

# Ontwerpnota

**Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L]  
KRW-ZN DP-10 - Wp-3.1  
Rijkswaterstaat**

14 juli 2023 - Public

## Contactpersoon

**ARCADIS NEDERLAND B.V.**

Arcadis Nederland B.V.  
Postbus 220  
3800 AE Amersfoort  
Nederland

---

# Inhoudsopgave

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>  | <b>4</b>  |
| 1.1      | Aanleiding  | 4         |
| 1.2      | KRW-opgave  | 5         |
| 1.3      | Geulen Doornwaard (zuid)  | 6         |
| <b>2</b> | <b>Het doorlopen ontwerpproces</b>                              | <b>9</b>  |
| <b>3</b> | <b>Het ontwerp</b>  | <b>11</b> |
| 3.1      | Kenmerken   | 11        |
| 3.2      | Ontwerpbesluiten  | 13        |
| 3.2.1    | Scope   | 13        |
| 3.2.2    | Zonering  | 13        |
| 3.2.3    | Impact van klimaatverandering                                   | 14        |
| 3.2.4    | Maatregelspecifieke ontwerpbesluiten                            | 14        |
| 3.3      | Raakvlakken   | 18        |
| 3.4      | Vergunningsontwerp  | 19        |
| 3.4.1    | Ontwerpbeschrijving   | 19        |
| 3.4.2    | Grondstromen  | 20        |
| 3.4.3    | Habitatontwikkeling en beheervisie                              | 20        |
| 3.4.4    | Rivierkundige beoordeling                                       | 20        |
| 3.5      | Bijdrage doelbereik   | 21        |
|          | <b>Geraadpleegde literatuur</b>                                 | <b>22</b> |
|          | <b>Bijlagen</b>   |           |
|          | <b>Bijlage A Ontwerptekening</b>                                | <b>23</b> |
|          | <b>Bijlage B Specifieke doelecotopen voor het riviertraject</b> | <b>24</b> |
|          | <b>Bijlage C Landschappelijk ecologische systeemanalyse</b>     | <b>33</b> |
|          | <b>Bijlage D Aquatisch-ecologisch onderzoek</b>                 | <b>41</b> |
|          | <b>Bijlage E Bufferzones langs KRW-maatregelen KRW-ZN</b>       | <b>42</b> |
|          | <b>Colofon</b>  | <b>43</b> |

# 1 Inleiding

Voor u ligt de ontwerpnota van de KRW-maatregel Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L], gelegen in de Afgedamde Maas, als onderdeel van het waterlichaam Benedenmaas. In deze ontwerpnota beschrijven wij de aanleiding voor deze maatregel (dit hoofdstuk), het doorlopen proces om tot dit ontwerp te komen (hoofdstuk 2) en het ontwerp voor deze maatregel (hoofdstuk 3). In de bijlagen vindt u respectievelijk de ontwerptekening, specifieke doelecotopen voor het riviertraject, de uitgebreide Landschapsecologische systeemanalyse (die de huidige waarden en kenmerken van het landschap beschrijft) en de beoogde grondstromen.

Deze ontwerpnota is een bijlage bij het projectbesluit voor de maatregelen in de Afgedamde Maas. De opgestelde achtergrondrapporten vanuit de conditionerende aspecten (onder meer archeologie, milieuhygiënisch bodemonderzoek) maken (net als deze ontwerpnota) deel uit van het maatregeldossier.

## 1.1 Aanleiding

### ***Kaderrichtlijn Water: Europese afspraken om de waterkwaliteit te verbeteren***

Schoon oppervlaktewater is een essentiële randvoorwaarde voor planten en dieren om te kunnen leven. Bovendien biedt het voor de mens een aantrekkelijke leefomgeving. Daartoe hebben de lidstaten van de Europese Unie in 2000 de Kaderrichtlijn Water (KRW) vastgesteld. Doel van de KRW is dat al het water in Europa in 2027 schoon en gezond is.

De KRW-richtlijn bepaalt dat de wateren een goed leefgebied moeten vormen voor de planten en dieren die er van nature thuishoren. De KRW-opgave is het verbeteren van de chemische en ecologische kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Dit geldt voor al het water in Nederland, waarbij Rijkswaterstaat verantwoordelijk is voor het verbeteren van de kwaliteit van het water in de grote rivieren. De KRW kent drie uitvoeringsperioden: 2009-2015; 2016-2021 en 2022-2027. Uiterlijk in 2027 moeten de doelen voor schoon en gezond water zijn gehaald of moeten op zijn minst alle maatregelen zijn genomen om dit mogelijk te maken. Bij het niet halen van de KRW-doelen kan het Europese Hof van Justitie boetes opleggen.

### ***KRW in Nederland***

In Nederland is de minister van Infrastructuur en Waterstaat verantwoordelijk voor de uitvoering van de KRW. Om de KRW-doelstellingen te behalen werkt de minister nauw samen met andere overheden, zoals provincies, waterschappen en gemeenten. Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het verbeteren van de kwaliteit van het water in de grote rivieren, waaronder ook de Maas. Om de ecologische kwaliteit van het water in de Maas te verbeteren heeft Rijkswaterstaat het programma KRW Zuid-Nederland (KRW-ZN) opgezet. Het programma KRW-ZN bestaat uit verschillende typen maatregelen: herinrichting van oevers, uiterwaarden en beekmondingen. Hiermee kunnen verdwenen leefgebieden van waterplanten en -dieren in en langs de Maas weer zoveel mogelijk worden teruggebracht.

## 1.2 KRW-opgave

De Benedenmaas (NL94\_5) is ca 4200 hectare groot en is getypeerd als het natuurlijk watertype R8 'Zoet getijdenwater (uitlopers rivier) op zand/klei' (RWS Waterdienst, 2012). De ligging is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1 Ligging waterlichaam Benedenmaas (RWS Waterdienst, 2012)

De ecologische doelstellingen van de Benedenmaas zijn bepaald op basis van de toestand voorafgaand aan de start van de KRW én een inschatting van de effectiviteit van de (mogelijk) te nemen individuele maatregelen. Deze maatregelen zijn vastgesteld met een expertgroep van RWS en dragen bij aan het oplossen van de volgende knelpunten: leefgebied, schoon water en verbindingen (RWS Waterdienst, 2012). Met name voor vissen (en macrofauna) is verbetering van de biodiversiteit nodig in het waterlichaam Benedenmaas (geen verdere detailinfo beschikbaar voor specifiek de Afgedamde Maas). Specifiek voor de Afgedamde Maas bestaat de opgave uit het aanleggen van ([www.waterkwaliteitsportaal.nl](http://www.waterkwaliteitsportaal.nl)):

- 2,5 km geulen in het gebied (2e tranche)
- 8,5 km aan natuurvriendelijke oevers (3e tranche) of 4,25 km van geulen.

Deze maatregelen beogen een direct positieve invloed op de geschiktheid van de Benedenmaas voor migrerende vis, macrofauna en macrofyten (waterplanten). Hiernaast dienen de maatregelen bij te dragen aan het realiseren van een meer natuurlijke hydromorfologische inrichting van het riviertraject.

Het watertype R8 wordt gekenmerkt door de invloed van het getij. Deze invloed uit zich in een dagelijkse waterstandswisseling. Op ondiepe wateren heeft het getij meer effect dan op diepe wateren. De intergetijdenzone is de tweemaal daags droogvallende zone. De levensgemeenschap van deze zone bestaat uit soorten die zijn aangepast aan de invloed van getijbeweging. Dit betekent aanpassing aan tijdelijke droogval, variaties in stroming en aan instabiele substraten. De geconstateerde knelpunten binnen het type R8 zijn met name een gebrek aan:

- Paai- en opgroeimogelijkheden voor jonge (reofiele) vissen;
- Groeimogelijkheden voor oeverplanten en waterplanten;
- Diverse habitatniches voor kenmerkende soorten macrofauna die leven in of op de bodem of sediment of in de oeverzone op hout of vegetatie.

Voor meer inhoudelijke details over de totstandkoming van de opgave van de Benedenmaas wordt verwezen naar het Brondocument waterlichaam Benedenmaas (RWS Waterdienst, 2012).

Het natuurlijke systeem van de Afgedamde Maas kende voor 1900 forse getijdedynamiek en stromingsdynamiek en had geulstructuren. Toen was de Afgedamde Maas nog een actieve rivier. Door het afsluiten van deze Maas-arm en het afsluiten van het Haringvliet in 1970, is nu enkel sprake van beperkte getijdenwerking. Gezien deze achtergrondsituatie leent het aanleggen en/of herstel van (kwel)geulen zich als basis voor het ontwerp van KRW-maatregelen die recht doen aan de ecologische verbetering én het systeemherstel. Specifiek:

- Geul met intergetijdzone: aquatische ecotopen gekoppeld aan beperkte getijdenwerking met natuurlijke oeverzones (voorheen riet- en biezengorzen);
- Geïsoleerde geul (rivierbegeleidend water). Een niet aangetakte geul past in dit riviertraject vanwege oude geulstructuren.

Vanuit deze mogelijkheden zijn binnen de Afgedamde Maas zoekgebieden bepaald voor KRW-maatregelen.

### **Zoekgebieden Afgedamde Maas**

Bij het bepalen van de zoekgebieden zijn alle uiterwaarden van de Afgedamde Maas op hun potentie beoordeeld. Veel plekken zijn afgevalen door aanwezige andere waarden of belemmeringen. Denk hierbij aan:

- Aanwezige bebouwing of waterkerende functie of andere bestaande bestemming die niet te combineren valt met een KRW-maatregel. Bijvoorbeeld natuurontwikkeling nabij kasteel Nederhemert;
- Aanwezige aardgastransportleiding die niet in te passen valt in een ontwerp, waardoor een verlegging tot onacceptabele maatschappelijke kosten zou leiden;
- Vergunde of ver ontwikkelde andere ruimtelijke plannen waarmee een KRW-maatregel strijdig is. Bijvoorbeeld het provinciale inrichtingsplan Doornwaard (2019);
- Er is op die plek al een KRW-maatregel gerealiseerd in een eerdere tranche. Bijvoorbeeld de noordelijke geul in de Doornwaard en een geul in de Waard van Nes (2e tranche);
- De plek is al natuurvriendelijk, waardoor een KRW-maatregel geen waarde meer toevoegt. Zo zijn de oevers natuurvriendelijk ingericht (niet in steenbestorting of verdedigd) en behoeven geen verdere inrichting.

Hierna is binnen het overgebleven gebied gekeken naar plekken die geschikt zijn voor KRW-maatregelen. Denk aan:

- De ligging van oude geulstructuren. Deze zijn bepaald op basis van geomorfologische kaarten en de hoogteligging. Op deze plekken kan een maatregel aansluiten op de vroegere functie van de rivier en wordt extra afgraven voorkomen;
- Een bestaande watergang of plas, waar met aanpassingen meer ecologische diversiteit kan worden bereikt. Denk aan het Zwin (oude geulstructuur) en de zandwinplas in de Doornwaard.

Om deze plekken goed op waarde te schatten is een veldbezoek uitgevoerd om de bestaande structuren én ecologische kwaliteit te beoordelen. Dit heeft geleid tot de selectie van drie zoekgebieden:

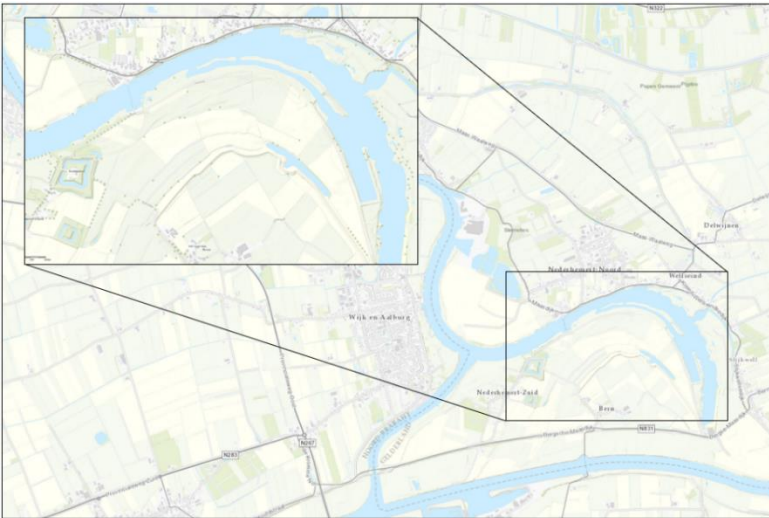
- Poederrijense Waard
- Slijkwellsewaard
- Doornwaard

Deze ontwerpnota gaat in op het ontwerp voor de maatregel Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L].

