalans van het gebied door het jaar heen kan worden opgesteld en eventuele modelberekeningen kunnen worden geverifieerd
- In een paar natte zones staan net geen peilbuizen. Aanbevolen om op deze plekken aanvullende peilbuizen te plaatsen om meer inzicht te krijgen in de dynamiek van de grondwaterstanden. Ook kan hier worden gekeken naar verschillende locaties zoals net naast de duinen, midden op het perceel of vlak langs een watergang
- Waterkwaliteit van diverse specifieke waterstromen. Het meten van de waterkwaliteit van de geeft inzicht in de herkomst van stoffen door landgebruik of juist door kwelwater
- Welke beken/duinrellen vallen droog. Deze is nu gebaseerd op basis van bevindingen van bewoners en grondeigenaren. In combinatie met de inmeting van de diepte van deze watergangen ontstaat een beter beeld van de dynamiek

Voorgaande punten betreffen aanbevelingen om de huidige situatie gedetailleerder in beeld te krijgen. Om te komen tot een toekomstig bestendig watersysteem wordt aanbevolen om naast de huidige situatie ook de invloeden van klimaat op het watersysteem te onderzoeken, zowel op de waterkwantiteit als de waterkwaliteit.

Aanbevolen wordt om de ontbrekende informatie in te vullen zodra de doestellingen en vraagstukken uit het gebiedsproces helder zijn. Daarmee kan het nader onderzoek zo doelgericht mogelijk plaatsvinden.

6 Bibliografie

Hoogheemraadschap van Rijnland (2006). *Rapportage waterkwaliteit duinwater Zuid-Kennemerland (IPPL15)*

Hoogheemraadschap van Rijnland (2006c). *Rapportage waterkwaliteit duinwater Zuid-Kennemerland (IPPL15)*

H2O (2007-18). p9-11. *Verdroging Kennemerduinen bestreden*

Icastat (2006). *Evaluatie hydrologische effecten stopzetten grondwaterwinning PWN in Zuid-Kennemerland*

KRW-factsheet Hoogheemraadschap van Rijnland (2023). p286-287. *Zuid Kennemerland*: <https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/krw-factsheets>

Stuyfzand, P. J. (1987). *Hydrochemie en hydrologie van de duinen en aangrenzende polders tussen Zandvoort en Wijk aan zee*

Stuyfzand, P. J. (1993). *Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of the Western Netherlands*

Waternet (2020) *Kartering van zout, brak, zoet duinwater en Rijnwater in de AWD in 2019 en 2020*

Waternet, (17 jan 2023). *Capaciteitsuitbreiding AWD van 70 naar 75 Mm³ /jaar, onderdeel grondwatermodellering*

Waternet (12 maart 2024). *Oplegnotitie Versterken drinkwater- en natuurfunctie Amsterdamse Waterleidingduinen met oog voor de omgeving*

Bijlage 1 Geraadpleegde kwelindicatoren

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam
Adderwortel	<i>Persicaria bistorta</i>
Beekpunge	<i>Veronica beccabunga</i>
Draadzegge	<i>Carex lasiocarpa</i>
Bosbies	<i>Scirpus sylvaticus</i>
Gewone dotterbloem	<i>Caltha palustris subsp. palustris</i>
Grote boterbloem	<i>Ranunculus lingua</i>
Grote egelskop	<i>Sparganium erectum</i>
Holpijp	<i>Equisetum fluviatile</i>
Klein blaasjeskruid	<i>Utricularia minor</i>
Kleine watereppe	<i>Berula erecta</i>
Knobies	<i>Schoenus nigricans</i>
Moeraszegge	<i>Carex acutiformis</i>
Schildereprijs	<i>Veronica scutellata</i>
Snavelzegge	<i>Carex rostrata</i>
Stijve zegge	<i>Carex elata</i>
Veldrus	<i>Juncus acutiflorus</i>
Wateraardbei	<i>Comarum palustre</i>
Waterdrieblad	<i>Menyanthes trifoliata</i>
Waterpunge	<i>Samolus valerandi</i>
Waterviolier	<i>Hottonia palustris</i>

Bijlage 2

Overzicht verzamelde informatie gebiedsbijeenkomsten mei/juni 2024 deelgebied Vogelenzang

Op respectievelijk 28 mei, 30 mei en 4 juni hebben gebiedsbijeenkomsten plaatsgevonden voor het deelgebied Vogelenzang, waarbij alle eigenaren met meer dan 1 hectare grond door de provincie waren uitgenodigd. Tijdens deze bijeenkomsten zijn de conceptresultaten van deze hydrologische systeemanalyse toegelicht, besproken en verrijkt met detailinformatie. Daarnaast heeft op 17 juni een inloopbijeenkomst plaatsgevonden voor geïnteresseerden, waarbij de conceptresultaten ook zijn toegelicht. Uit deze bijeenkomsten is nadere informatie over het watersysteem verzameld, welke in deze bijlage op een kaartbeeld met toelichtende tabel zijn weergegeven. Daarnaast zijn kansen, wensen en knelpunten aangedragen, welke eveneens in deze bijlage op kaartbeeld met toelichtende tabel zijn opgenomen. Met nadruk wordt hierbij gemeld dat het gaat om informatie die door bezoekers van de gebiedsbijeenkomsten zijn aangedragen en niet nader in het veld zijn geverifieerd.

