

Achtergrond rapport Grond- en Oppervlaktewater

**Bijlage van het Milieueffectrapport Fase 1 Dijkversterking
Pannerdense Waard - Westervoort
Waterschap Rijn en IJssel**

26 april 2024 -

Contactpersoon

ARCADIS NEDERLAND B.V.

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding van het project	4
1.2	Doel van het achtergrondrapport	4
1.3	Leeswijzer	4
2	Beleidskader	5
2.1	Internationaal en Europees beleid	5
2.2	Nationaal beleid	5
2.3	Provinciaal en regionaal beleid	7
3	Beoordelingskader	8
3.1	Grondwater	8
3.2	Effect op oppervlaktewater	9
4	Huidige situatie en autonome ontwikkeling	11
4.1	Huidige situatie grondwater	11
4.2	Huidige situatie oppervlaktewater	15
4.3	Autonome ontwikkeling	17
5	Effectbeoordeling kansrijke alternatieven	19
5.1	Kandiadijk	19
5.2	Kandia - ProRail tunnel	25
5.3	De Waai	28
5.4	Loo	31
5.5	Loodijk – Schans	34
5.6	Mosterdhof	39
5.7	Tussen de bruggen – West	43
5.8	Tussen de bruggen – Oost	50
6	Mitigatie, compensatie en leemte in kennis	51
6.1	Mitigerende- en compenserende maatregelen	51
6.2	Leemte in kennis	51

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het project

In 2019 is de hoogwaterveiligheid van het dijktraject tussen Spijk en Westervoort beoordeeld. Hieruit is gebleken dat een groot deel van deze primaire waterkering niet voldoet aan de nieuwe veiligheidsnorm uit de Waterwet. Daarom moet de dijk worden versterkt. Het dijktraject tussen Spijk en Westervoort (dijkkring 48-1) is te groot om in één keer aan te pakken. Het Waterschap Rijn en IJssel (WRIJ) heeft in haar trajectaanpak dan ook besloten om het dijktraject op te splitsen in drie deelprojecten. Het eerste deelproject dat wordt versterkt, is project Pannerdense Waard – Westervoort. Dit deelproject loopt vanaf dijkpaal 155 in de Pannerdense Waard tot en met dijkpaal 275 bij de brug van de A12 over de IJssel bij Westervoort.

Voor het deelproject Pannerdense Waard – Westervoort geldt sinds 2017 een veiligheidsnorm van 1:10.000 per jaar, waar uiterlijk in 2050 aan moet worden voldaan. Dit betekent dat de kans op een overstroming in 2050 niet groter mag zijn dan 1/10.000 per jaar. Van de 11,4 km voldoet 8,8 km niet of in mindere mate aan deze veiligheidsnorm. Daarom werkt het Waterschap Rijn en IJssel de komende jaren aan een dijkversterking.

De dijkversterking bevindt zich momenteel in de verkenningsfase die tot de zomer 2024 loopt. In deze fase onderzoekt het Waterschap Rijn en IJssel samen met ingenieursbureau Arcadis verschillende alternatieven en de bijbehorende voor- en nadelen. Uiteindelijk wordt toegewerkt naar het vaststellen van het voorkeursalternatief per deeltraject. Dit is het alternatief waaraan, vanuit de afweging tussen alle belangen, de voorkeur wordt gegeven.

1.2 Doel van het achtergrondrapport

De verschillende alternatieven die in de verkenningsfase worden onderzocht zijn de Kansrijke Alternatieven. Deze alternatieven hebben effecten op de omgeving en het milieu. Om milieu een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming, worden de milieueffecten in kaart gebracht. Dit gebeurt in de Milieueffectrapportage Fase 1 Dijkversterking Pannerdense Waard - Westervoort. Dit achtergrondrapport is een bijlage van het Milieueffectrapportage Fase 1.