## **1.3 Geulen Doornwaard (zuid)**

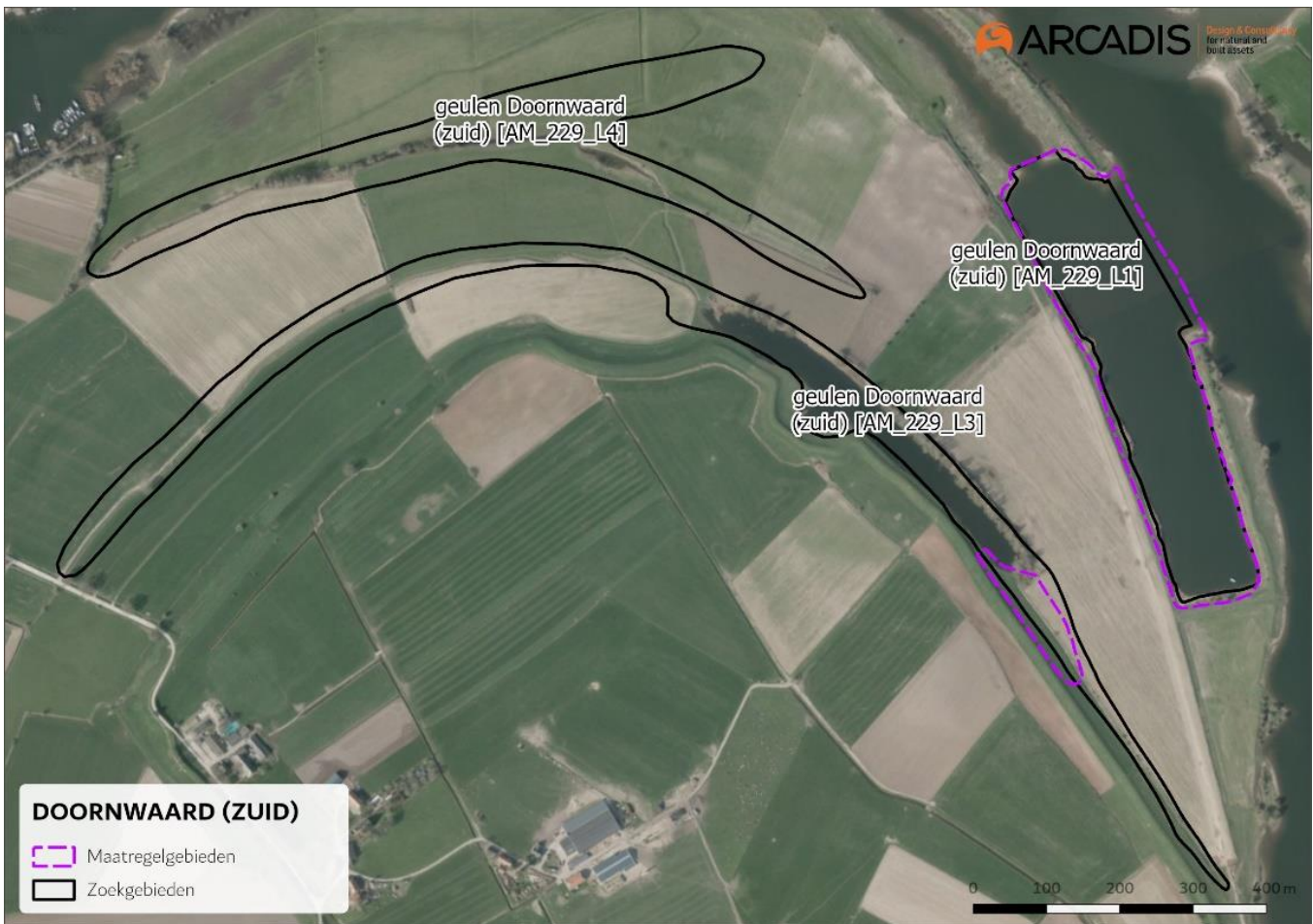
De Doornwaard ligt aan de linkeroever van de eerste grote meander ten noorden van de afsluitende dam bij Ammerzoden (rivierkilometer 228.8 – 231.7, zie Figuur 2).





Figuur 2 Ligging Doornwaard

In navolgende figuur is de ligging van zoek- en maatregelgebied van de KRW-maatregel opgenomen



Figuur 3 Zoek- en maatregelgebieden Geulen Doornwaard (zuid)

In Figuur 3 toont de verschillende deelgebieden waaruit de maatregel Doornwaard bestaat en uit bestaan heeft. Gedurende het ontwerpproces zijn bepaalde deelgebieden afgevallen of aangepast. De onderbouwing voor deze aanpassingen komt terug in de tabellen met de ontwerpbesluiten (zie paragraaf 3.2). De zoekgebieden, zwart omlijnd, zijn alle deelgebieden waar kansen voor natuur aanwezig waren binnen maatregel Geulen Doornwaard. De maatregelgebieden, paars omlijnd, geven de deelgebieden (of delen van) weer die uitgewerkt zijn in het ontwerp. Dit zijn “Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L1\_Plas]” en “Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L3\_Zwin]”.

**Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L1\_Plas]** – Deze maatregel bestaat uit de realisatie van een getijdengeul en verbetering van de monding van de gerealiseerde KRW-geul tussen rkm 229.2 en 229.9. De voormalige zandwinplas, ter hoogte van rkm 229.2 en 229.9 wordt deels getransformeerd tot getijdengeul tussen rkm 229.2 en 229.5. Het overige deel van de zandwinplas, met uitzondering van de instroom vanuit de Maas en de gerealiseerde KRW-geul, blijft behouden;

**Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L3\_Zwin]** - Deze maatregel bestaat uit de verlenging van de geïsoleerde geul “het Zwin” met circa 200 m tussen rkm 229.1 en 229.3.

**Plangebied, projectgebied, zoekgebied en maatregelgebied:** Om deze nota en het bijbehorende projectbesluit goed te kunnen lezen, is kennis van de volgende definities van belang:

**Plangebied** – het plangebied is het gebied waarop het projectbesluit betrekking heeft. Het betreft het gebied dat na uitvoering van het projectbesluit wijzigt.

**Projectgebied** – het projectgebied is het gebied waarvoor de aanleg en het beheer en onderhoud benodigde maatregelen (tijdelijke en permanente werkzaamheden) plaatsvinden.

**Zoekgebied** – het gebied waarbinnen is gezocht naar de mogelijkheden voor een KRW-maatregel vanuit de beoogde doelen voor het betreffende riviersysteem.

**Maatregelgebied** – het gebied waarbinnen het SO valt. Binnen dit maatregelgebied zijn de conditionerende veldonderzoeken uitgevoerd.



## 2 Het doorlopen ontwerpproces

Het ontwerp dat in deze nota gepresenteerd is, is het resultaat van een iteratief ontwerpproces bestaande uit verschillende stappen waarbij op basis van ontwerpbeslissingen, gehonoreerde wensen uit de omgeving en uitkomsten van conditionerende onderzoeken wijzigingen zijn doorgevoerd in het ontwerp: van SO naar SO+ naar SO++. Dit betekent dat bij eventuele tegenstrijdigheden tussen de SO, SO+ of SO++ het gestelde in de hoogste versie van het ontwerp (SO++) van toepassing is.

De verschillende stappen zijn hierna op hoofdlijnen toegelicht. In hoofdstuk 3 komen de ontwerpstappen in meer detail aan bod.

### ***Fysieke en biotische kenmerken van het gebied – de basis***

Op basis van verschillende landschapsecologische bouwstenen en een oriënterend veldbezoek hebben we een Landschapsecologische Systeemanalyse (LESA) opgesteld (zie paragraaf 3.1 en bijlage C). Allereerst zijn op basis van abiotische systeemeigenschappen de logische plekken voor mogelijke KRW-maatregelen bepaald. Aan de hand van de gebiedseigen kenmerken is een eerste inschatting gemaakt van de haalbaarheid van natuurontwikkeling voor een gebied in het algemeen (zowel droge als natte natuur) en de KRW-doelen (natte natuur) in het bijzonder. Hierbij is gebruik gemaakt van de ecotopengids van het Rivierengebied (Arcadis & Bureau Waardenburg, 2021).

Vervolgens zijn de aanwezige waarden in beeld gebracht die een rol kunnen spelen bij het behalen van de natuurdoelen. Hiervoor zijn bureaustudies uitgevoerd voor onder meer archeologie, bodemkwaliteit, ontplofbare oorlogsresten (ook bekend als 'niet gesprongen explosieven' of NGE). Op basis van deze informatie is voor het gebied een ecologische visie opgesteld. Voor de KRW-doelen is deze visie verder uitgewerkt tot een voorlopig SO. Hierbij is uitgegaan van de inrichtingsprincipes van Smart Rivers en de door Rijkswaterstaat aangeleverde achtergronddocumenten. Het voorlopige SO is vervolgens beoordeeld op de Smart Rivers inrichtingscriteria en een globale KRW-toets, die is uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Waar nodig is het SO op de uitkomsten van beide toetsen aangepast.

### ***Ontwerpsessie 1***

Vervolgens is het SO aan direct belanghebbenden gepresenteerd in een eerste ontwerpessie op 3 juli 2019. In deze sessie zijn knelpunten voor het ontwerp toegelicht die uit de conditionerende onderzoeken zijn opgehaald. In de ontwerpessie is gesproken over belangen en aandachtspunten, en zijn wensen en eisen ten aanzien van het ontwerp opgehaald. Rijkswaterstaat heeft vervolgens afgewogen of deze wensen kunnen worden opgenomen in het ontwerp en heeft daarbij gekeken naar bijvoorbeeld technische maakbaarheid en beschikbaar budget. Alle wensen en eisen, zowel die zijn gehonoreerd als afgewezen, zijn teruggekoppeld naar de betreffende belanghebbenden tijdens een inloopbijeenkomst. Deze vond plaats op 21 juni 2021.

### ***Conditionerend veldonderzoek en ontwerpessie 2***

Hierna zijn in de volgende fase aanvullende conditionerende veldonderzoeken uitgevoerd voor

- Archeologie;
- Milieu hygiënisch bodemonderzoek;
- Soortgericht onderzoek Flora en Fauna;
- Ontplofbare Oorlogsresten;
- Geotechnisch onderzoek;
- Geohydrologisch onderzoek;
- Oriëntatiemelding Kabels en Leidingen.

In het SO+ zijn, naast de gehonoreerde wensen en eisen, de resultaten uit deze onderzoeken meegenomen. Het SO+ is daarna 2 december 2021 met (hoofdzakelijk dezelfde) belanghebbenden in een 2<sup>e</sup> Ontwerpsessie doorgenomen. Daarin zijn ook vragen beantwoord over eerder afgewezen of gehonoreerde wensen. Eventuele aanvullende wensen en eisen zijn daarna, indien ze door Rijkswaterstaat gehonoreerd zijn, in het ontwerp, het SO++ verwerkt.

***Doelbereik***

Om de kwaliteit van de ontwerpen te garanderen zijn op het SO++ een KRW-toets en een Smart Rivers kwaliteitstoets (SRK) uitgevoerd. De KRW-toets richt zich op de realisatie van de KRW-doelen van het waterlichaam en of het projectontwerp daar voldoende op toespitst. De SRK richt zich op de landschappelijke kwaliteit van het ontwerp, of de getroffen maatregelen op de juiste plek liggen en passend zijn binnen het riviertraject. De SRK-toetsing dient als extra kwaliteitsborging en validatie van het ontwerp. Hieruit volgt dat het ontwerp invulling geeft aan de beoogde doelen (KRW-toets).

***Vervolgproces***

Op basis van het SO++ zijn een grondbalans en een raming opgesteld. Daarna is het SO++ voorgelegd aan RWS en vastgesteld. Na publicatie van het ontwerp-projectbesluit volgt de aanbesteding van de realisatie.

## 3 Het ontwerp

### 3.1 Kenmerken

#### ***Kansen voor natuur***

In deze paragraaf zijn op basis van de LESA de kansen voor natuur binnen het zoekgebied van de maatregel beschreven. Voor de volledige LESA wordt verwezen naar bijlage C. Bij de beschrijving is gebruik gemaakt van de ecotopengids (Arcadis & Bureau Waardenburg, 2021). Daarnaast zijn de doel-ecotopen voor het relevante riviertraject opgenomen in bijlage B.

De Doornwaard is een uiterwaard gelegen in de binnenbocht van de Afgedamde Maas. In de huidige situatie is de Afgedamde Maas te beschouwen als een voormalige zandrivier met zwakke getijdebeweging (circa 0 cm). Het kent ook geen stroomvoerende functie meer. In de Doornwaard zijn oude stroomruggen, geulafzettingen en andere elementen die horen bij een meanderend rivierensysteem aanwezig. Aan de noordzijde ligt een eerder gerealiseerde KRW-maatregel in de vorm van een getijdengeul. Deze mondt aan de zuidzijde uit in een diepe zandwinplas. Daarnaast zijn twee oude geulrestanten aanwezig in de Doornwaard. Langs de dijk ligt het Zwin, een watervoerend restant van een geulrelict. Op de hoge oeverwallen zijn stroomdalgraslanden te vinden. Langs en in bestaande wateren bevinden zich natte ruigtes met rietvegetaties, zachthoutoibossen en waterplanten. De bestaande rivieroeveren van de Afgedamde Maas zijn natuurlijke oevers met zandstrandjes en behoeven daarom geen verdere inrichting om een bijdrage te leveren aan de KRW-doelen.

De kansen voor de natuur binnen het zoekgebied van de Doornwaard zijn te vinden rondom de bestaande elementen (Het Zwin en de zandwinplas) en in de twee oude geulrelicten. Rondom de zandwinplas (in het verlengde van de bestaande KRW-geul) zijn er kansen voor de ontwikkeling van getijdennatuur. Door het deels verondiepen van deze plas kan de intergetijdenzone worden uitgebreid.

Daarnaast bieden de laagdynamische kwaliteiten van het Zwin en de aanwezige geulrelicten goede aanknopingspunten voor geïsoleerde geulen. Ook geïsoleerde geulen leveren in dit systeem een bijdrage aan het behalen van de KRW-doelen, omdat een groot deel van de kenmerkende soorten van type R8 ook baat heeft bij stagnant water. Denk daarbij aan eurytope en limnofiele vissoorten, maar ook ondergedoken en drijfbladvegetatie.

De mogelijke maatregelen bestaan uit het uitbreiden van getijdengeulen door het (deels) verondiepen van de bestaande zandwinplas en het realiseren van geïsoleerde nevengeulen, al dan niet aansluitend op de bestaande elementen zoals het Zwin.

De kansen voor natuur bieden onder andere geschikt habitat voor meerdere gidssoorten van doelecotoop geïsoleerde geul. De bestaande rietkragen kunnen zich verder uitbreiden en de aanwezige gele plomp krijgt extra ruimte. Zodra zwanenmosselen voorkomen is de geïsoleerde geul geschikt voor de bittervoorn. Naast de zwanenmossels kan op termijn ook de bolle stroommossel verschijnen.

Daarnaast zijn er kansen voor het doelecotoop zoetwatergetijdengeul met bijbehorende gidssoorten. Langs de getijdengeul kan een brede rietkraag zich ontwikkelen. Het open water van de geul biedt plek voor de rivierprik en verschillende soorten stroommossels.

#### ***Aquatisch ecologisch onderzoek***

Uit recent landelijk onderzoek van het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) is gebleken dat diepe uiterwaardplassen niet per definitie een lage ecologische waarde hebben en dat verondiepen niet altijd leidt tot een verbetering van de ecologische kwaliteit. Een ecologische nulmeting helpt hierbij om inzicht te geven in het ecologisch potentieel en dient als uitgangspunt voor verdere natuurontwikkelingsmaatregelen. Bureau Waardenburg (2022, zie bijlage D) heeft een onderzoek uitgevoerd waarbij huidige fysische, biochemische en ecologische kenmerken van de plas in beeld zijn gebracht.