Een beknopte samenvatting van de kansen, wensen en knelpunten aangedragen door bezoekers van de gebiedsbijeenkomsten is hieronder weergegeven:

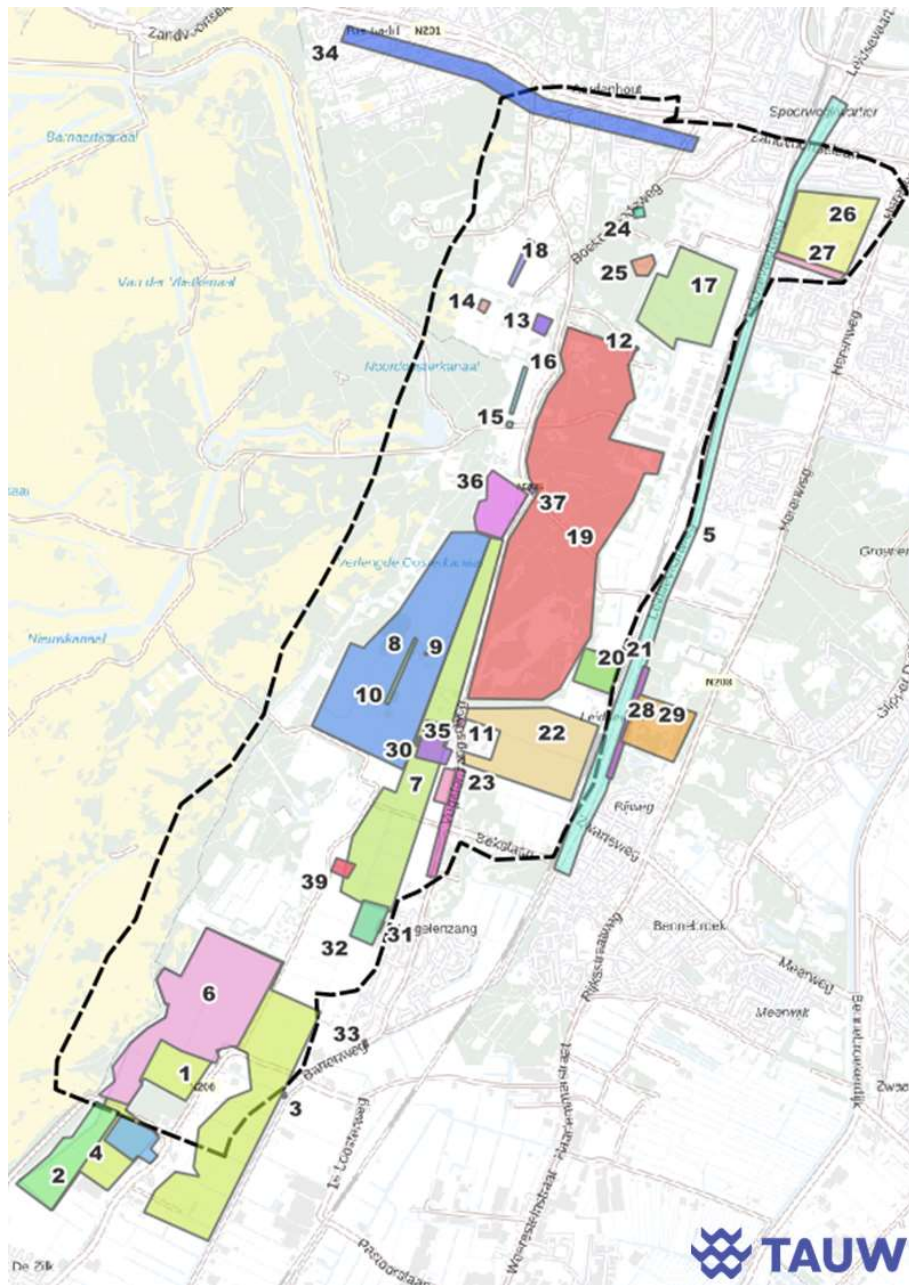
1. In het noorden van het gebied Vogelenzang bevindt zich stedelijk gebied. Diverse bewoners ervaren grondwateroverlast vanaf najaar 2023 tot heden (juni 2024). De extreme hoeveelheid neerslag heeft gezorgd voor hoge grondwaterstanden in heel Nederland, maar ook in het duingebied en haar omgeving. In het noorden van het gebied ligt een voormalige duinrel. Deze is echter niet meer volledig intact, waardoor deze duinrel geen afvoerende functie meer heeft. Wellicht kan deze worden hersteld, waardoor (een deel van) de grondwateroverlast wordt voorkomen.
2. In het middengebied (tussen de duinen en de strandwal) wordt via een tweetal gemalen water aangevoerd vanuit de boezem. Grondeigenaren geven aan dat de wateraanvoer echt nodig is om de watergangen op peil te houden. Zonder wateraanvoer vallen de watergangen droog en zakt het systeem uit (door wegzijging naar de diepere ondergrond). Dit beeld wordt bevestigd door de hoeveelheid draaiuren van de gemalen. Onduidelijk is wat de waterkwaliteit is van het boezemwater, maar feit is dat het gebiedsvreemd water betreft. Alternatief zou kunnen zijn om het aan te voeren water uit bijvoorbeeld de Oranjekom te halen. Ten opzichte van de totaal onttrokken hoeveelheid voor de waterwinning betreft het naar verwachting slechts een geringe hoeveelheid. In het zuiden van het middengebied (gebied "De Zilk") liggen de bollenteelten waarbij drainage en onderbemaling wordt toegepast om voldoende ontwatering te creëren. Daarbij wordt naast overtollig neerslagwater ook diepe kwelwater weggepompt en uiteindelijk afgevoerd naar de boezem. De zorg bestaat dat er door de vernattingsmaatregelen nog meer kwelwater afgepompt dient te worden. Wellicht liggen er kansen om de afgevangen/opgepompte kwelwater weer elders te infiltreren. Datzelfde geldt ook voor opgepompt grondwater uit het stedelijk gebied. Ook deze wordt