Het achtergrondrapport Grond en Oppervlaktewater heeft als doel het beschrijven het wettelijk- en beleidsmatig kader, het beoordelingskader en de referentiesituatie (huidige situatie en autonome ontwikkeling). Ook zijn de kansrijke alternatieven van de dijkversterking in dit achtergrondrapport beoordeeld.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het wettelijk- en beleidskader van het thema beschreven. Hoofdstuk 3 beschrijft het beoordelingskader dat voor de effectbeoordeling is gebruikt. Hoofdstuk 4 beschrijft de huidige situatie en autonome ontwikkeling. In hoofdstuk 5 staat de effectbeoordeling van de Kansrijke Alternatieven per deeltraject. Mogelijk mitigerende en compenserende maatregelen en leemte in kennis worden toegelicht in hoofdstuk 6.

2 Beleidskader

Dit hoofdstuk licht toe welke wettelijke en beleidsmatige kaders er van toepassing zijn op het thema grond- en oppervlaktewater. Het betreft een selectie van de belangrijkste documenten. Het gaat daarbij om bestaande en vastgestelde plannen, en om van kracht zijnde wet- en regelgeving die kaders en/of voorwaarden kunnen stellen aan het project.

2.1 Internationaal en Europees beleid

Tabel 1. Internationaal en Europees beleid

Kader	Beleid
Kaderrichtlijn Water (KRW) en Grondwaterrichtlijn (GWR)	<p>De Kaderrichtlijn Water (KRW) is een Europese richtlijn die doelen stelt voor een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlakte- en het grondwater. De lidstaten van de Europese Unie moeten zelf ecologische doelstellingen vastleggen. Met het opstellen van maatlatten voor de ecologische toestand van de verschillende typen oppervlaktewateren in Nederland zijn de ecologische doelen bepaald. De GWR is een Europese richtlijn die het grondwater beschermt tegen (grondwater)verontreinigingen en achteruitgang van de toestand, en heeft een sterke relatie met de KRW.</p> <p>De rivieren Neder-Rijn en IJssel zijn KRW-oppervlaktewateren. In de factsheets¹ van het oppervlaktewater Nederrijn-Lek (NL93_7) (waar ook het Pannerdensch Kanaal onder valt) en IJssel (NL93_IJSSEL) staat beschreven wat de toestand en de maatregelen zijn waarmee rekening gehouden moet worden. Met de toestand wordt bedoeld de waarden van één of meerdere kwaliteitselementen of concentraties van één of meerdere stoffen in een waterlichaam (Rijkswaterstaat, 2020, Protocol monitoring en toestandsbeoordeling oppervlaktewaterlichamen KRW). Onder maatregelen valt het natuurlijk inrichten van de rivieren met bijvoorbeeld natuurvriendelijke oevers, geulen en strangen, en wetlands. Naast het oppervlaktewater vormt ook het grondwater een relevant kader (KRW/GWR). Het grondwater ten oosten van het Pannerdensch Kanaal valt onder het grondwaterlichaam NLGW0003 Zand Rijn-Oost en NLGW0010, Deklaag Rijn-Oost. In de factsheet van NLGW0003 en NLGW0010 staat beschreven wat de status, doelen en toestand is van het waterlichaam en welke maatregelen specifiek zijn voor het waterlichaam. De kwaliteit van het grondwaterlichaam in en nabij het projectgebied is in de laatste rapportage beoordeeld als goed. Voorbeelden van voorziene maatregelen van de provincie Gelderland zijn maatregelen die de uitspoeling van nitraat en gewasbeschermingsmiddelen in kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden verminderen en het inrichten van een early warning meetnet rondom kwetsbare drinkwaterwinningen (waterkwaliteit).</p>

2.2 Nationaal beleid

Tabel 2. Nationaal beleid

Kader	Beleid en relevantie van het project
Omgevingswet (2024)	<p>De Omgevingswet regelt de aanleg, het beheer en het gebruik van watersystemen, waaronder waterkeringen, oppervlaktewater- en grondwaterlichamen. De Omgevingswet zal van kracht gaan op 1 januari 2024. Hierin staan de wetten en regels beschreven met betrekking tot de fysieke leefomgeving.</p> <ul style="list-style-type: none">Voor grondwater zijn er rijksomgevingswaarden vastgesteld voor de goede chemische en goede kwantitatieve toestand van een grondwaterlichaam. Dat staat in de artikelen 2.13 en 2.14 van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl). Deze rijksomgevingswaarden gelden voor grondwaterlichamen die zijn aangewezen in een regionaal waterprogramma (paragraaf 2.3).