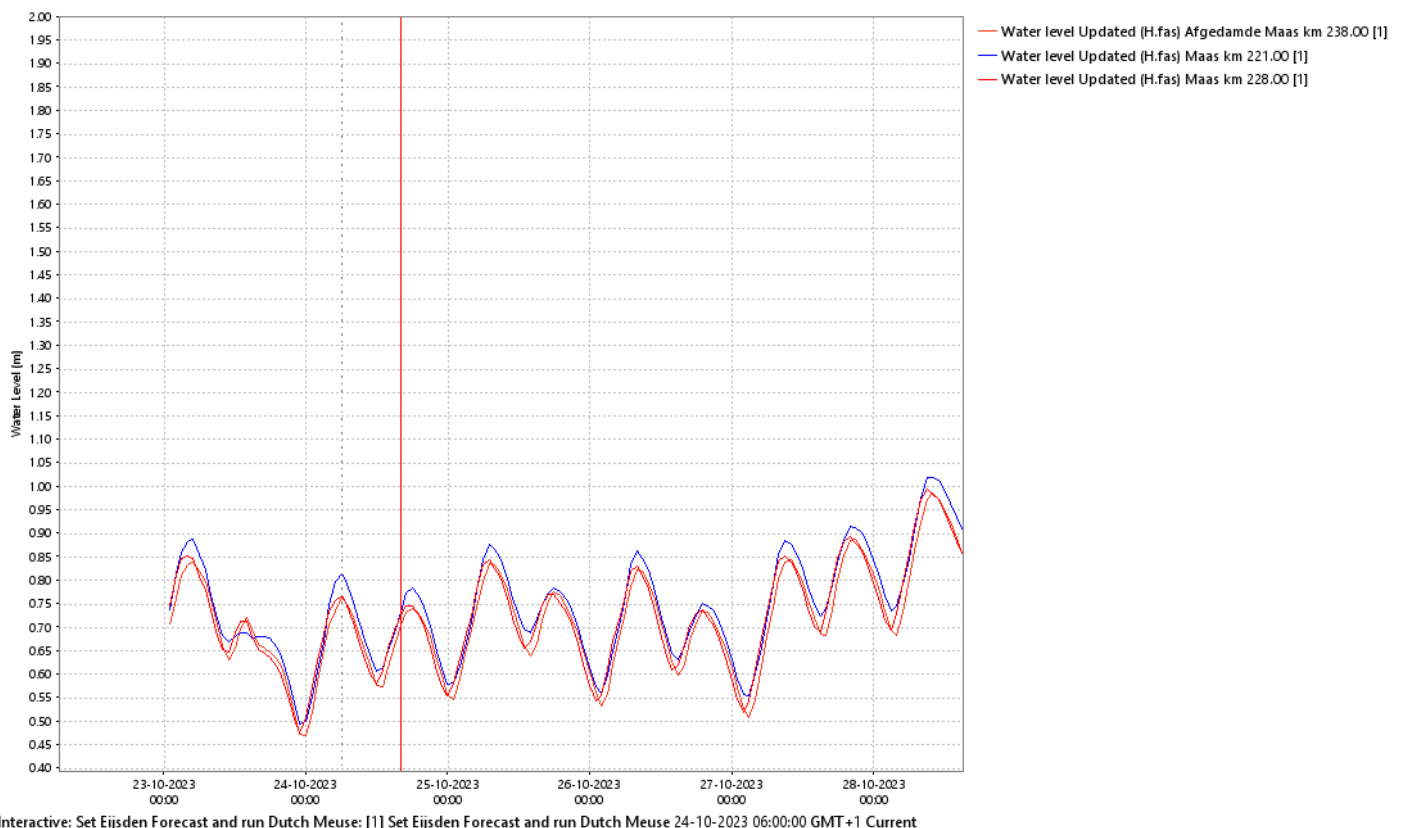
Uit dit onderzoek blijkt dat de zandwinplas zich kenmerkt door relatief smalle oeverzones die met een steil talud aflopen naar de bodem van de plas. De plas heeft een aantal diepere putten met een maximale diepte van -12,0 m NAP. De plas is in de zomer gestratificeerd waarbij de watertemperatuur sterk daalt rond de 5 – 6 meter diepte. Ook het zuurstofgehalte neemt af waardoor de plas vanaf 7 meter diepte zuurstofloos is. Het is belangrijk om de diepe

delen van de plas te behouden. Enerzijds dienen deze als slibval waarbij een groot deel van de nutriënten gebonden blijft en niet in het oppervlaktewater terecht komt. Anderzijds hebben deze diepe plekken een belangrijke functie als overwinteringsgebied voor vissen en een afkoelend effect op de ondiepe oeverzones in de zomer. Veel van de waargenomen waterplanten en vissoorten bevinden zich in de ondiepe oeverzones. Het is zinvol om de oevers en de overgang naar diepere delen geleidelijker te maken. Ook het aanbrengen van rivierhout in de plas is een waardevolle toevoeging.

### **(Geo)hydrologische uitgangspunten**

Bij de ontwerpen is rekening gehouden met de (geo)hydrologische situatie. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) is gelegen op +0,21 m NAP en deze is gelijk aan het zomerpeil van de Afgedamde Maas. Op basis van betrekkinglijnen is te bepalen dat de zone met moerasvegetatie is gelegen tussen +0,10 en +0,80 m NAP. Dit is 10 cm onder GLG. Dit bevordert de ontwikkeling van helofyten en hierbij is tevens rekening gehouden met eventuele toekomstige droge zomers. De getijdewerking van de Afgedamde Maas bedraagt ca. 30 cm en is globaal gelegen binnen de aangewezen peilen voor de moeraszone. De beoogde slikken liggen in de getijdzone op +0,25 en +0,35 m NAP. De zone met grasland ligt tussen minimaal +0,80 m NAP en het huidige maaiveld.

Als referentiepunt voor de waterstanden in de Afgedamde Maas is het meetpunt bij Heesbeen genomen. Dit punt ligt tegenover de instroom van het Heusdens kanaal. De waterstanden conform de betrekkinglijnen worden daarmee als representatief beschouwd voor de gehele Afgedamde Maas. Dit wordt ook onderschreven met hydrodynamische modellen waaruit blijkt dat de waterstanden inclusief getijdenbeweging nagenoeg overeenkomen met de waterstanden op de Benedenmaas. Zie onderstaande figuur voor de gemodelleerde waterstanden ter hoogte van rkm 238 in de Afgedamde Maas.



*Figuur 4. Waterstanden en getijdenbeweging in de Afgedamde Maas (rkm 238) ten opzichte van de Benedenmaas.*

## 3.2 Ontwerpbesluiten

### 3.2.1 Scope

Zoals in figuur 3 is weergegeven, bestond het zoekgebied van de maatregel Geulen Doornwaard uit meerdere deelgebieden. Op basis van inzichten in de schetsontwerpfase zijn onderdelen afgevallen en/of aangepast. In onderstaande tabel zijn deze ontwerpkeuzes toegelicht.

Tabel 1: Ontwerpkeuzes uit de SO-fase.

| Code            | Omschrijving                           | Onderbouwing   |
|-----------------|--|--|
| <b>OWB-0101</b> | Geul L4 is vervallen                   | Provincie Gelderland maakt een inrichtingsplan voor dit deel van de Doornwaard en geeft invulling aan provinciale natuurdoelen.  |
| <b>OWB-0114</b> | Geul L3 sterk ingekort                 | Gebied westelijk van het Zwin maakt onderdeel uit van het provinciale plan van Provincie Gelderland en er is geen ruimte om daarmee een KRW-doel te verenigen.   |
| <b>OWB-0115</b> | Meest zuidelijke punt L3 is afgevallen | Doordat het maaiveld hier sterk oploopt, wordt de hoeveelheid grondverzet te hoog, waardoor het afwijkt van het natuurlijke reliëf. Daarbij valt de benodigde breedte van de maatregel buiten de begrenzingen. |

### 3.2.2 Zonering

Bij het ontwerp van KRW-maatregelen dient standaard rekening te worden gehouden met een aantal zones, te weten:

- **Erosielimietlijn:** Dit betreft de begrenzing waarbinnen de berekende, voortschrijdende erosie zal plaatsvinden (Arcadis, 2022). De zone tussen de herinrichting en de erosielimietlijn heeft de volgende breedte:  
Geulen:  
– Geïsoleerd: 0 meter;  
– Aangetakt: 3 meter;  
– Meestromend: 5 meter.
- **Bufferzone:** Rondom de KRW-maatregelen kan een zogenaamde bufferzone worden gerealiseerd om te zorgen voor een extra impuls voor de KRW-waarden. Een bufferzone is een zone waarin geen mest wordt uitgereden en waar geen gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast. Hiermee wordt de kans verminderd dat er ongewenste stoffen vanuit landbouwgebied via het (grond)water in de KRW-maatregel terecht komen. Bufferzones rond geulen hebben een breedte van 15 meter vanaf de grens van de erosielimietlijn. Voor beekmondingen geldt dat het beleid van de waterschappen wordt aangehouden. De dimensionering van de bufferzones is verwerkt in de Bijlage “Memo Bufferzones langs KRW-maatregelen KRW-ZN” (Bijlage E). Voor de realisatie van de bufferzone is het vereist dat de grondeigenaar medewerking verleent.
- **Beheer- en onderhoudsstrook:** om onderhoud uit te kunnen voeren dient naast de maatregel een strook ingericht te worden als beheer- en onderhoudsstrook. Deze strook maakt het mogelijk om onderhoud uit te voeren en het beoogde ontwerp in stand te houden.

#### **Erosielimietlijn**

De Afgedamde Maas is een zijtak van de Maas waarin nauwelijks sprake is van stroming. Enkel de getijdenwerking zorgt hier voor enige waterbeweging. Tijdens piekafvoeren functioneert het gebied van de Afgedamde Maas als bergend gebied, waardoor geen wijzigingen in doorstroming optreden. Er mag zodoende worden aangenomen dat het effect van erosie in de Afgedamde Maas verwaarloosbaar is en een erosielimietlijn wordt niet opgenomen in het ontwerp van KRW-maatregel Geulen Doornwaard (zuid).

#### **Stabiliteitszone (alleen oevers)**

De KRW-maatregel Geulen Doornwaard (zuid) is geen maatregel van het type natuurlijke oever, waardoor de stabiliteitszone niet van toepassing is.

### **Beheer- en onderhoudstrook**

Hiervoor wordt een strook met een breedte van 4.1 m toegepast.

### **3.2.3 Impact van klimaatverandering**

Gelet op de verwachte effecten van klimaatverandering is het ontwerp zo robuust mogelijk ingestoken om hiermee rekening te houden. Verwacht wordt dat er meer extremen komen en met name warme zomers met lage afvoeren hebben grote impact op riviernatuur. Volgens rapportage van KNMI-Deltares betekenen de huidige klimaatscenario's dat in 2050 de afvoer van de Maas circa 45% lager is dan de gemiddelde laagwaterafvoer. Voor de riviertrajecten benedenstroom Lith vertaalt dit zich naar een verandering in waterstand van circa 5 centimeter. Hier heeft met name de zeespiegelstijging impact op de waterstanden. Volgens het KNMI is de zeespiegelstijging voor 2050 tussen de 45 en 50 centimeter (KNMI Klimaatsignaal).

Het verlengde van Het Zwin is ontworpen met een minimale waterdiepte van 1 meter ten opzichte van de GLG. De GLG is bepaald op de waterstanden van afgelopen jaren, waar ook droge zomers voorkwamen. Om de effecten van droge en warme periodes verder te mitigeren zijn er in het ontwerp diepere plekken aangebracht waar vis en macrofauna kunnen schuilen. Bij de aangetakte getijdengeul kunnen soorten toevlucht zoeken in het diepere deel van de zandwinplas wat in stand is gebleven. Met de effecten van zeespiegelstijging is niet specifiek rekening gehouden. Echter zal het ontwerp met een stijging van de gemiddelde waterstand (enkele decimeters) nog steeds functioneren en toegevoegde waarde hebben op riviergebonden natuur.

### **3.2.4 Maatregelspecifieke ontwerpbesluiten**

#### **Omgeving**

Het ontwerpproces is begonnen met een algemene informatiebijeenkomst, 23 Mei 2019, in Wijk en Aalburg. In het ontwerpproces hebben de volgende ontwerpbijsamenkomsten met belanghebbenden plaatsgevonden:

- Ontwerpsessie 1: 3 Juli 2019, in Zaltbommel.
- Ontwerpsessie 2: 2 December 2021, digitaal.

Het ontwerp is teruggekoppeld tijdens een inloopbijeenkomst. Deze vond plaats op 21 Juni 2022, in Aalst.

Naast de ontwerpbijsamenkomsten hebben we ook contact met belanghebbenden gehad in de vorm van met name keukentafelgesprekken en telefoongesprekken. In totaal zijn voor deze maatregel 138 wensen verzameld. Deze zijn opgenomen als Klant Eis Specificatie (KES). Daarvan zijn er 26 verwerkt in het ontwerp. 61 KES zijn opgenomen in andere projectdocumenten, 34 KES zijn afgewezen en voor 14 KES wordt een definitieve beslissing genomen in de aanbestedings- en realisatiefase van het project. De wensen die zijn meegenomen in het ontwerp, zijn opgenomen in het verificatierapport.

Vanuit de stakeholders zijn er verschillende wensen en eisen waar rekening mee is gehouden en die grote impact op het ontwerp hebben gehad. Zo is er, in overleg met het Waterschap Rivierenland, een mitigerende maatregel toegepast bij de verlenging van het Zwin om de binnendijkse kwel te mitigeren. Daarnaast is er in samenspraak met onder andere de Sportvisserij en Bureau Waardenburg gekeken naar de huidige kwaliteiten van de diepe zandwinplas. Hierna zijn aanpassingen aan het ontwerp doorgevoerd zodat het ontwerp van de plas beter aansluit bij de huidige functie als overwinteringsplaats voor vis.

#### **Conditionering**

Binnen het project zijn verschillende conditionerende onderzoeken uitgevoerd in verschillende fases. In de fase van SO zijn bureaustudies uitgevoerd. Deze bureaustudies hadden als doel:

- de potentiële knelpunten voor het ontwerp vroegtijdig te signaleren (denk aan een voormalige stortplaats of een archeologische vindplaats), en;
- de noodzaak voor en omvang van vervolgonderzoek te bepalen.