veelal afgevoerd naar de boezem, terwijl het misschien elders gebruikt kan worden als te infiltreren “gebiedseigen water”.

3. Binnen het gebied zijn er nog mogelijkheden om het te hanteren stuwpeil te optimaliseren voor de huidige landgebruikfuncties. Veelal gaat het hierbij om kleine wijzigingen ten opzichte van de huidige situatie.

Vogelenzang

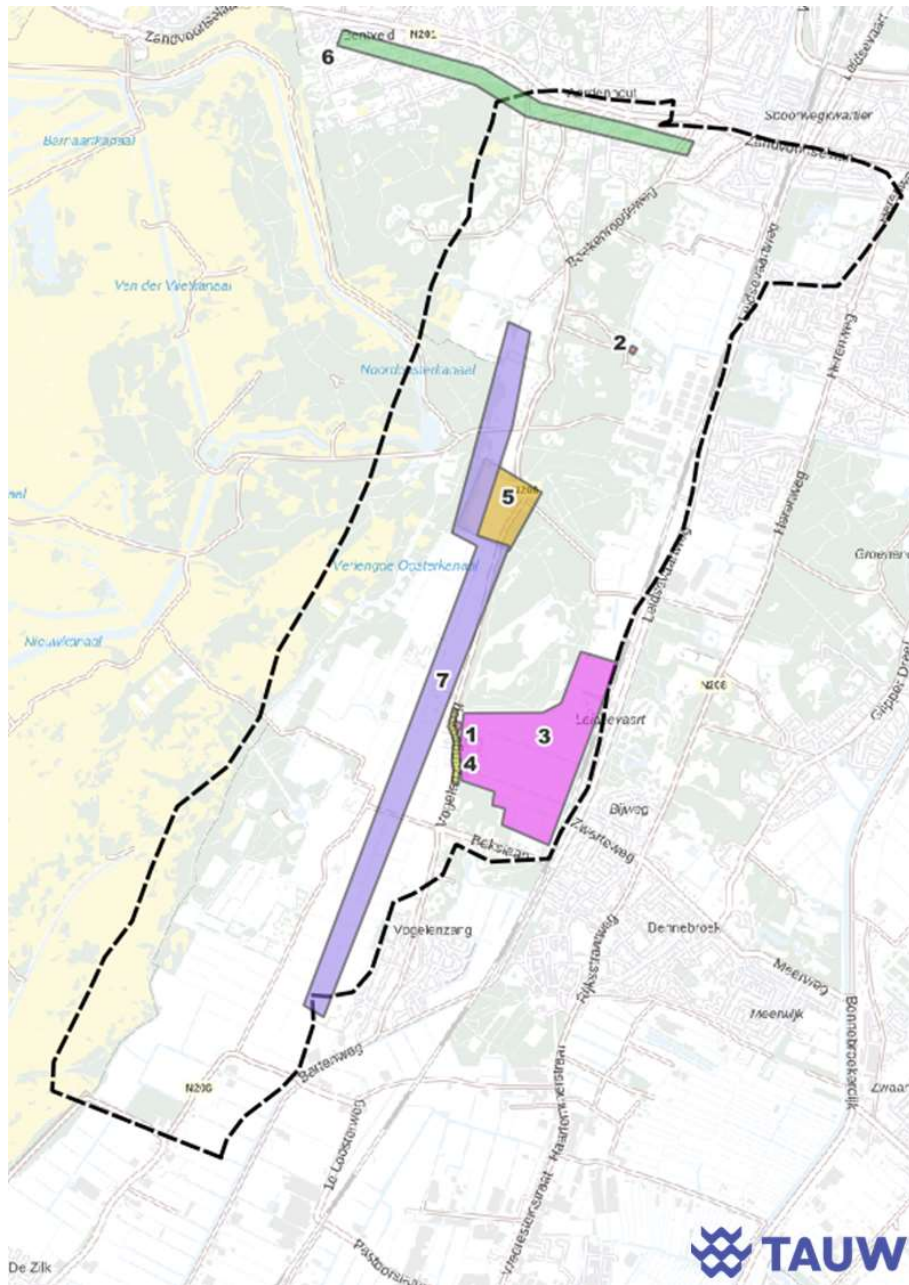
Waarnemingen en opmerkingen bewonerssessie