- Voor grondwaterlichamen geldt dat ze in een goede kwantitatieve (Bkl, artikel 2.13) en chemische toestand moeten verkeren (Bkl, artikel 2.14). Wanneer het grondwaterlichaam op 1 of meer monitoringspunten niet voldoet, moet de provincie passend onderzoek doen.
- In het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) zijn instructieregels opgenomen voor grondwaterbeschermingsgebieden. Deze dienen ter bescherming van de kwaliteit van het grondwater t.b.v. drinkwaterwinningen.
 - Met de komst van de Omgevingswet vervalt de Wet bodembescherming (Wbb). De Europese Kaderrichtlijn water (KRW) en Grondwaterrichtlijn (GWR) vormen onder de Omgevingswet het kader voor bescherming en verbetering van de grondwaterkwaliteit. De wetgeving en beleid die betrekking hebben op grondwaterverontreinigingen zijn beschreven in het achtergrondrapport bodem.
 - In paragraaf 2.2.2.1 van het Bkl staan de rijksomgevingswaarden voor de oppervlaktewaterkwaliteit voor de aangewezen oppervlaktewaterlichamen. De oppervlaktewaterkwaliteit wordt gemonitord op een goede chemische en ecologische toestand, en hieruit blijkt of aanvullende maatregelen in waterprogramma's nodig zijn (Bkl, paragraaf 11.2.3).
 - De KRW-oppervlaktewaterlichamen moeten tijdig in een 'goede chemische toestand' verkeren (Bkl, artikel 2.10). De oppervlaktewaterlichamen voldoen wanneer aan alle maximaal toegelaten concentraties voor prioritare stoffen wordt voldaan (Bkl, bijlage III) én wordt voldaan aan de opgenomen jaargemiddelde concentraties voor prioritare stoffen (Bkl, bijlage III).
 - De KRW-oppervlaktewaterlichamen moeten tijdig in een 'goede ecologische toestand' verkeren (Bkl, artikel 2.11). De oppervlaktewaterlichamen voldoen wanneer de diverse kwaliteitselementen slechts een lichte verandering vertonen ten opzichte van de onverstoorde staat van het betreffende waterlichaam (KRW, bijlage V) én het kwaliteitselement specifiek verontreinigende stoffen geen hogere concentratie van een stof bevat dan de maximale waarde van die stof en ook de jaargemiddelde waarde niet wordt overschreden (Bkl, bijlage IIIa).
 - In artikel 2.15 van het Bkl staan omgevingswaarden per verontreinigende stof voor waterwinlocaties waar oppervlaktewater wordt onttrokken voor de bereiding van voor menselijke consumptie bestemd water.

**Nationaal Water
Programma (NWP)
2022-2027)**

Het NWP beschrijft de hoofdlijnen van het nationale waterbeleid en het beheer van de Rijkswateren en -vaarwegen. De stroomgebied-beheerplannen, het overstromings-risicobeheerplan en het Programma Noordzee zijn belangrijke onderdelen van het NWP en zijn als wettelijke bijlagen opgenomen. Relevante toets kaders voor de waterkwaliteit zijn (1) bestaand beleid voortzetten, (2) toetsing op de KRW-doelen en (3) geen achteruitgang veroorzaken. De Programmatiese Aanpak Grote Wateren (PAGW) is gericht op het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit. De PAGW-opgave van het rivierengebied (waar dit project onder valt) is onderdeel van het Programma Integraal Riviermanagement (IRM). Beleid is georganiseerd rondom de volgende ontwikkelingen: vaker droogte, meer extreme neerslag, bodemerrosie rivieren, ontwikkeling van robuuste riviernatuur en verbeteren van de zoetwaterbeschikbaarheid. Het IRM richt zich daarnaast ook op nieuwe waterveiligheidsnormen en laagwaterproblematiek.

Het vaker optreden van droogte is van belang bij de beoordeling van grondwaterstroming onder de dijk door. De wateraanvoer door kwel vanuit het Pannerdens Kanaal is relevant voor het landgebruik aan de polder-zijde van de waterkering. Verder is voor de locatie van het project de optredende bodemerrosie van het Pannerdens Kanaal een aandachtspunt.