In de fase van het SO+ zijn de vervolgonderzoeken uitgevoerd.



Tabel 2 beschrijft welke onderzoeken uitgevoerd zijn. Deze onderzoeken zijn separaat opgeleverd en zijn hier enkel opgesomd ter volledigheid.

Tabel 2: Overzicht uitgevoerde conditionerende onderzoeken.

| Discipline             | Onderzoek   | Uitgevoerd   | Conclusie   |
|------------------------|---|--------------|---|
| <b>Archeologie</b>     | Bureauonderzoek<br>Opstellen PVE voor<br>archeologische begeleiding | 2021<br>2022 | Geen vervolgonderzoek nodig, wel archeologische begeleiding tijdens uitvoering.   |
| <b>Bodem</b>           | Vooronderzoek<br>(water)bodem                                       | 2021         | Geen bijzonderheden.  |
| <b>Bodem</b>           | Indicatief<br>(Water)bodemonderzoek<br>incl. PFAS                   | 2022         | Het te ontgraven (water)bodem materiaal varieert van "Altijd toepasbaar" tot "klasse A". De achterblijvende waterbodem is geclassificeerd als "Altijd toepasbaar" tot "klasse B". |
| <b>Bodem</b>           | Verkenning<br>waterbodeminmissietoets<br>(WIT)                      | 2022         | Geen aanleiding voor WIT.   |
| <b>Cultuurhistorie</b> | Bureauonderzoek<br>Cultuurhistorie                                  | 2021         | Geen vervolgonderzoek, wel begeleiding bij verlenging Zwin.   |
| <b>Ecologie</b>        | QuickScan Ecologie  | 2021         | Vervolgonderzoek in de vorm van Soortgericht onderzoek benodigd.  |
| <b>Ecologie</b>        | Toetsing NNN  | 2021         | Herinrichting van de Doornwaard leidt niet tot negatieve effecten op kernkwaliteiten van het GNN en GO.   |
| <b>Ecologie</b>        | Voortoets N2000   | 2023         | Negatieve gevolgen op N2000-gebieden als gevolg van de aanleg van project KRW-ZN DP-10 zijn op voorhand uitgesloten.  |
| <b>Ecologie</b>        | Soortgericht onderzoek<br>flora & fauna                             | 2022         | Amfibieën<br>Grondgebonden zoogdieren<br>Ongewervelden<br>Vaatplanten<br>Vleermuizen<br>Vogels met jaarrond beschermd nest  |
| <b>Geohydrologie</b>   | Verkenkend onderzoek<br>water                                       | 2022         | In samenhang met geotechniek en eis WSRL mitigerende maatregel klei inpassing   |
| <b>Geotechniek</b>     | Geotechnisch<br>haalbaarheidsstudie                                 | 2020         | Geotechnische analyse   |
|                        | Sonderingen en<br>berekeningen                                      | 2022         | T.b.v. mitigerende maatregelen  |
| <b>K&amp;L</b>         | KLIC Oriëntatiemelding  | 2021/2022    | Geen impact op ontwerp  |
| <b>NGE</b>             | Vooronderzoek NGE   | 2021         | Verdacht op gebied van explosieven, vervolgonderzoek middels detectie   |
| <b>NGE</b>             | Detectieonderzoek NGE   | 2022         | Info t.b.v. uitvoering.   |

Uit de verschillende onderzoeken zijn mogelijke aandachtspunten voor het ontwerp naar voren gekomen. In Tabel 3 zijn alle conditionerende aandachtspunten opgenomen die betrekking hebben op het ontwerp en de uitvoering. De relevante aandachtspunten voor het ontwerp zijn in het SO++ (paragraaf 3.4) verwerkt en beschreven.

Tabel 3: Aandachtspunten vanuit conditionerende onderzoeken.

| Code            | Type                | Omschrijving  | Verificatie criteria                                 |
|-----------------|---------------------|---|--|
| <b>ADP-0063</b> | Kabels en leidingen | Voor aanpassing van het omliggende gebied door de contractaannemer is | VSP (procesis - uitvoering - gerelateerd - contract) |

| Code            | Type              | Omschrijving   | Verificatie criteria       |
|-----------------|-------------------|--|----------------------------|
|                 |                   | contact met de netbeheerder benodigd (Conform CROW500).  |                            |
| <b>ADP-0329</b> | Ecologie          | Uit het SGO is een hoogwaterburcht aangetroffen ten noordwesten van de getijdengeul, boven op de dijk. | SYS (eis in eigen ontwerp) |
| <b>ADP-0363</b> | Water/Geotechniek | Klei-inpassing als mitigerende maatregel t.b.v. de effectieve voorlandlengte                           | SYS (eis in eigen ontwerp) |

## Technisch ontwerp

Wanneer er keuzes zijn gemaakt met betrekking tot aanpassingen aan het ontwerp zijn deze vastgelegd als ontwerpbesluiten, zodat bijvoorbeeld scopewijzigingen en de onderbouwing daarvan navolgbaar is. In Tabel 4 zijn de ontwerpbesluiten weergegeven die in de SO+/SO++-fase genomen zijn.

Tabel 4: Ontwerpbesluiten uit de SO+/SO++-fase.

| Code            | Omschrijving  | Onderbouwing   |
|-----------------|---|--|
| <b>OWB-0116</b> | Bij geul L1 wordt de bestaande plas verondiept.   | Om de bestaande KRW-geul (uit vorige tranche) te verlengen, wordt de bestaande plas opgevuld om goed aan te kunnen sluiten.  |
| <b>OWB-0443</b> | Er is gekozen voor een talud van 1:1 in verband met de aanwezigheid van de dijkzone van de banddijk | Vanwege de waterkering, zijn deze taluds noodzakelijk en kan hier geen flauwer talud worden toegepast.   |
| <b>OWB-0378</b> | Plas deels op diepte laten bij geul L1  | Voor het behoud van de overwinteringsplaatsen van vis op grotere diepte blijft 4 ha van de bestaande plas behouden en wordt dus niet verondiept.   |
| <b>OWB-0410</b> | Klei-inkassing in oevers bij geul L3  | Ter bescherming van de primaire kering en achterliggende gronden wordt een laag klei van 1,5 m aangebracht (vrijkomend bij het ontgraven van de geul) onder de geul en aangesloten op bestaande kleilagen.   |
| <b>OWB-0436</b> | Toepassen rivierhout getijdengeul, geul L1  | Er wordt rivierhout (5 stuks) geplaatst in de getijdengeul van de plas ter bevordering van substraatvariatie voor macrofauna en vissen.  |
| <b>OWB-0437</b> | Ontwikkeling droge graslanden op landtongen bij geul L1   | Op de aan te leggen landtongen, bestaande uit zand, kunnen droge graslanden als stroomdalgrasland tot ontwikkeling komen.  |
| <b>OWB-0438</b> | Ontwikkeling ooibos langs getijdengeul, geul L1   | Langs de randen van de getijdengeul wordt spontane ontwikkeling van ooibos gestimuleerd.   |
| <b>OWB-0442</b> | Ballenlijn bij de monding van de gerealiseerde KRW-geul wordt verwijderd.                           | De functie van de ballenlijn komt te vervallen doordat tussen de landtongen bij de ingang van de plas een nieuwe ballenlijn geplaatst wordt ter voorkoming van invaart met grote boten. Voor kleine vaartuigen blijft het gebied wel toegankelijk. |
| <b>OWB-0467</b> | Zuidelijke moeraszone bij de monding van de gerealiseerde KRW-geul wordt ingekort.                  | Door de moeraszone enkele meters in te korten, blijft de bestaande natuurwaarde (beverburcht) behouden.  |

## Duurzaamheid en veiligheid

De geïdentificeerde duurzaamheidskansen (Arcadis, 2020: Memo aanpak duurzaamheid) staan in onderstaande tabel uitgewerkt en zijn gekoppeld aan een ontwerpbesluit.

Tabel 5: Uitgewerkte geïdentificeerde duurzaamheidskansen met bijbehorende ontwerpbesluiten.

| Code            | Ontwerpbesluit                              | Onderbouwing   | Duurzaamheidskansen   | Omschrijving kans   |
|-----------------|---|--|---|---|
| <b>OWB-0410</b> | Klei-inkassing in oevers geul L1            | Ter bescherming van de primaire kering en achterliggende gronden wordt een laag klei van 1,5 m aangebracht (vrijkomend bij het ontgraven van de geul) onder de geul en aangesloten op bestaande kleilagen. | Verminderen CO2 uitstoot uitvoering, omdat deze grond niet afgevoerd hoeft te worden. | Hergebruik vrijgekomen grond.   |
| <b>OWB-0436</b> | Toepassen rivierhout getijdengeul L3        | Er wordt rivierhout geplaatst in de getijdengeul van de plas ter bevordering van substraatvariatie voor macrofauna en vissen.  | Extra natuurwaarden-verhogende maatregel (bovenop KRW-doelen).                        | Aanbrengen dood hout.   |
| <b>OWB-0438</b> | Ontwikkeling ooibos langs getijdengeul L3   | Langs de randen van de getijdengeulen wordt spontane ontwikkeling van ooibos gestimuleerd.   | Kansen voor natuurwaarden-verhogende maatregelen zijn verzameld.                      | Droge biotopen toevoegen in ontwerp (ooibos).                         |
| <b>OWB-0437</b> | Ontwikkeling droge graslanden op landtongen | Op de aan te leggen landtongen, bestaande uit zand, kunnen droge graslanden als stroomdalgrasland tot ontwikkeling komen.  | Extra natuurwaarden-verhogende maatregel (bovenop KRW-doelen).                        | Ontwikkelen droge natuur op dam die gecreëerd wordt bij getijdengeul. |

De ontwerpbesluiten die tijdens het ontwerpproces genomen zijn én die een raakvlak hebben met de door RWS gehanteerde veiligheidsaspecten zijn in onderstaande tabel opgenomen. In deze tabel zijn de ontwerpbesluiten gekoppeld aan het betreffende veiligheidsaspect. Naast de ontwerpbesluiten vanuit het ontwerpproces zijn eventuele aanvullende veiligheidsaspecten ook in de tabel (tabel 6) toegevoegd. Verdere uitwerking van de veiligheidskeuzes vindt plaats in het Integraal Veiligheidsplan (IVP) dat wordt opgesteld in de aanbestedingsfase voor de realisatie.

Tabel 6: Overzicht van de raakvlakken tussen de ontwerpbesluiten en gehanteerde veiligheidsaspecten vanuit RWS.

| Code            | Veiligheidskeuze  | Onderbouwing OWB   | Veiligheidsaspect            |
|-----------------|---|--|------------------------------|
| <b>OWB-0410</b> | Klei-inkassing in oevers  | Ter bescherming van de primaire kering en achterliggende gronden wordt een laag klei van 1,5 m aangebracht (vrijkomend bij het ontgraven van de geul) onder de geul en aangesloten op bestaande kleilagen.                   | Veiligheid tegen overstromen |
| <b>OWB-0442</b> | Ballenlijn bij de monding van de gerealiseerde KRW-geul wordt verwijderd. [AM_229_L1_Plas]      | Tussen de landtongen wordt een ballenlijn geplaatst ter voorkoming van invaart met grote boten. Voor kleine vaartuigen blijft het gebied wel toegankelijk.   | Nautische veiligheid         |
| <b>OWB-0443</b> | Er is gekozen voor taluds van 1:1 in verband met de aanwezigheid van de dijkzone van de bandijk | Vanwege de waterkering, zijn deze taluds noodzakelijk en kan hier geen flauwer talud worden toegepast. Dit veroorzaakt geen problemen voor het beheer en onderhoud gezien het slechts een smalle strook van 2 meter betreft. | Veiligheid tegen overstromen |

### 3.3 Raakvlakken

Vanuit de twee andere KRW-maatregelen binnen de Afgedamde Maas (Poederoijense Waard en Slijkwellsewaard) komt grond beschikbaar voor de maatregel Geulen Doornwaard (zuid). Dit is niet volledig dekkend. Zodoende is aanvullend grond nodig. Vanuit duurzaamheid is het wenselijk dat deze grond uit de nabije omgeving afkomstig is. De realisatie van andere KRW-maatregelen (o.a. in het waterlichaam Benedenmaas) biedt daartoe een mogelijkheid.

## 3.4 Vergunningsontwerp

### 3.4.1 Ontwerpbeschrijving

#### Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L1\_Plas]

Als gevolg van de bestaande verbinding tussen de zandwinplas en de Afgedamde Maas is het mogelijk om de intergetijdenzone uit te breiden. Hiervoor dient een meer geleidelijke overgang te worden gerealiseerd van nat naar droog. In het gebied wordt een grote variatie van droogvallende platen, rietmoeras, open water en oobos beoogd (zie ontwerptekening, Bijlage A).

De beoogde herinrichting van de zandwinplas bestaat hoofdzakelijk uit vier activiteiten:

- Verondiepen zuidelijk deel – De plas dient te worden verondiept, zodat de huidige taludhelling kan worden verflauwd naar 1:2. Er is bewust voor gekozen om niet de volledige plas te verondiepen, zodat ook de bestaande functie als overwinteringsplaats voor vis behouden blijft. Over een oppervlakte van 4 hectare blijft de huidige diepte van de plas gehandhaafd en worden er geen aanpassingen gedaan. In het te verondiepen deel worden meerdere krekken gerealiseerd met een diepte van -0,5 of -0,8 of -1,2 m NAP. De waterbodem ligt tussen -0,7 en -1,4 m ten opzichte van het zomerpeil van de Afgedamde Maas. De breedte van de waterbodem varieert tussen circa 4 en 7 m.
- Aanbrengen landtongen – Bij de instroom vanuit de Maas worden twee landtongen aangelegd. Daarmee wordt de hoeveelheid open water teruggebracht en extra oeverlengte gerealiseerd. De rivierbodem bij de landtongen en bij de monding van de geul sluiten met een talud van 1:2 aan op de bestaande bodem. De moeraszone heeft een talud van 1:10 tussen +0,10 en +0,80 NAP. Met een talud van 1:2 wordt de landtong aangevuld tot +1,50 m NAP. Aan de zijde van de Afgedamde Maas wordt een vergelijkbaar talud aangelegd. De verbinding tussen de plas en de Afgedamde Maas is gesitueerd op het diepste punt en wordt door deze activiteit versmald van 200 m naar 50 m. Daarmee blijft de verbinding in stand.
- Creëren geleidelijke overgang naar bestaande KRW-geul – De huidige overgang tussen KRW-geul en zandwinplas is zowel landschappelijk als ecologisch abrupt. Door de noordelijke 'hoeken' van de plas te verondiepen met zand ontstaat op beide vlakken een meer geleidelijke overgang. Hierdoor ontstaat een moeraszone met een hoogteligging van tussen +0,10 m en +0,80 m NAP, waarbinnen de waterstand ook fluctueert als gevolg van de getijdenwerking.
- Toepassen rivierhout – Aan de randen van de getijdengeul wordt rivierhout (5 stuks) toegepast (Rijkswaterstaat, 2016).