Nummer	Opmerking
1	Drainage met onderbemaling, drainage ligt op circa 80-90 cm onder het maaiveld
2	Bollen
3	Gemaal: in de zomer vrije afvoer op boezempeil, van 1 okt tot 1 apr staat het gemaal aan op peil van circa 0,75
4	Bemeten onderbemaling, bij 30 mm neerslag moet er dubbel zo veel water weggepompt worden
5	Gezamenlijke zorg van landgoedeigenaren voor afkalving oever door pleziervaart
6	In het noorden toepassing van beregining uit het oppervlaktewater
7	Veenlagen in de ondergrond
8	Beeld van grondeigenaren: enorme wegzijging naar ondergrond, zelfs in huidige situatie. Pompen nodig om op peil te houden
9	Grondwater zakt meer dan 2 meter uit (14/10/2020)
10	Sloot staat droog (maart 2023)
11	Beeld onduidelijk over aanvoerregime, waarschijnlijk om het aantal uur pomp aan/pomp uit
12	Aanvoerregime onbekend, om het aantal uur pomp aan/pomp uit
13	Nat
14	Nat
15	Bij droogte kan stuw met plank omhoog gezet worden
16	Drain met mogelijkheid tot onderbemaling. Wordt alleen bij calamiteiten toegepast
17	Natte gronden
18	Watergang in de zomer droog
19	In huidige situatie veel dagzomend grondwater in lage delen, plassen op maaiveld
20	Drainage met onderbemaling, onder de 150 m ³ /uur
21	Onderbemaling 60 m ³ /uur
22	Drainage met onderbemaling, drainage 80-90 cm onder maaiveld
23	Bijna altijd droog
24	Natuurlijke waterpartij (mei 2024), 1 meter hoger dan normaal. Grondwaterpomp voor beregening, normaal meerdere maanden per jaar beregenen
25	Water in kruipruimte, drains rondom bebouwing sinds 2 jaar, plaatselijke peilbuizen ter monitoring
26	Waterpeil stabiel
27	Natte zone
28	Erg natte zone, momenteel (mei 2024) extreem nat, monumentale bomen
29	Drainage met pompput, zit debietmeter op
30	Snel droog, gevoel dat het droger is dan anderhalfjaar geleden
31	Drainage
32	Vette bodemlaag, beetje zavelachtig, minder droog
33	2018 duiker vernieuwd, helpt in de afvoer
34	Diverse woningen met wateroverlast, ligging van voormalige duinrel die niet meer goed afwatert
35	Stuw?
36	Behoorlijk nat perceel
37	Verbinding is dicht
38	Droog land
39	Natte kelder momenteel

Vogelenzang

Kansen, wensen en knelpunten



Nummer	Opmerking	Categorie
1	Aanvoer van lekwater of water uit winning Amsterdamse Waterleidingduinen in plaats van boezemwater	Kans
2	Aanvoer van lekwater of water uit winning Amsterdamse Waterleidingduinen in plaats van boezemwater	Kans
3	Apart peilvak van maken	Wens
4	Eventueel kwelscherm plaatsen	Kans
5	Peilvak opknippen op basis van lokale situatie	Wens
6	Herstel voormalige duinrel	Kans
7	Lokaal aanpassen van stuwpeil (door landeigenaren) kan bovenstrooms tot problemen leiden	Knelpunt

Bijlage 3

Overzicht verzamelde informatie gebiedsbijeenkomsten mei/juni 2024 deelgebied Westelijk Tuinbouwgebied

Op 30 mei heeft een gebiedsbijeenkomsten plaatsgevonden voor het deelgebied Westelijk Tuinbouwgebied, waarbij alle eigenaren met meer dan 1 hectare grond door de provincie waren uitgenodigd. Tijdens deze bijeenkomsten zijn de conceptresultaten van deze hydrologische systeemanalyse toegelicht, besproken en verrijkt met detailinformatie. Daarnaast heeft op 10 juni een inloopbijeenkomst plaatsgevonden voor geïnteresseerden, waarbij de conceptresultaten ook zijn toegelicht. Uit deze bijeenkomsten is nadere informatie over het watersysteem verzameld, welke in deze bijlage op een kaartbeeld met toelichtende tabel zijn weergegeven. Daarnaast zijn kansen, wensen en knelpunten aangedragen, welke eveneens in deze bijlage op kaartbeeld met toelichtende tabel zijn opgenomen. Met nadruk wordt hierbij gemeld dat het gaat om informatie die door bezoekers van de gebiedsbijeenkomsten zijn aangedragen en niet nader in het veld zijn geverifieerd.