2.3 Provinciaal en regionaal beleid

Tabel 3. Provinciaal en regionaal beleid

Kader	Beleid en Relevantie voor het project
Omgevingsverordening Gelderland	De actuele Omgevingsverordening Gelderland is vastgesteld in januari 2023 en is een geconsolideerde versie van voorgaande omgevingsverordeningen. Deze geconsolideerde omgevingsverordening anticipeert op de situatie onder de Omgevingswet, en omvat instructieregels ten aanzien van o.a. grondwaterbeschermingsgebieden, boringsvrije zones, waterwingebieden, en intrekgebieden. Het projectgebied bevindt zich alleen in een intrekgebied, echter de instructieregels m.b.t. intrekgebieden zijn niet relevant voor het project.
Omgevingsvisie Gaaf Gelderland	De Omgevingsvisie Gaaf Gelderland is vastgesteld in december 2018 en beschrijft de visie van de provincie voor een toekomstbestendig Gelderland. Het doel van de visie is te zorgen voor een gezond, veilig, schoon en welvarend Gelderland. Themakaart 3 Waterbeleid bij de visie bevat de regionale functies van de oppervlaktewateren. Ter hoogte van het projectgebied is een intrekgebied aanwezig (zie ook Omgevingsverordening Gelderland).
Regionaal waterprogramma 2021-2027	Het regionaal waterprogramma 2021-2027 Water Stuur beschrijft op welke wijze de provincie Gelderland samenwerkt met haar partners aan een watersysteem van de toekomst. De uitgangspunten voor het regionale waterprogramma zijn: voorkomen is beter dan genezen, negatieve effecten beperken en/of compenseren, en werken aan verschillende grote maatschappelijke uitdagingen (zoals de uitstoot van CO2 of de aanpak van medicijnresten).
Keur, legger en waterschap verordening	<p>Het waterschap zorgt voor schoon en voldoende water. Om het water en de dijken te beschermen heeft het waterschap regels opgesteld, waar iedereen zich aan moet houden. Deze regels zijn wettelijk vastgelegd in verschillende documenten. Ze staan in de Keur, de Legger en in algemene regels. De Keur is het wetboek van het waterschap. Hierin zijn regels vastgelegd die onder andere bedoeld zijn om dijken te beschermen. De legger is een set met kaarten. Op deze kaarten staat waar de regels van het waterschap gelden. De keur en de legger samen regelen wat er wel en niet kan qua ontwikkelingen rondom de waterkering. Met de inwerkingtreding van de Omgevingswet is de Keur vervallen. In plaats daarvan geldt de waterschapsverordening. De beschermingszones, die voor inwerkingtreding van de Omgevingswet in de Legger staan, blijven gelden tot in de waterschapverordening beperkingengebieden zijn opgenomen.</p> <p>De waterschapsverordening beschrijft o.a. de regels die gelden voor grond- en oppervlaktewater en waterkeringen en om vervuiling en wateroverlast te voorkomen. Voor het aspect grondwater gaat het onder meer om het regels m.b.t. het onttrekken van grondwater voor bronbemaling.</p>
Waterbeheerprogramma 2022-2027	Elke zes jaar stelt het waterschap een waterbeheerprogramma op en beschrijft hierin de gemaakte plannen, waarin de doelen en op welke wijze de doelen bereikt gaan worden, worden beschreven. Eén van de doelen is het zorgen voor veilige dijken, voor nu en in de toekomst. De dijkversterking PanWes draagt hieraan bij.

3 Beoordelingskader

Tabel 4. Beoordelingskader Grond- en oppervlaktewater

Deelaspect	Criterium	Type
Grondwater	Effect op grondwaterstand	kwalitatief
	Effect op grondwaterkwaliteit	kwalitatief
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	kwalitatief
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	kwalitatief

3.1 Grondwater

3.1.1 Effect op grondwaterstand

Aanpassingen en/of maatregelen aan de waterkering kunnen leiden tot veranderingen van de grondwaterstanden, die een effect hebben op de aanwezige landgebruiksfuncties. Het inbrengen van een damwand kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat de grondwaterstroming in de eerste watervoerende laag (gedeeltelijk) wordt geremd of geblokkeerd. Afhankelijk van de omvang en diepte van de werkzaamheden kan dit een tijdelijk of permanent effect hebben op de grondwaterstanden. Bij de beoordeling van (mogelijke) veranderingen in de grondwaterstand worden ook de mechanismen beschreven, die van invloed zijn op het gedrag van grondwater.