Voor het aanbrengen van de landtongen en de overgang naar de bestaande KRW-geul wordt specifiek aanvulling met zand beoogd, om zo de vertroebeling als gevolg van de getijdenwerking te minimaliseren en doorzicht tot de bodem te stimuleren.

Voor de verlenging van de noordelijke landtong moet een beperkt deel van het aanwezige struweel worden verwijderd. De ballenlijn bij de monding van de bestaande KRW-geul wordt verwijderd. Tussen de landtongen wordt een ballenlijn geplaatst ter voorkoming van invaart met grote boten vanuit de Afgedamde Maas. Voor kleine recreatieve vaartuigen blijft het gebied wel toegankelijk.

#### Geulen Doornwaard (zuid) [AM\_229\_L3\_Zwin]

Met het verlengen van de bestaande restgeul wordt ingezet op uitbreiding en herstel van rivierbegeleidend water. De uitbreiding bestaat voornamelijk uit het verlengen van het overtalud, waarmee de overgang van nat naar droog significant wordt vergroot. De waterbodem van het verlengde deel ligt op -0,80 m NAP, circa 1 meter onder de GLG. De breedte van de waterbodem is circa 10 m breed. Dit komt door een talud van 1:1 van de waterbodem naar de moeraszone op +0,10 m NAP van 1:1. Het talud van de moeraszone naar het grasland op +0,80 m NAP wordt 1:15. Daarna volgt aan de zuidzijde een talud van 1:1 om aan te sluiten op het huidige maaiveld. Aan de noordzijde wordt een talud van 1:4 gerealiseerd. Bij de totstandkoming van het ontwerp is rekening gehouden met de dijk aan de zuidzijde van de geul. Ter voorkoming van problemen voor de veiligheid van de waterkering van Waterschap Rivierenland en het achterliggende land wordt een klei-inkassing van 1,5 meter dik toegepast onder de nieuw aan te leggen geul en in het talud van de oevers, aansluitend op bestaande kleilagen.

Voor het ontwerp wordt geen vegetatie verwijderd. Daarnaast worden er geen constructies verwijderd en/of aangebracht.

### 3.4.2 Grondstromen

In tabel 7 en 8 is een overzicht opgenomen van de grondstromen van de twee deelgebieden binnen de maatregel Doornwaard.

Tabel 7: Overzicht van te ontgraven grondstromen per deeltraject.

| Deeltraject | Materiaal | Hoeveelheid [m <sup>3</sup> ] | Hergebruik voor Klei-inkassing | Hergebruik voor L1_plas | Afvoeren (niet toepasbaar) |
|-------------|-----------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| L3_Zwin     | Klei      | 5.309                         | 2.582                          | 2.276                   | 451                        |
|             | Zand      | 7.534                         | -                              | 7.534                   | -                          |
|             | Leem      | 936                           | -                              | 635                     | 301                        |
|             | Slib      | 2.831                         | -                              | 2.530                   | 301                        |

Tabel 8: Overzicht van in te passen grondstromen per deeltraject.

| Deeltraject | Materiaal | Hoeveelheid [m <sup>3</sup> ] | Herkomst Doornwaard | Herkomst Poederrijense Waard | Herkomst Slijkwellse-waard | Herkomst overige KRW-maatregelen |
|-------------|-----------|-------------------------------|---------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| L1_plas     | Klei*     | 132.883                       | 2.276               | 5.566                        | 5.591                      | 88.436                           |
|             | Zand*     | 31.133                        | 7.534               | 10.363                       | 4.449                      | 8.787                            |
|             | Leem      |                               | 635                 | 0                            | 0                          | 0                                |
|             | Slib      |                               | 2.530               | 1.390                        | 26.459                     | 0                                |
| L3_Zwin     | Klei      | 8.730                         | 2.582               | 6.150                        | 0                          | 0                                |

\*) De opvulling van de plas kan voor het overgrote deel met alle bodemtypen (klei, zand, leem, slib) gevuld worden zolang de kwaliteit daar toereikend voor is. Enkel de bovenste meter van het ontwerp dient te zijn afgewerkt met zand of klei, zoals aangegeven op de ontwerptekening (zie bijlage A).

### 3.4.3 Habitatontwikkeling en beheervisie

De verwachte vegetatieontwikkeling in de geulen bestaat uit drijvende en ondergedoken watervegetatie zoals gele plomp en glanzig fonteinkruid. In de moeraszone wordt ontwikkeling van moerasvegetatie zoals riet en watermunt verwacht. De laatste zone van de natuurvriendelijke oevers ontwikkelt zich tot kruidrijk grasland en spontaan ontwikkelde ooibossen. In de getijdengeulen ontstaan minder waterplanten, maar brede rietkragen (dit wordt gestimuleerd door transplantatie en uitrasteren) en dood hout bieden substraatvariatie aan vissen (bijv. barbeel) en macrofauna.

Het toekomstige beheer bestaat uit duurzaam en robuust beheer van de maatregelen. Hiervoor wordt zoveel mogelijk ruimte gegeven aan natuurlijke dynamiek, zoals morfologische, hydrologische en vegetatieontwikkelingen. Daarvoor wordt uitgegaan van extensief beheer dat aansluit op bestaand natuurbeheer in de omgeving.

In het beheer en onderhoudsdocument wordt de strategie rondom beheer en onderhoud nader beschreven.

### 3.4.4 Rivierkundige beoordeling

In de voormalige zandwinplas wordt veel grond aangevuld om de plas te verondiepen, maar dit is vrijwel allemaal onder het niveau van NAP + 0,71 m. Bij de zanddijken wordt ook grond aangevuld. Voor het verlengen van de geul bij het Zwin wordt grond afgegraven. In totaal wordt er binnen de eerdergenoemde zone tussen gemiddelde waterstanden en maatgevend hoogwater 8.216 m<sup>3</sup> ontgraven en 1.527 m<sup>3</sup> aangevuld. Het bergend volume neemt toe met 6.689 m<sup>3</sup>.



## 3.5 Bijdrage doelbereik

In deze paragraaf zijn de conclusies opgenomen uit de KRW-toets, zoals uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Voor meer inhoudelijke details wordt verwezen naar de KRW-toets zelf (MIRT-formulier Doornwaard).

### Algemene meerwaarde

- Er wordt een nieuwe getijdengeul gerealiseerd en de monding van de gerealiseerde KRW-geul tussen rkm 229,2 en 229,9 wordt verbeterd. De voormalige zandwinplas wordt deels getransformeerd tot getijdengeul. En de geïsoleerde geul “het Zwin” wordt verlengt
- Daarnaast wordt rivierhout (5 stuks) geplaatst in de getijdengeul.
- In totaal wordt er 0,99 km geul gerealiseerd, waarbinnen 3,88 ha verondieping plaats vindt in de voormalige zandwinplas. Waarbij de plas als volledige geul meegerekend is.

### Specifiek meerwaarde

De maatregel Geulen Doornwaard (zuid) levert:

- Ruimte en diverse omstandigheden voor macrofyten;
- Paai- en opgroeigebied voor vis;
- Uitbreiding geschikt habitat voor macrofauna.

In de huidige toestand van het waterlichaam is er een knelpunt voor macrofauna en vis door de beperkte omvang en diversiteit in leefgebieden. Door de maatregelen ontstaat een grotere diversiteit aan leefgebieden en neemt het areaal aan geschikt leefgebied toe. De maatregelen in de plas van de Doornwaard zullen de hoeveelheid en variatie geschikt paai- en opgroeigebied voor vis vergroten, wat (beperkt) positief kan doorwerken op de deelmaatlat abundantie en soortenrijkdom. Door het verlengen van de oeverzones en het aanleggen van ondieptes en moeraszones in de plas ontstaat een groter oppervlak aan overgangszones (van diep open water via moeras naar ooibos). Dit vergroot de diversiteit aan groeiplaatsen van verschillende soorten water- en oeverplanten. De aanwezigheid van water- en oeverplanten in combinatie met rivierhout en moeraszones werken eveneens positief door op macrofauna, waardoor positieve indicatorsoorten (o.a. soorten van houtig substraat) toe kunnen nemen. Bovendien zorgen deze structuren voor enige variatie in stroming (bij afwisseling getij), waar mogelijk ook reofiele soorten profijt van kunnen hebben. Daarnaast blijft de bestaande diepe plas deels behouden, waardoor de functie van overwinteringshabitat behouden blijft. Het uitbreiden van het areaal aan laagdynamische milieus (het Zwin) zorgt voor mogelijkheden voor macrofyten, limnofiele vissoorten en macrofauna. De maatregelen omvatten verschillende typen maatregelen die verschillende habitats realiseren. Hierbij wordt zowel een getijdehabitat ontwikkeld als laagdynamisch geïsoleerd habitat. Op die manier kan zich een gevarieerde macrofaunagemeenschap ontwikkelen die kenmerkend is voor R8-wateren.

## Geraadpleegde literatuur

- Arcadis, 2020. Memo Aanpak duurzaamheid KRW Zuid Nederland.
- Arcadis & Bureau Waardenburg, 2021. Ecotopengids Rivierengebied. Streefbeelden en inrichtingsprincipes. In opdracht van SBB/Smartrivers masterclass.
- Arcadis, 2022. Memo Erosielimietlijnen voor geulen KRW Zuid-Nederland.
- Ministerie van IenM, 2012. Waterlichaam Benedenmaas, Doelen en maatregelen rijkswateren.
- Rijkswaterstaat, 2016. Afwegingen bij het plaatsen van rivierhout
- Rijkswaterstaat, 2017. Werken aan het Ecologisch Herstel van de Maas
- Rijkswaterstaat, 2022. Verder werken aan het Ecologisch Herstel van de Maas
- Rijkswaterstaat Waterdienst, 2012. Brondocument Waterlichaam.

## Naslagwerken

- Kurstjens G. & B. Peters, 2018. Gebiedsrapporten Maas in Beeld.
- Marijs, L.B., B. Achterkamp, F.P.L. Collas, M. De la Haye, M. Dorenbosch, W.M. Liefveld, M. Maathuis, G. Van Geest & N. Van Kessel, 2020. KRW Leidraad RWS.
- Peters, B., 2009. Kwaliteitsprincipes Uiterwaardinrichting
- STOWA, 2018. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kader Richtlijn Water 2021-2027

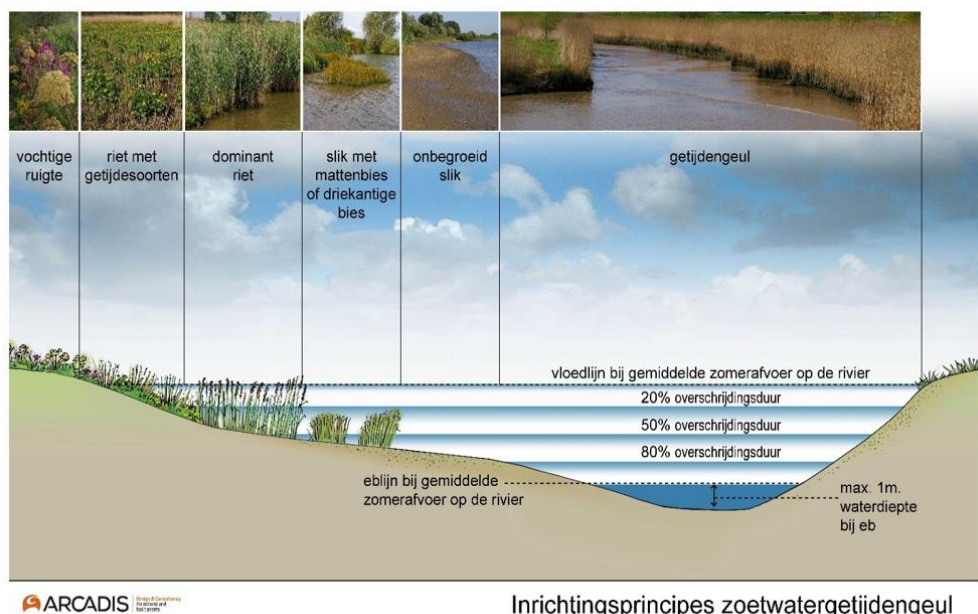
## Bijlage A Ontwerptekening

## Bijlage B Specifieke doelecotopen voor het riviertraject

Kenmerkende ecotopen voor de Benedenmaas kunnen we opsplitsen in KRW-relevante ecotopen en ecotopen voor NNN-doelen. Alle 'natte' ecotopen zijn KRW-relevant, oftewel geulen en oevers. De "droge" ecotopen zoals onder andere oobos en stroomdalgrasland leveren in het algemeen geen bijdrage voor de KRW-doelstelling en worden daarom hier niet beschreven.

### Getijdengeulen

Getijdengeulen takken benedenstrooms op de rivier aan. Ze kunnen deel uitmaken van krekensels, die zich kenmerken door een boomvormige structuur. Inrichtingsprincipes: geulen en krekensels afgraven tot ongeveer 1 meter beneden de gemiddelde ebstand, met zeer flauwe oevers, oplopend tot tenminste de vloedstand bij gemiddelde zomerafvoer op de rivier, zie onderstaande figuur. Bij een getijdenslag van 1 meter ontstaan ook spontaan getijdengeultjes en krekensels op locaties die tot op de eb-lijn worden afgegraven.