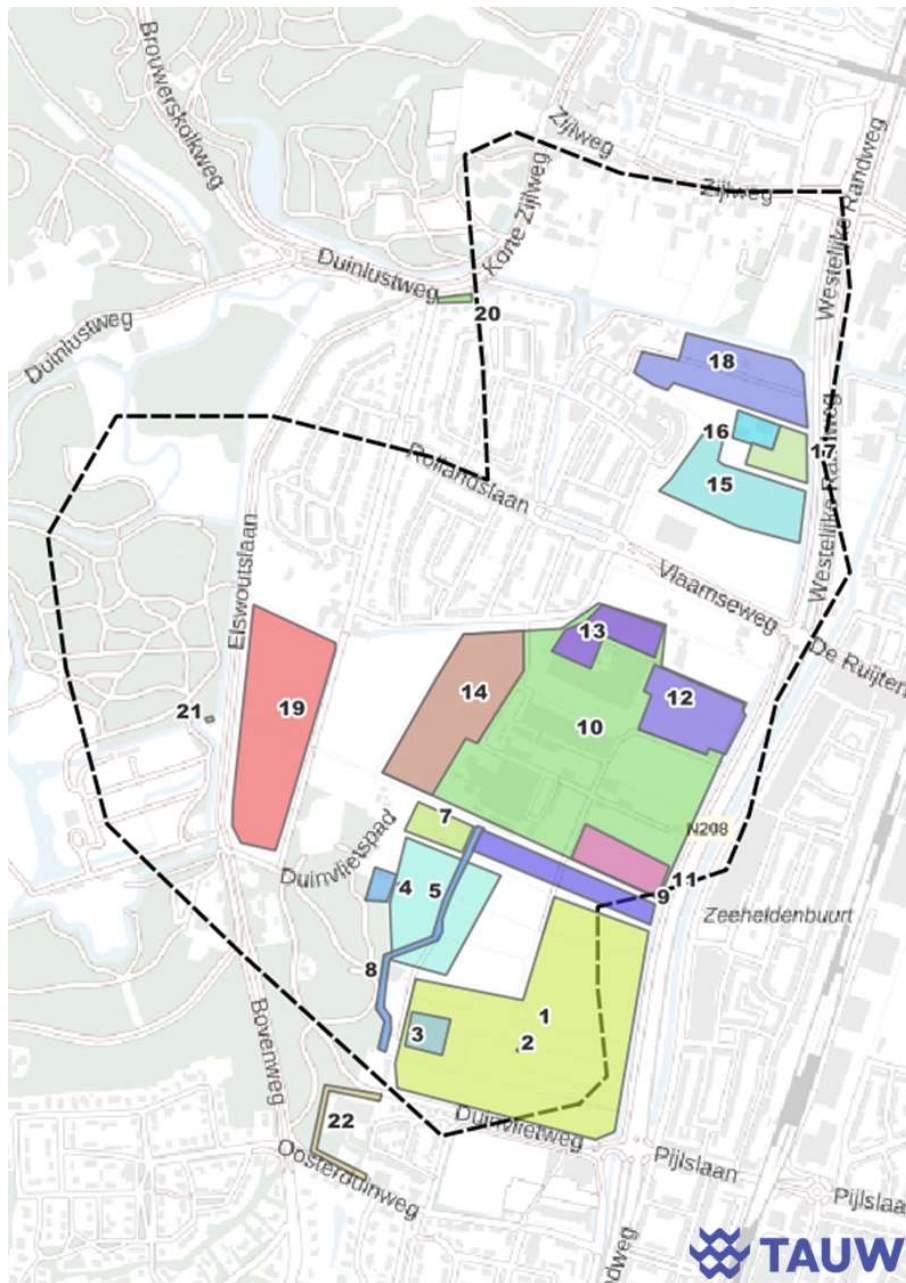
Een beknopte samenvatting van de kansen, wensen en knelpunten aangedragen door bezoekers van de gebiedsbijeenkomsten is hieronder weergegeven:

De zanderijvaart heeft hetzelfde peil als de boezem. Hierdoor ontwaterd deze vaart het duingebied. Om meer water vast te houden kan eenvoudig een extra stuw geplaatst worden aan het eind van de zanderijvaart, welke in delen van het jaar een hoger peil heeft dan de boezem. Wellicht is het ook mogelijk om het stuwpeil van het Brouwerspark en landgoed Elswout in bepaalde periode van het jaar te verhogen om meer water vast te houden.

Aan de zuidkant van het gebied heeft in de overgang van de duinen en polder mogelijk een duinrel gelegen. Dit blijkt uit historische kaartbeelden uit 1850-1900. Wellicht kunnen deze duinrellen worden hersteld en kan dit eveneens bijdragen aan het voorkomen van grondwateroverlast bij de woningen die in deze zone zijn gelegen.