Het effect wordt als zeer negatief (- -) beoordeeld, wanneer het beïnvloede gebied (zeer) ongunstig wordt beïnvloed door de verwachte grondwaterstandveranderingen (e.g. toename verdroging van natuur of landbouw) en de omvang van de te verwachten effecten groot is. Indien alleen de zone direct naast de waterkering ongunstig wordt beïnvloed wordt het effect beoordeeld als negatief (-). Als functies in het gebied (zeer) gunstig worden beïnvloed, bijvoorbeeld door het verminderen van grondwateroverlast, wordt het effect beoordeeld als positief (+) tot zeer positief (++). Het effect wordt als zeer positief (++) beoordeeld, wanneer het beïnvloede gebied (zeer) gunstig wordt beïnvloed door de verwachte grondwaterstandveranderingen en de omvang van de te verwachten effecten groot is. Als alleen de zone direct naast de waterkering gunstig wordt beïnvloed, is het effect beoordeeld als positief (+). Het effect is neutraal (0) beoordeeld als de grondwaterstand niet significant of op alleen kleine schaal verandert, zonder gevolgen voor de landgebruiksfuncties in het gebied.

Tabel 5. Beoordelingsschaal effect op grondwaterstand

Score	Toelichting
++	De verwachting is dat een daling of stijging van grondwaterstanden optreedt, die (zeer) gunstig is voor de aanwezige functies (e.g. landbouw, natuur, stedelijk gebied)
+	De verwachting is dat een daling of stijging van grondwaterstanden in de zone direct naast de waterkering optreedt, die gunstig is voor de aanwezige functies (e.g. landbouw, natuur, stedelijk gebied)
0	De verwachting is dat er geen significante verandering in grondwaterstanden optreden, die geen gevolgen heeft voor de functies (e.g. landbouw, natuur, stedelijk gebied) in het gebied
-	De verwachting is dat een daling of stijging van grondwaterstanden optreedt in de zone direct naast de waterkering, die ongunstig is voor de aanwezige functies (e.g. landbouw, natuur, stedelijk gebied)

Score	Toelichting
--	De verwachting is dat een daling of stijging van grondwaterstanden optreedt, die (zeer) ongunstig is voor de aanwezige functies (e.g. landbouw, natuur, stedelijk gebied)

3.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Door werkzaamheden bij de aanleg en door het aanbrengen van permanente wijzigingen in de ondergrond kan de kwaliteit van het grondwater lokaal of op grotere schaal veranderen. Er is beoordeeld in welke mate veranderingen in de grondwaterkwaliteit tot negatieve gevolgen leiden vanuit wettelijke kaders en beleid (geen achteruitgang veroorzaken) en vanuit het gebruik van grondwater voor bepaalde doelen.

Het effect op de grondwaterkwaliteit is ingeschat op basis van de te verwachten veranderingen in de grondwaterstroming en de aanwezige kwaliteit van het grondwater. Aandachtspunten bij de beoordeling zijn: veranderingen in de grondwaterstroming door aanpassingen of maatregelen aan de dijk, en de aanwezigheid van bekende verontreinigingen. Een damwand kan bijvoorbeeld leiden tot een verplaatsing van grondwater, en dit kan leiden tot een verplaatsing van aanwezige grondwaterverontreinigingen. Dit is strijdig met het 'geen achteruitgang veroorzaken' principe. Kwalitatief wordt getoetst of een significante waterverplaatsing zal optreden, en/ of de grondwaterverontreinigingen beïnvloed worden.

Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld bij een geringe omvang van waterverplaatsing of bij geen kans van grondwaterverplaatsing. Afhankelijk van de omvang van een significant volume aan grondwater dat wordt verplaatst, wordt het effect als negatief (-) of zeer negatief (- -) beoordeeld. Voor grondwaterkwaliteit worden op voorhand geen positieve effecten verwacht.