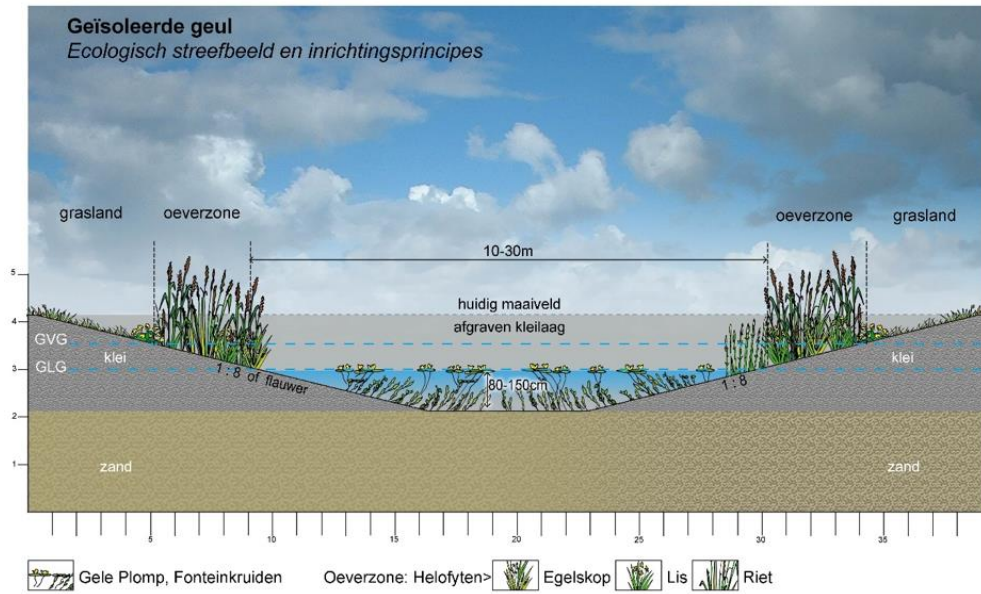
Inrichtingsprincipes zoetwatergetijdengeul

#### Afbeelding 4: Inrichtingsprincipes zoetwatergetijdengeul

In sommige situaties kan het noodzakelijk zijn om de koppen van de uitstroomopening van de geul vast te leggen met breuksteen. De uitmonding kan namelijk snel tot ongewenste breedte weg eroderen als gevolg van de golfwerking van voorbijvarende schepen. Bij het dichtslibben van de uitmonding van de geul in de rivier kan besloten worden deze weer op diepte te brengen.

### Geïsoleerde geulen

Geïsoleerde geulen zijn geulen die aan beide zijden zijn afgesloten van de rivier. Het zijn vaak oude systemen die enige tijd geleden al van de rivier geïsoleerd zijn geraakt. Dergelijke natuurlijke wateren noemen we strangen. Geïsoleerde geulen liggen in het gebied achter de hooggelegen oeverzone van de rivier, die uit een natuurlijke oeverwal of aangelegde zomerkade bestaat. Ze worden gevoed door een mix van regenwater, grondwater en inundatiewater. Daarbij geldt: hoe hoger de kade/oeverwal, hoe minder vaak de uiterwaard overstroomt.



Afbeelding 5: Principeschets geïsoleerde geul





Tabel 7: Tabel met gidsoorten voor de geïsoleerde geul.

| Gidssoort                  | Waterdiepte minimaal (m) | Waterdiepte Maximaal (m) | Stroomsnelheid (m/s) | Ecologische Ontwerpeis 1   | Ecologische Ontwerpeis 2  | Ecologische Ontwerpeis 3  | Ecologische Ontwerpeis 4                                   |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--|---|---|--|
| Kam-salamander             | 0,5                      | 2,5                      | 0                    | Overstromings frequentie landhabitat: < 5 dagen per jaar en maximaal 1x per 3 jaar | Afstand tussen overwinteringshabitat en voortplantingshabitat max. 1 km   | Belangrijk is goed ontwikkelde ondergedoken, drijvende of op water groeiende vegetatie voor afzet van eieren en schuilplaats. | Niet tolerant voor vis                                     |
| Poelkikker                 | 0,5                      | 2,5                      | 0                    | Overstromings frequentie landhabitat: < 5 dagen per jaar en maximaal 1x per 3 jaar | Afstand tussen overwinteringshabitat en voortplantingshabitat max. 1 km   | Belangrijk is goed ontwikkelde ondergedoken, drijvende of op water groeiende vegetatie voor afzet van eieren en schuilplaats. | Niet tolerant voor vis                                     |
| Glanzig fonteinkruid       | 0,5                      | 2,0                      | 0                    | minder dan 20 dagen per jaar geïnnundeerd  | plasoppervlakte van maximaal 1 a 2 ha   |   |  |
| Watergentiaan              | 0,2                      | 1,5                      | 0                    | Heeft geen voorkeur voor oppervlak (ha) en rivier inundatie                        | Droogval is acceptabel. Tijdelijke droogval stimuleert kieming van zaden.   | Veelal op rivierklei. Zand en veengrond kan, indien klei of leem aanwezig is.   | Niet te modderig.  |
| Groot blaasjeskruid        | 0,5                      | 1,5                      | 0                    | Mag niet droogvallen.  | Lage concentraties sulfiden en ammoniak noodzakelijk.   | Beschutte locaties nodig. Verdraagt geen golfwerking.   | Voorkeur voor dikke humeuze bodem en zuurgraad van 6-7 pH. |
| Kranswieren (alle soorten) | 0,3                      | 1,5                      | 0                    | minder dan 20 dagen per jaar geïnnundeerd  | "volwassen planten verdragen matige droogval, jonge planten en zaden niet"  | plasoppervlakte van maximaal 1 a 2 ha   |  |
| Gele plomp                 | 0,5                      | 1,5                      | 0,00 - 0,80          | Droogval niet acceptabel.  | Hoge stabiliteit diepte in mei: 8 van de 10 jaar  | Voorkeur voor modderige bodems die rijk zijn aan organisch materiaal en arm aan zuurstof.                                     |  |
| Variabele waterjuffer      | 0,5                      | 1,5                      | 0,1                  | Meso- tot eutroof water.   | Dichte oevervegetatie is belangrijk, zoals ondergedoken planten als oeverplanten, bij voorkeur ook drijfbladplanten en bomen, structureel rijk landhabitat. | Vissen mogen aanwezig zijn.   | Bodem substraat: waterplanten, detritus, slib.             |
| Bolle stroommossel         | 0,2                      | 9,2                      | 1,3                  | Voor voortplanting afhankelijk van vissoorten die als                              | Erg gevoelig voor uitdroging; 50% sterft bij een uitdroging van 173 uur.  | Substraatvoorkeur voor slib, zand en grind.   |  |

| Gidssoort            | Waterdiepte minimaal (m) | Waterdiepte Maximaal (m) | Stroomsnelheid (m/s) | Ecologische Ontwerpeis 1   | Ecologische Ontwerpeis 2   | Ecologische Ontwerpeis 3 | Ecologische Ontwerpeis 4 |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--|--|--------------------------|--------------------------|
|                      |                          |                          |                      | gastheer voor larven geschikt zijn, zoals barbeel, bittervoorn en sneep. |  |                          |                          |
| Bittervoorn          | 0,2                      | 1,0                      | 0 - 0,7              | Heeft vegetatierijke schuilplekken nodig                                 | Heeft grote inheemse zoetwatermosselen nodig voor voortplanting    |                          |                          |
| Kleine modderkruiper | 0,1                      | 1,5                      | 0 - 0,1              | Heeft vegetatierijk en beschut water nodig (o.a. paaisubstraat)          | Heeft een modderige zachte bodem nodig (schuilplek)                |                          |                          |
| Kroeskarper          | 0,1                      | 1,5                      | 0 - 0,1              | Heeft vegetatierijk en beschut water nodig (o.a. paaisubstraat)          | Heeft een modderige zachte bodem nodig (schuilplek)                |                          |                          |
| Grote modderkruiper  | 0,1                      | 1,5                      | 0 - 0,1              | Heeft vegetatierijk en beschut water nodig (o.a. paaisubstraat)          | Heeft een modderige zachte bodem nodig tot 70 cm diep (schuilplek) |                          |                          |

Tabel 8 Gidssoorten voor een laagdynamisch moeras

| Ecotoop                     | Soortgroep | Gidssoort           | Waterdiepte minimaal (m): | Waterdiepte maximaal (m): | Stroomsnelheid                                | Ecologische Ontwerpeis 1             | Ecologische Ontwerpeis 2                            | Ecologische Ontwerpeis 3   |
|-----------------------------|------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|---|--------------------------------------|---|--|
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Flora      | Riet                | 0                         | 1,0                       | Stroomsnelheid (m/sec) min-max: 0,0 - 0,3     | verdraagd matig tot sterke droogval  | innundatie is niet limiterend                       | Hoogteligging tussen de gemiddelde hoogwater- en laagwaterlijn en boven de hoogwaterlijn |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Flora      | Kleine lisdodde     | 0                         | 1,0                       | Stroomsnelheid (m/sec) min-max: 0,0 - 0,3     | verdraagd matig tot sterke droogval  | innundatie is niet limiterend                       | Hoogteligging tussen de gemiddelde hoogwater- en laagwaterlijn en boven de hoogwaterlijn |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Vissen     | Grote modderkruiper | 0,1                       | 1,5                       | Stroomsnelheid adult (m/sec) min-max: 0 - 0,1 | Heeft vegetatierijk en beschut water | Heeft een modderige zachte bodem nodig (schuilplek) |  |

| Ecotoop                     | Soortgroep          | Gidssoort               | Waterdiepte minimaal (m): | Waterdiepte maximaal (m): | Stroomsnelheid                                | Ecologische Ontwerpeis 1   | Ecologische Ontwerpeis 2   | Ecologische Ontwerpeis 3  |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---|--|--|---|
|                             |                     |                         |                           |                           |   | nodig (o.a. paaisubstraat)   |  |   |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Vissen              | Tiendornige stekelbaars | 0,2                       | 1,0                       | Stroomsnelheid adult (m/sec) min-max: 0 - 0.7 | Heeft vegetatierijke schuilplekken nodig   | Heeft grote inheemse zoetwatermosselen nodig voor voortplanting  |   |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Vissen              | Bittervoorn             | 0,2                       | 1,0                       | Stroomsnelheid adult (m/sec) min-max: 0 - 0.7 | Heeft vegetatierijke schuilplekken nodig   | Heeft grote inheemse zoetwatermosselen nodig voor voortplanting  |   |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Amfibieën/reptielen | Kamsalamander           | 0,5                       | 2,5                       | Stroomsnelheid (m/sec) maximaal: 0,0          | Overstromings frequentie landhabitat: < 5 dagen per jaar en maximaal 1x per 3 jaar | Afstand tussen overwinteringshabitat en voortplantingshabitat max. 1 km  | Belangrijk is goed ontwikkelde ondergedoken, drijvende of op water groeiende vegetatie voor afzet van eieren en schuilplaats. |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Amfibieën/reptielen | Poelkikker              | 0,5                       | 2,5                       | Stroomsnelheid (m/sec) maximaal: 0,0          | Overstromings frequentie landhabitat: < 5 dagen per jaar en maximaal 1x per 3 jaar | Afstand tussen overwinteringshabitat en voortplantingshabitat max. 1 km  | Belangrijk is goed ontwikkelde ondergedoken, drijvende of op water groeiende vegetatie voor afzet van eieren en schuilplaats. |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Macrofauna          | Variabele waterjuffer   | 0,5                       | 1,5                       | Stroomsnelheid (m/sec) max: 0,1               | Meso- tot eutroof water.   | Dichte oeervegetatie is belangrijk, zoals ondergedoken planten als oeverplanten, bij voorkeur ook drijfbladplanten en bomen, structureel rijk landhabitat. | Vissen mogen aanwezig zijn.   |

| Ecotoop                     | Soortgroep | Gidssoort          | Waterdiepte minimaal (m): | Waterdiepte maximaal (m): | Stroomsnelheid                  | Ecologische Ontwerpeis 1              | Ecologische Ontwerpeis 2   | Ecologische Ontwerpeis 3    |
|-----------------------------|------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------|
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Macrofauna | Vroege glazenmaker | 0,5                       | 1,5                       | Stroomsnelheid (m/sec) max: 0,1 | Meso- tot eutroof water.              | Dichte oeervegetatie is belangrijk, zoals ondergedoken planten als oeverplanten, bij voorkeur ook drijfbladplanten en bomen, structureel rijk landhabitat. | Vissen mogen aanwezig zijn. |
| <b>Laagdynamisch moeras</b> | Macrofauna | Plasrombout        |                           | 9,2                       |                                 | stilstand tot langzaam stromend water | bodemsubstraat van slib, zand en grind   | vegetatie niet noodzakelijk |