Westelijk Tuinbouwgebied

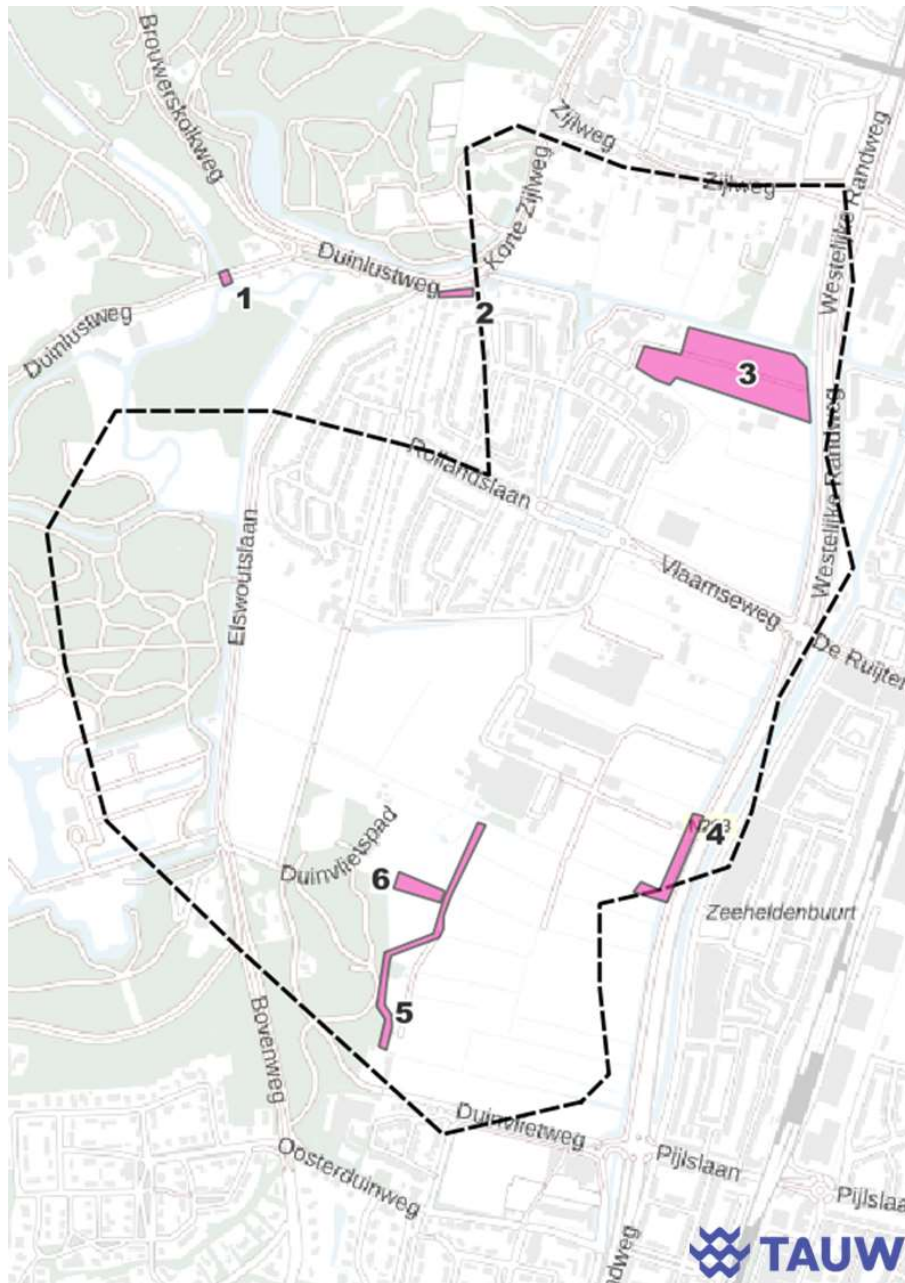
Waarnemingen en opmerkingen bewonerssessie



Nummer	Opmerking
1	Drainage, onderbemaling, niet meer in gebruik, percelen opgekocht door provincie, afspraak hoogheemraadschap/provincie minder schouw uitgevoerd
2	Bron, tot 30 meter min maaiveld, artesisch water
3	Teeltlaag 3,5 meter, dan veenzand 1 meter, klei vanaf 7 meter
4	Regelmatig water in de kelder, monumentale bomen
5	Geen drainage aanwezig, variatie in natheid
6	Mogelijk duiker verstopt
7	Natuurbestemming, natuurlijk peil aanwezig, hoger dan polderpeil, geen water inlaat
8	Lijkt oude duinrel gebaseerd op kaart uit 1880
9	Vaste planten, drainage met onderbemaling
10	Hele zomer beregining vanuit oppervlaktewater, afhankelijk van teelt
11	Drainage met onderbemaling
12	Drainage met onderbemaling
13	Drainage met onderbemaling
14	Vaste planten, drainage met onderbemaling, drainage op +/- 80 cm
15	Wij telen groenten, stadslandbouw, vermoedelijk drainage met onderbemaling aanwezig, doet het niet, beregining uitgesloten
16	Bebouwing last van grondwater, extra drainage aangelegd
17	Drainage naar sloot, anders te nat
18	Natuur, is aan het verwilderen, in oostelijk deel zeer nat (bijna rietland)
19	Graslanden in beheer van landgoed Elswout
20	Fluctuaties in peil, soms fluctuaties om de paar dagen
21	Jaarrond afvoer
22	Herstelde duinrel

Westelijk Tuinbouwgebied

Kansen, wensen en knelpunten



Nummer	Opmerking	Categorie
1	Stuw plaatsen om water vast te houden	Kans
2	Mogelijk problemen aanvoer/afvoer water	Knelpunt
3	Kans voor ontwikkeling NNN-doelen	Kans
4	Mogelijke beïnvloeding boezemwaterkwaliteit, middels onderzoek doen naar waterkwaliteit	Knelpunt
5	Herstel voormalig duinrel	Kans
6	Afvoer van water verbeteren, eventueel stroomafwaards gelegen onderbemaling weer aanzetten om grondwateroverlast te voorkomen	Wens

Bijlage 4 Overzicht verzamelde informatie gebiedsbijeenkomsten mei/juni 2024 deelgebied Santpoort

Op 30 mei heeft een gebiedsbijeenkomsten plaatsgevonden voor het deelgebied Santpoort, waarbij alle eigenaren met meer dan 1 hectare grond door de provincie waren uitgenodigd. Tijdens deze bijeenkomsten zijn de conceptresultaten van deze hydrologische systeemanalyse toegelicht, besproken en verrijkt met detailinformatie. Daarnaast heeft op 12 juni een inloopbijeenkomst plaatsgevonden voor geïnteresseerden, waarbij de conceptresultaten ook zijn toegelicht. Uit deze bijeenkomsten is nadere informatie over het watersysteem verzameld, welke in deze bijlage op een kaartbeeld met toelichtende tabel zijn weergegeven. Daarnaast zijn kansen, wensen en knelpunten aangedragen, welke eveneens in deze bijlage op kaartbeeld met toelichtende tabel zijn opgenomen. Met nadruk wordt hierbij gemeld dat het gaat om informatie die door bezoekers van de gebiedsbijeenkomsten zijn aangedragen en niet nader in het veld zijn geverifieerd.