Tabel 9 Gidssoorten voor zoetwatergetijdengeulen

| Ecotoop                        | Soortgroep | Gidssoort        | Waterdiepte minimaal (m): | Waterdiepte maximaal (m): | Stroomsnelheid                                | Ecologische Ontwerpeis 1            | Ecologische Ontwerpeis 2  | Ecologische Ontwerpeis 3   |
|--------------------------------|------------|------------------|---------------------------|---------------------------|---|-------------------------------------|---|--|
| <b>Zoetwatergetijdengeulen</b> | Flora      | Driekantige bies | 0,1                       | 1,5                       | Stroomsnelheid adult (m/sec) min-max: 0,0-0,3 | Verdraagd matige droogval           | Prefereerd de zone tussen de gemiddelde hoogwater- en laagwaterlijn |  |
| <b>Zoetwatergetijdengeulen</b> | Flora      | Riet             | 0                         | 1,0                       | Stroomsnelheid (m/sec) min-max: 0,0 - 0,3     | verdraagd matig tot sterke droogval | innundatie is niet limiterend                                       | Hoogteligging tussen de gemiddelde hoogwater- en laagwaterlijn en boven de hoogwaterlijn |

| Ecotoop                 | Soortgroep | Gidssoort                         | Waterdiepte minimaal (m): | Waterdiepte maximaal (m): | Stroomsnelheid  | Ecologische Ontwerpis 1   | Ecologische Ontwerpis 2                                     | Ecologische Ontwerpis 3   |
|-------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---|---|---|
| Zoetwatergetijdengeulen | Flora      | Gele plomp                        |                           |                           | Range stroomsnelheid (m/sec) 0,0 - 0,80                     | Amplitude getijslag (m) tot max. 2,0  | Droogval niet acceptabel.                                   | Voorkeur voor modderige bodems die rijk zijn aan organisch materiaal en arm aan zuurstof.   |
| Zoetwatergetijdengeulen | Flora      | Rivierfonteinkruid                | 0,7                       | 1,5                       | 0,05 - 0,73   | Kan niet tegen droogvallen  |   |   |
| Zoetwatergetijdengeulen | Vissen     | Bot                               |                           |                           | Stroomsnelheid adult (m/sec) min-max: 0-0,3                 | Stroomsnelheid larve/eieren (m/sec) niet bekend.  | Zuurstofrijkwater. Minimaal 2,85 mg/l zuurstofconcentratie. | Het aanleggen van ondiepe, golfslag-luwe zones in het benedenrivierengebied kan het areaal juveniel opgroei gebied voor bot vergroten.                                    |
| Zoetwatergetijdengeulen | Vissen     | Rivierprik                        | 0,1                       | 5,0                       | Stroomsnelheid adult (m/sec) min-max: 1,0-2,8               | Stroomsnelheid larve/eieren (m/sec) min-max: 0,5-1,0  | Zuurstofrijkwater. Minimaal 3 mg/l zuurstofconcentratie.    | Heeft migratieroutes nodig. Migreert van estuaria over rivierbodems naar paaigebieden in rivieren en beken.   |
| Zoetwatergetijdengeulen | Macrofauna | Getijdeslak (alleen in Biesbosch) | 0                         |                           | Niet bekend   | Voornamelijk te vinden tussen planten op een modderig substraat of op de onderzijde van grote stenen. |   |   |
| Zoetwatergetijdengeulen | Macrofauna | Bataafse Stroommossel             | 0,1                       | 10,0                      | Heeft stromend water nodig. Stroomsnelheid max. (m/sec) 1,4 | Goede waterkwaliteit is noodzakelijk.   | Vegetatieloze bodems, bestaande uit slib, zand of grind.    | Voor voortplanting afhankelijk van vissoorten die geschikt zijn als gastheer van de larvale mosselen. Dit zijn onder andere: barbeel, kwabaal, serpeling, sneep en winde. |

| Ecotoop                 | Soortgroep | Gidssoort            | Waterdiepte minimaal (m): | Waterdiepte maximaal (m): | Stroomsnelheid                   | Ecologische Ontwerpis 1  | Ecologische Ontwerpis 2  | Ecologische Ontwerpis 3  |
|-------------------------|------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| Zoetwatergetijdengeulen | Macrofauna | Bolle stroommossel   | Bolle stroommossel        | 0,2                       | 9,2                              | Stroomsnelheid max. (m/sec) 1,3  | Voor voortplanting afhankelijk van vissoorten die als gastheer voor larven geschikt zijn, zoals barbeel, bittervoorn en sneep. | Erg gevoelig voor uitdroging; 50% sterft bij een uitdroging van 173 uur. |
| Zoetwatergetijdengeulen | Macrofauna | Schoraas             |                           |                           | Stroomsnelheid max. (m/sec) 1,6  | stromende wateren (larven); natuurlijke rivieroever                              | ruigte vegetatie langs de rivieroever (adult)  |  |
| Zoetwatergetijdengeulen | Macrofauna | Vierlijneendagsvlieg |                           | 9,2                       |                                  | stilstand tot langzaam stromend water  | bodemsubstraat van slib, zand en grind   | vegetatie niet noodzakelijk  |
| Zoetwatergetijdengeulen | Macrofauna | Rivierrombout        | 0,3                       | 3,0                       | Stroomsnelheid max. (m/sec) 0,26 | Leven op zandstrandjes en ruigtevegetatie in de directe nabijheid van de rivier. | Zandstrandjes tussen kribben zijn geen goede locatie voor uitsluipen van de larven.  |  |

## Bijlage C Landschappelijk ecologische systeemanalyse

### Algemene beschrijving riviertraject

#### Watersysteem Afgedamde Maas

De Afgedamde Maas ligt tussen Heusden en de Wilhelminasluis bij Andel. Dit riviertraject vormde de oorspronkelijke benedenloop van de Maas, zoals die hier aan het eind van de 19e eeuw nog lag. Deze historische rivier was ontstaan als een zijtak van de Maas, waarbij de verbinding met de Waal in de 12e eeuw werd gegraven. De Andelse Maas, zoals dit traject toen nog heette, was een morfologisch actieve zandrivier met een forse getijdenslag en daarmee vergelijkbaar met de Getijdenmaas van voor 1970 (afsluiting Haringvliet), met actieve oeverwalvorming, en een historisch patroon van kronkelwaarden (geulen en richels) en getijdekreeken.

De Afgedamde Maas ligt midden in het riviereengebied. Tijdens het Pleistoceen is de ondergrond opgevuld met afzettingen die vanuit stroomopwaarts gelegen gebieden in Duitsland, België en het oosten van Nederland getransporteerd werden door voorlopers van de Maas en de Rijn. De ondergrond van de regio vormt daardoor een mozaïek van oude stroomruggen, geulafzettingen en andere elementen die horen bij een meanderend rivierensysteem.

In morfologisch en hydrologisch opzicht was de Andelse Maas (nu Afgedamde Maas genoemd) daarmee de voortzetting van de Getijdenmaas, met vergelijkbare kenmerken in de zin van de aanwezigheid van oeverwallen, geulen en kreeken met een forse getijdenslag. In 1904 werd de Andelse Maas afgesloten en hiermee verdween het stromende karakter van de rivier grotendeels. De enige verbinding die er nog is met de Bergsche Maas ligt verder naar het westen bij Nederhemert, waar het Heusdens Kanaal enkele jaren later gegraven is. In de Afgedamde Maas bleef de getijdenslag van circa 1,20 m bestaan, tot in 1970 het Haringvliet afgesloten werd, waarmee naast de rivierdynamiek ook de getijdynamiek uit de rivier verdween. Het merendeel van de voor een getijderivier kenmerkende rietgorzen is verdwenen.

De Afgedamde Maas van nu is te beschouwen als een voormalige zandrivier met zwakke getijdebeweging. De Afgedamde Maas heeft als enige van de grote rivieren in Nederland geen stroomvoerende functie.

Het karakter van de zandrivier is nog te vinden in de strangen, oeverwallen en rivierduinen die overgebleven zijn in met name Doornwaard en de Wijksche waard. De oeverwallen en rivierduinen bestaan uit kalkrijk zand en zavel en betreffen afzettingen van het Waalsysteem dat in het verleden via een verbinding ter hoogte van Heerewaarden een bijdrage leverde aan de Maasafvoeren.

Vanaf een waterstand in de Maas van NAP +3,40 m bij het Heusdens kanaal (rivierkilometer 230.5) sluit de hoogwaterkering de Kromme Nol waardoor de getijdewerking volledig verdwijnt. Dit gebeurt circa één keer in de 20 jaar. De Afgedamde Maas is dan volledig afgedamd en staat dan niet meer in directe open verbinding met de Maas en/of de Waal.

Delen van de uiterwaarden van de Afgedamde Maas zijn afgegraven tot zandput, zoals bij Aalst (de waarden van Nes) en Nederhemert-Noord (de Doornwaard).

#### Natuur langs het watersysteem

De Afgedamde Maas en haar uiterwaarden hebben in de huidige situatie in het algemeen slechts beperkte natuurwaarden. De aanvankelijk aanwezige kwaliteiten in de vorm van zoetwater-intergetijde-natuur en stroomdalflora, zijn vanaf de jaren '50 van de vorige eeuw sterk teruggelopen. Deze achteruitgang is te wijten aan een aantal ontwikkelingen:

De getijdenslag is met de afsluiting van het Haringvliet afgenomen van circa 1,20 m naar slechts circa 30 cm. Hiermee verdween de standplaatsfactoren van specifieke zoetwatergetijdennatuur als slikken en de riet- en biezengorzen met spindotter, bittere veldkers, zomerklokje en driekantige bies;

Een belangrijk aandeel van de uiterwaarden is door intensivering van de landbouw of functieverandering ten behoeve van industrie, zandwinning en recreatie tijdelijk of blijvend ongeschikt geworden voor riviergebonden vegetatietypen als stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden.



De belangrijkste natuurwaarden in en langs de Afgedamde Maas zijn voornamelijk te vinden langs de oevers van de Maas in de vorm van zandstrandjes en rietoevers en op de percelen van de Staat en Staatsbosbeheer. De resterende kreekrestanten zijn vaak verland met riet (zie Figuur 5).



*Figuur 5 Verlande kreek met riet langs de Afgedamde Maas.*

Op de onvergraven oeverwallen en rivierduinen vinden we lokaal nog steeds stroomdalgraslanden met soorten zoals veldsalie, handjesgras, sikkelklaver, brede ereprijs en tripmadam. Mooie voorbeelden liggen in de Doornwaard en de Poederoijense waard (zie Figuur 6). Bijvoorbeeld op de zandige oeverwallen en rivierduinen in de Doornwaard.



*Figuur 6 Stroomdalgrasland in de Poederoijense waard.*

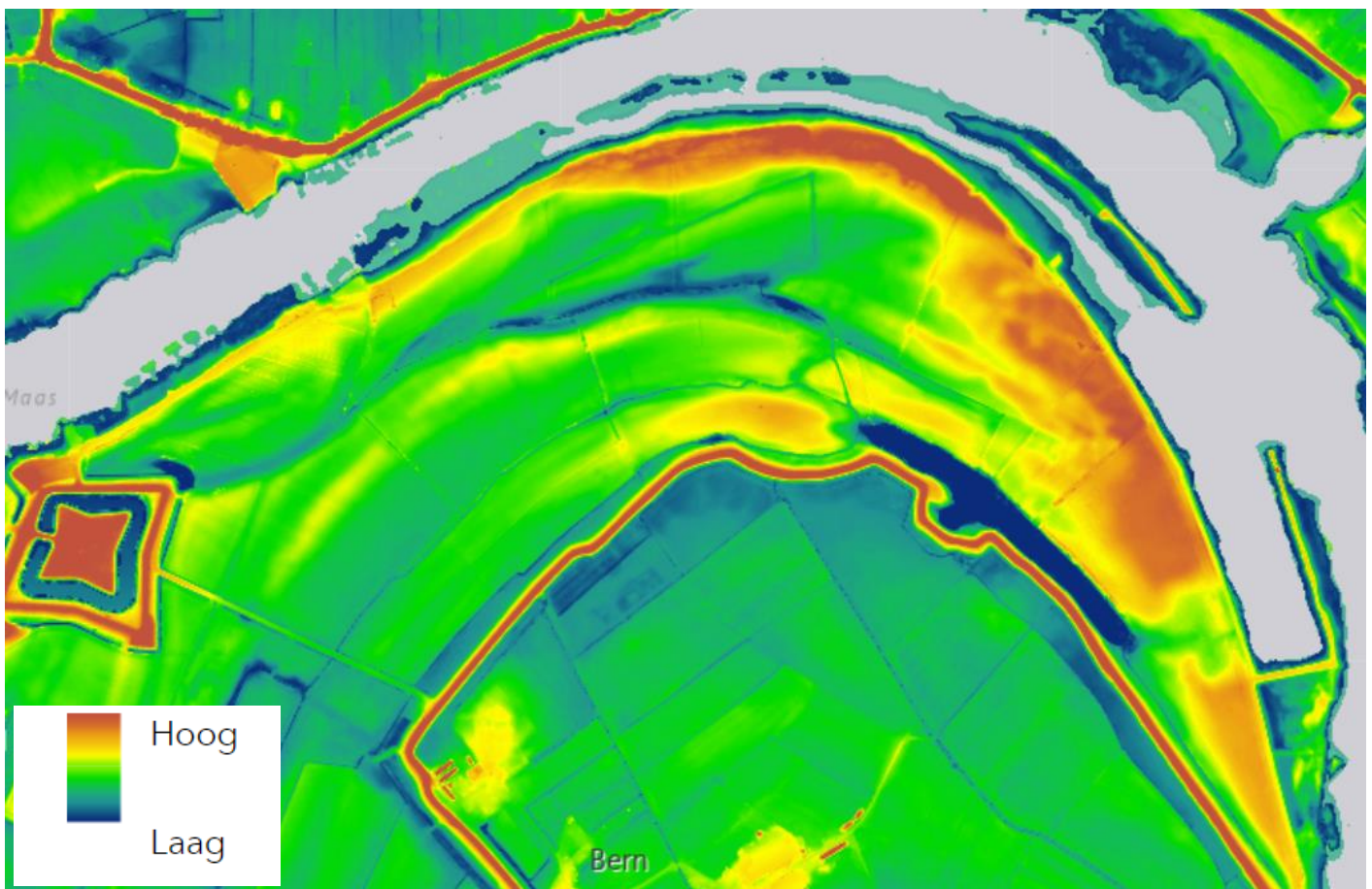
Daarnaast zijn er natte ruigtes met rietland te vinden in de waterlichamen. Hier kunnen soorten zoals rietorchis, ruwe bies en gewone dotterbloem worden aangetroffen. Op enkele locaties zijn nog restanten te vinden van hard- en zachthoutoibossen, onder andere in de Arkenswaard.

Waardevolle waterplanten komen niet of nauwelijks voor in de Afgedamde Maas zelf, ondanks het feit dat de waterkwaliteit in principe voldoende is voor hun vestiging. In de geulrestanten in de uiterwaarden komen deze vegetaties nog wel voor, met soorten als gele plomp en gentiaan. Zeer sporadisch treffen we riet- en biezenvegetaties aan langs oude geulrestanten. Op kleine schaal vinden we ook moerasvegetaties, met rietgras, kleine lisdodde, kalmoes en grote egelskop.

## Beschrijving van de uiterwaard

### Abiotische systeembeschrijving Hoogteligging

De Doornwaard is een reliëfrijk gebied zoals te zien is in Figuur 7. Deze binnenbocht van de Maas wordt gevormd door een hoge, relatief brede oeverwal en rivierduin. Ten noorden van de oeverwal gaat het gebied in de natte oeverzone van de laag gelegen gerealiseerd KRW-geul. Aan de zuidzijde van de oeverwal liggen 2 geulrelicten, waarschijnlijk betreft het hier kronkelwaardgeulen.