Een beknopte samenvatting van de kansen, wensen en knelpunten aangedragen door bezoekers van de gebiedsbijeenkomsten is hieronder weergegeven:

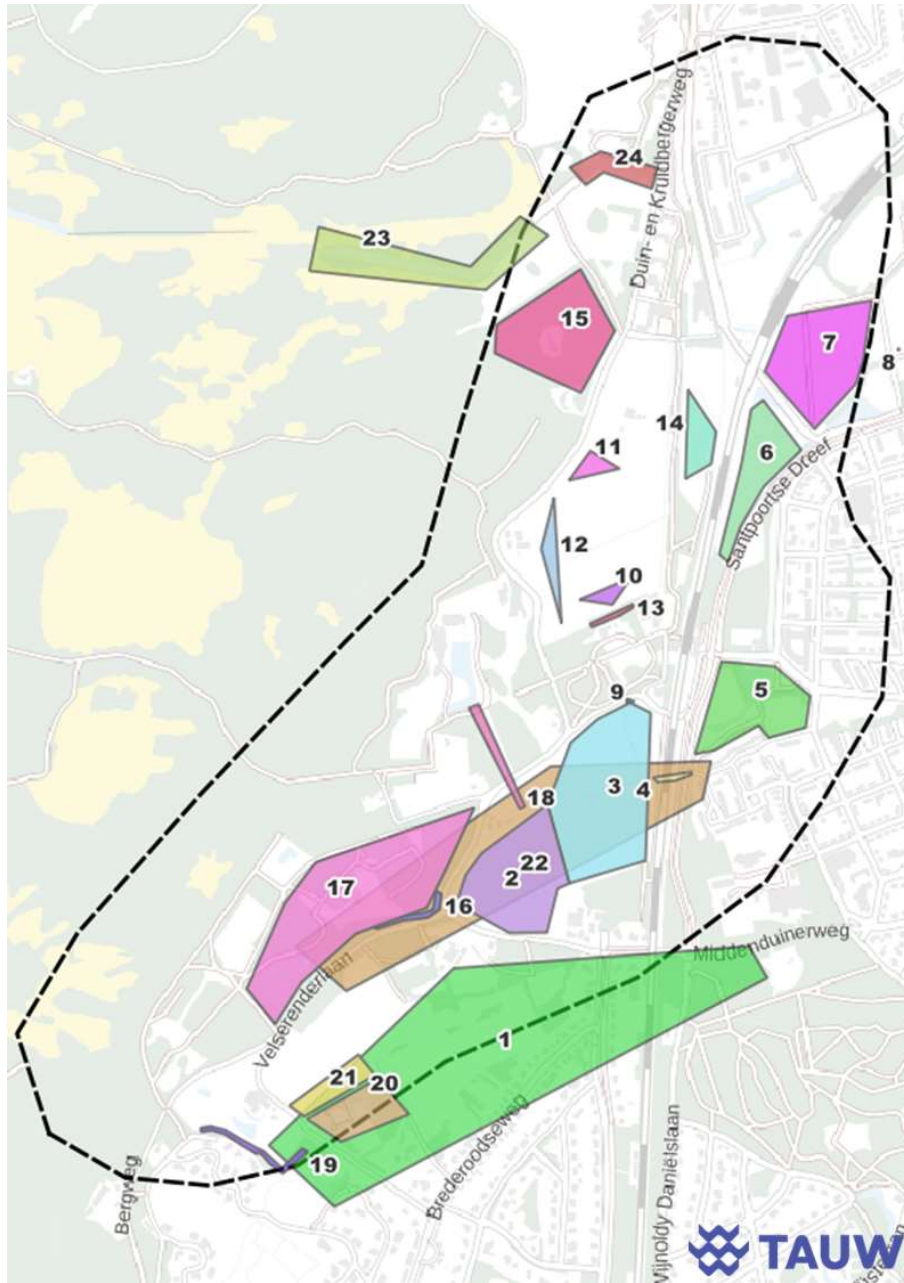
Op enkele locaties kan de bestaande oppervlaktewaterstructuur enigszins worden aangepast, waardoor wateroverlast voor het huidige gebruik (paardenhouderij) kan worden verminderd.

Verder bestaat de mogelijkheid om voormalige duinrellen weer te herstellen, cq op meer natuurlijke wijze te laten afvoeren. Vooral in het zuidelijk deel liggen hier mogelijkheden. Watergangen zijn hier cultuurtechnisch ingericht (relatief diep). Hier liggen kansen voor verbetering.

Daarnaast heeft de gemeente Velzen in de zone ten noorden van Santpoort Noord voor ogen als verder te ontwikkelen gebied. De invulling hiervan is nog onduidelijk, maar er zijn al een aantal gronden in eigendom, waaronder de bollenpercelen met drainage en onderbemaling. Hier liggen daarmee kansen om de drainage en onderbemalingen te verminderen, waardoor er minder grondwater uit het gebied wordt afgevoerd.

Santpoort

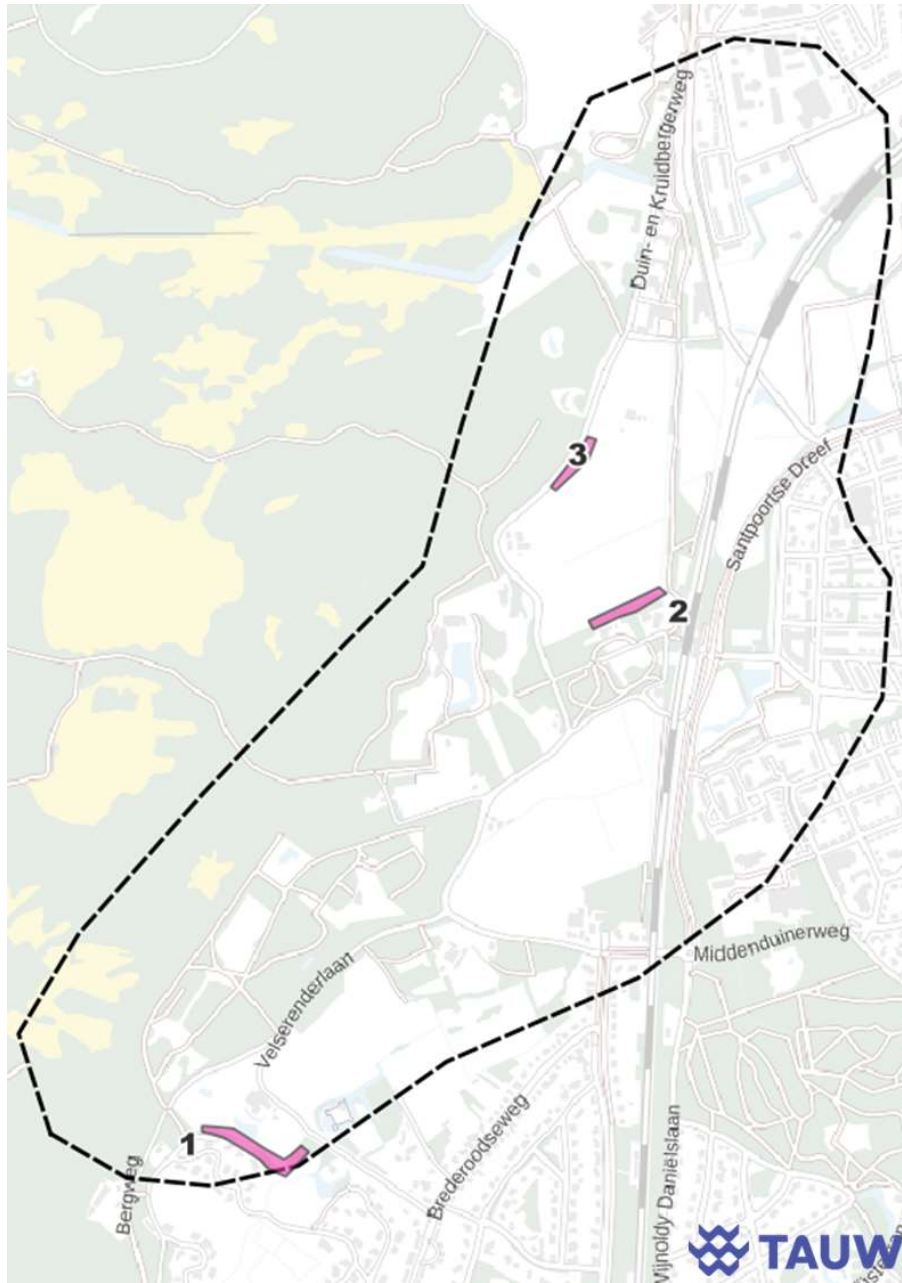
Waarnemingen en opmerkingen bewonerssessie



Nummer	Opmerking
1	Waterstroom valt soms droog
2	Blijft watervoerend, ook in droge zomers
3	Zwarte grond, altijd vochtig, zomers goed bereikbaar
4	Nieuwe duiker met goede afvoer, valt nooit droog
5	Wens om als natuur in te richten, deels gerealiseerd
6	Drainage met onderbemaling (pomp), gemeentegrond pacht
7	Drainage met onderbemaling (pomp), gemeentegrond pacht
8	Bereginingsput
9	Put voor veedrinking
10	Natte zone, klopt met beeld systeemanalyse
11	Natte zone, klopt met beeld systeemanalyse
12	Droge zone, paarden moeten 365 dagen buiten, gemeentegrond
13	Doodlopende sloot, geen afvoer
14	Greppels, nat perceel, alleen zomer paarden
15	Was bollengrond, nu natuur, staat lang onder water
16	Watergang dichtgegroeid, vermoedelijk weinig afvoer
17	Grasland geweest, nu natuur van natuurmonumenten
18	Duiker 15 jaar geleden aangelegd
19	Mogelijk voormalig duinrel, onduidelijk of het functioneert
20	Relatief diepe watergangen
21	Drainage en evenemententerrein, zomers wateraanvoer drainage
22	Zanderig, droger, bevestigd beeld systeemanalyse
23	Dode arm, geen afvoer
24	Dode arm, geen afvoer

Santpoort

Kansen, wensen en knelpunten



Nummer	Opmerking	Categorie
1	Herstel duinrel	Kans
2	Dode watergang verbinden, afvoer mogelijk maken	Wens
3	Watergang aanleggen voor ontwatering	Wens