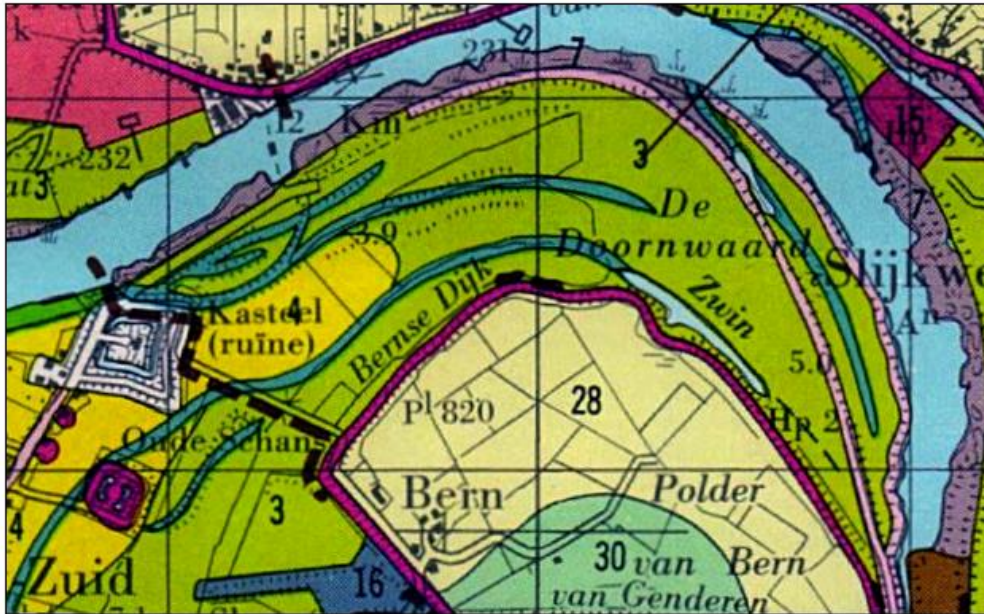


Figuur 7 Hoogtekaart van de Doornwaard. Bron: <https://www.ahn.nl/ahn-viewer> (geraadpleegd op 31 augustus 2022).

## Geologie en geomorfologie

De Maas heeft vroeger veel invloed op de uiterwaard gehad. Figuur 8 laat de oorspronkelijke geomorfologie zien van het gebied. Er ligt een tweetal oude strangen op enkele honderden meters van de huidige geul; de meest zuidelijke buigt naar het westen af en is waarschijnlijk dus vrij oud. Tussen de geulen in ligt een onvergraven, zacht glooiend landschap waarin nog enkele zeer flauwe oeverwallen te herkennen zijn. De Doornwaard wordt in het noorden en oosten afgesloten van de Afgedamde Maas door een vrij hoge en brede oeverwal. Het is dus waarschijnlijk dat de twee geulstructuren in het verleden eenzijdig aangetakt waren en fungeerden als getijdengeul. Het Zwin is nog een restant van een oude geul, die vermoedelijk open gegraven is. De zandwininput dateert van na 1970 en is aangelegd in een kronkelwaardgeul.





Figuur 8 Geomorfologische kaart van de Doornwaard.

## Bodemopbouw

De Doornwaard bestaat uit een mozaïek van bodemtypes die nauw samenhangen met de ontstaansgeschiedenis van het gebied (zie Figuur 9). De oeverwal en rivierduin in het noorden/oosten van het gebied bestaat uit kalkhoudende vorstvaaggronden van fijn zand die naar het zuiden overgaan in kalkhoudende ooivaaggronden van zware zavel en lichte klei. De oude geulen zijn dichtgeslibd met zware zavel en lichte klei. Ten zuiden hiervan liggen kalkhoudende poldervaaggronden van zavel en kalkloze ooivaaggronden van zware zavel en lichte klei.

De boringen in de buurt van de maatregelgebieden, uit Dinoloket (op een afstand van 500 meter), laten een toplaag zien van klei met daaronder lagen van middel tot grof zand. Deze boringen zijn echter wat meer landinwaarts uitgevoerd. De bodemopbouw direct bij de maatregelgebieden kan een dikkere laag klei hebben als bovenste laag. De toplaag bestaande uit klei is zeer waarschijnlijk het gevolg van rivierafzetting.



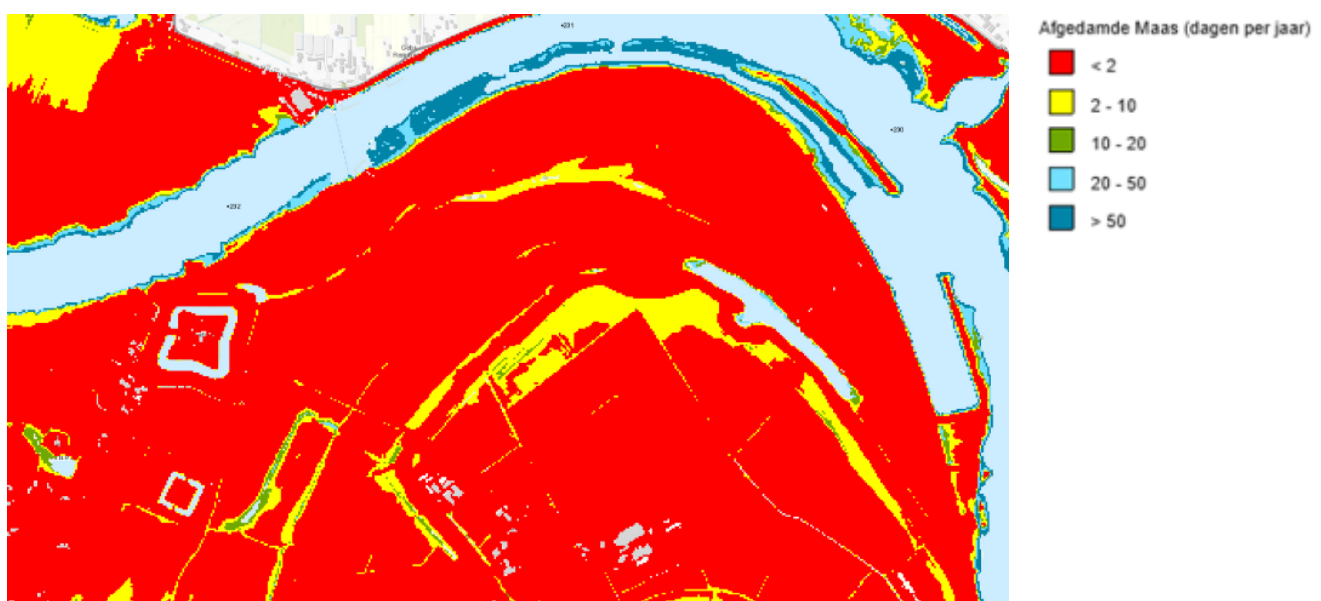
Figuur 9 Uitsnede van de 1 op 50.000 Bodemkaart STIBOKA.

## Hydrodynamiek

De peilen op de Afgedamde Maas zijn de afgeleide van de peilen op de Bergsche Maas ter hoogte van Heesbeen. Vanaf +3,40 m NAP sluit de kering de Kromme Nol. Dit gebeurt circa één keer in de 20 jaar. De Afgedamde maas kent peilfluctuaties via de getijdendynamiek, circa 0,30 m dagelijkse peilfluctuatie tussen eb en vloed.

Voor de afsluiting van de Andelse Maas in 1904 was de rivier nog hydraulisch en morfologisch actief doordat actieve opzanding plaatsvond en er nog een getijdenwerking van circa 1.20 meter was. Met de aanleg van Wilhelminasluis in het noorden verdween het stromende karakter van de rivier, na de aanleg van de Haringvlietsluizen in 1970 werd ook de getijdenwerking gedempt tot enkele decimeters. Fluctuaties in het waterpeil in de Afgedamde Maas zijn dus klein.

De uiterwaarden van de Doornwaard ligt voor het grootste deel van het jaar buiten het bereik van de rivier. Uitzondering hierop zijn de oeverdelen en de een geulrelict, waar respectievelijk >50 en 2-10 dagen overstroming optreedt (zie Figuur 10).



Figuur 10 Oppervlaktewaterhydrologie van de Doornwaard.

## Oppervlaktewaterhydrologie

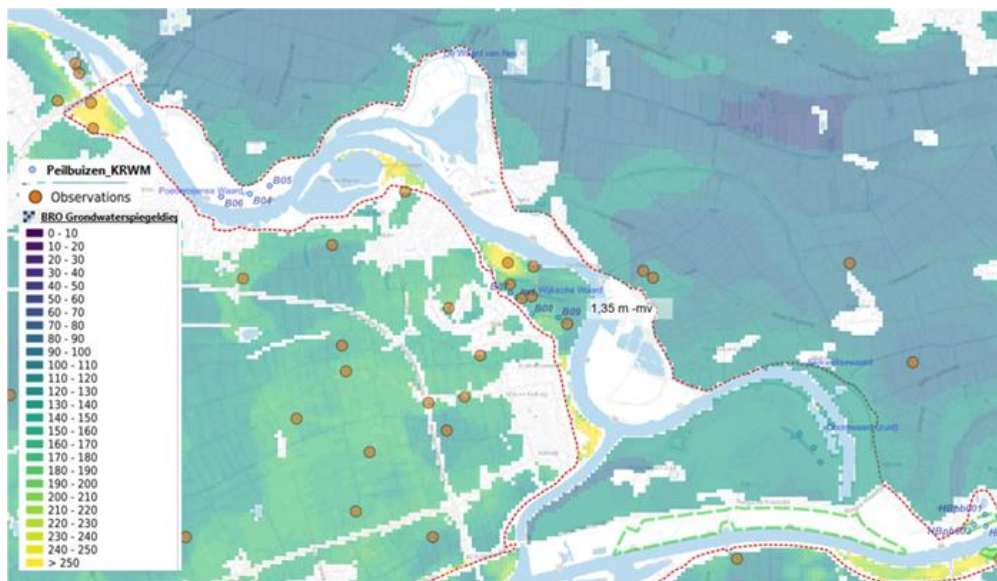
De polder van Bern is een bekaad gebied ten zuiden van het zoekgebied (zie blauwe lijnen voor de waterschapssloten van Waterschap Rivierenland (WSRL) in Figuur 11). Buiten de polder van Bern liggen geen waterschapsslossingen binnen het zoekgebied. De afwatering verloopt via de strangrelicten richting kasteel Nederhemert en staat daar in verbinding met de Afgedamde Maas.



*Figuur 11 Oppervlaktewaterhydrologie van de Doornwaard.*

## Grondwaterhydrologie

Het grondwater in de Afgedamde Maas reageert op neerslag, verdamping en variatie in het oppervlaktewater. De gemiddelde laagste (GLG) en de gemiddelde hoogste grondwaterstanden (GHG) zijn statistisch te schatten door gebruik te maken van de laag grondwaterspiegeldiepte (BRO), zie Figuur 12. Voor de Afgedamde Maas is deze GIS-laag niet gebiedsdekkend.



Figuur 12 Gemiddelde Laagste grondwaterstand (GLG) in m-mv, volgens de BRO-laag Grondwaterspiegeldiepte GLG.

Omdat de informatie over grondwater niet gebiedsdekkend was, is met peilbuizen op twee locaties gemeten. Van de meetreeksen zijn tijdreeksanalyses uitgevoerd, waarbij een goede tot zeer goede correlatie gevonden is met de omliggende neerslag- en verdampingsgegevens en de waterstanden van de Maas. De metingen van Wijksche Waard zijn bruikbaar om ook voor Doornwaard een schatting van de gemiddelde voorjaars grondwaterstand (GVG) en GLG te leveren (zie Tabel 10).

Tabel 10: Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG).

| Maatregelgebied     | GVG (m NAP) | GLG (m NAP) | Methode                 |
|---------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| Doornwaard          | 0,72        | 0,27        | Analogie Wijksche Waard |
| Poederoijense Waard | 0,64        | 0,20        | Tijdreeksanalyse        |
| Slijkwellsewaard    | 0,65        | 0,25        | Expert judgement        |

## Grondwaterkwaliteit

Grondwaterkwaliteit is bepalend bij de aanleg van kwelgeulen. Bij de Doornwaard is geen sprake van lange kwel zoals langs de Terrassenmaas, daardoor is grondwaterkwaliteit niet meegenomen.

## Oeverinrichting

Vrijwel alle oevers langs de Afgedamde Maas zijn al ontsteend en hebben een natuurlijke inrichting, bestaande uit kale zandstrandjes of begroeide oevers.

## Biotiek

### Natuurwaarden in het maatregelgebied

Het gebied is grotendeels cultuurland en in gebruik als akker of intensief agrarisch grasland. De natuurwaarden zijn vooral te vinden langs de oeverzone van de Afgedamde Maas met rietzone en fraaie overgangen van ondiep water naar zandstrandjes (zowel langs de Afgedamde Maas zelf als langs de geul (Figuur 13)) en verder naar vochtig grasland en droog grasland op de oeverwal. Op de oeverwal komen enkele stroomdalsoorten voor waaronder kruisdistel, sikkelklaver en kattendoorn.





*Figuur 13 De gerealiseerde KRW-geul in de Doornwaard met geleidelijk oplopend talud.*

Het Zwin heeft ondiep helder water met gele Plomp en watergentiaan en libellensoorten. De plas wordt aan de noordzijde omzoomd door een smalle strook goed ontwikkeld zachthoutoobos met een mantelvegetatie van meidoorn (zie Figuur 14). Op sommige perceelranden staan nog meidoornhagen. Rondom kasteel Nederhemert ligt een oud parkbos met zeer fraai ontwikkelde stinseflora. In de ondiepe restanten van doorbraakwielen zijn leefgebied en voortplantingsgebied voor de kamsalamander aanwezig.



*Figuur 14 Foto van het Zwin met fraai ontwikkeld zachthoutoobos.*



## **Bijlage D Aquatisch-ecologisch onderzoek**

## **Bijlage E Bufferzones langs KRW-maatregelen KRW-ZN**

## Colofon

ONTWERPNOTA  
GEULEN DOORNWAARD (ZUID) [AM\_229\_L]  
KRW-ZN DP-10 - WP-3.1

KLANT  
Rijkswaterstaat

AUTEUR  
Arcadis Nederland B.V.

PROJECTNUMMER  
30069107

ONZE REFERENTIE  
D10041788

DATUM  
14 juli 2023

STATUS  
Definitief