Tabel 6. Beoordelingsschaal effect op grondwaterkwaliteit

Score	Toelichting
++	Niet van toepassing
+	Niet van toepassing
0	Geen significante verplaatsing of vermenging van grondwater (met verschillende samenstellingen)
-	In en/of direct naast de waterkering worden wateren van verschillende samenstelling gemengd, er vindt een kleine, mogelijk tijdelijke verslechtering (< 1 jaar) van de grondwaterkwaliteit plaats.
--	Tot op grotere afstand en/of diepte van de aanpassing en/of maatregel aan de waterkering verslechtert de grondwaterkwaliteit tijdelijk (> 1 jaar) tot onomkeerbaar.

3.2 Effect op oppervlaktewater

3.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Het uitgangspunt bij de beoordeling van de doorstroming van het oppervlaktewater is het stand-still beginsel (geen achteruitgang veroorzaken). Als een maatregel geen nadelig effect op oppervlaktewaterstroming heeft, is het effect als neutraal beoordeeld (0). Als één of meerdere watergangen worden geraakt, kan het zijn dat de watergang (tijdelijk) verlegt moet worden of een duiker in de watergang moet worden verplaatst. Als het watersysteem systeem geraakt wordt en de dijkversterking tot verlegging of verstoring leidt, maar het effect beperkt of tijdelijk is, wordt een negatieve score toegekend (-). Bij een grote aantasting van het watersysteem én de risico's op overstrooming of verdroging voor gebruikers toenemen wordt een zeer negatieve score (- -) toegekend.

Tabel 7. Beoordelingsschaal Effect op oppervlaktewaterstroming

Score	Toelichting
+ +	Niet van toepassing
+	Het effect is positief doordat bestaande wateroverlastknelpunten worden opgelost
0	Geen nadelige effecten op oppervlaktewaterstroming als gevolg van de maatregelen.
-	Het effect is negatief, omdat één of meerdere watergangen worden verlegd of verstoord. Het effect is beperkt en/of tijdelijk.
--	Het effect is zeer negatief door het verstoren van het oppervlaktewatersysteem zonder compensatie en/of doordat de risico's op overstroming of verdroging voor gebruikers toenemen.

3.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Het uitgangspunt bij de beoordeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater is het stand-still beginsel (geen achteruitgang veroorzaken). Het effect op waterkwaliteit wordt ingeschat op basis van het risico dat de doorstroming in de watergangen verslechtert. Kwalitatief wordt getoetst of een significante verslechtering van de waterkwaliteit op zal optreden, omdat de doorstroming verslechtert. Het effect wordt als neutraal (0) beoordeeld bij het risico op verslechtering in een beperkt gebied of van korte duur, waarbij de doorstroming geen negatief effect hebben op de waterkwaliteit op langere termijn en op grotere schaal. Afhankelijk van de omvang en tijdsduur van de verslechtering van de doorstroming, wordt het effect als negatief (-) of zeer negatief (- -) beoordeeld. Voor oppervlaktewaterkwaliteit is geen sprake van positieve effecten.

Tabel 8. Beoordelingsschaal Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Score	Toelichting
+ +	Niet van toepassing
+	Niet van toepassing
0	Er vindt geen significante verslechtering van de doorstroming plaats.
-	De doorstroming en daarmee waterkwaliteit van één of meerdere watergangen verslechterd. Het effect is beperkt en/of tijdelijk.
--	Op grote schaal en/of over lange tijd (> 1 jaar) verslechtert de doorstroming en daarmee de waterkwaliteit van één of meerdere watergangen.

4 Huidige situatie en autonome ontwikkeling

In dit hoofdstuk worden de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen voor het thema grond- en oppervlaktewater beschreven. Deze vormen samen de referentiesituatie ten opzichte waarvan de effectbeoordeling is uitgevoerd. Voor grondwater beslaat het onderzoeksgebied het dijktracé, inclusief een buffer van 125 meter. Voor oppervlaktewater is als onderzoeksgebied gehanteerd: het watersysteem conform de legger van waterschap Rijn en IJssel, de buitendijkse watergangen en de KRW-waterlichamen rondom het dijklichaam en de uiterwaarden. [Zie voor kaartmateriaal ook de Bijlage Themakaarten bij het Milieueffectrapport Fase 1 Dijkversterking Pannerdense waard – Westervoort.](#)

4.1 Huidige situatie grondwater

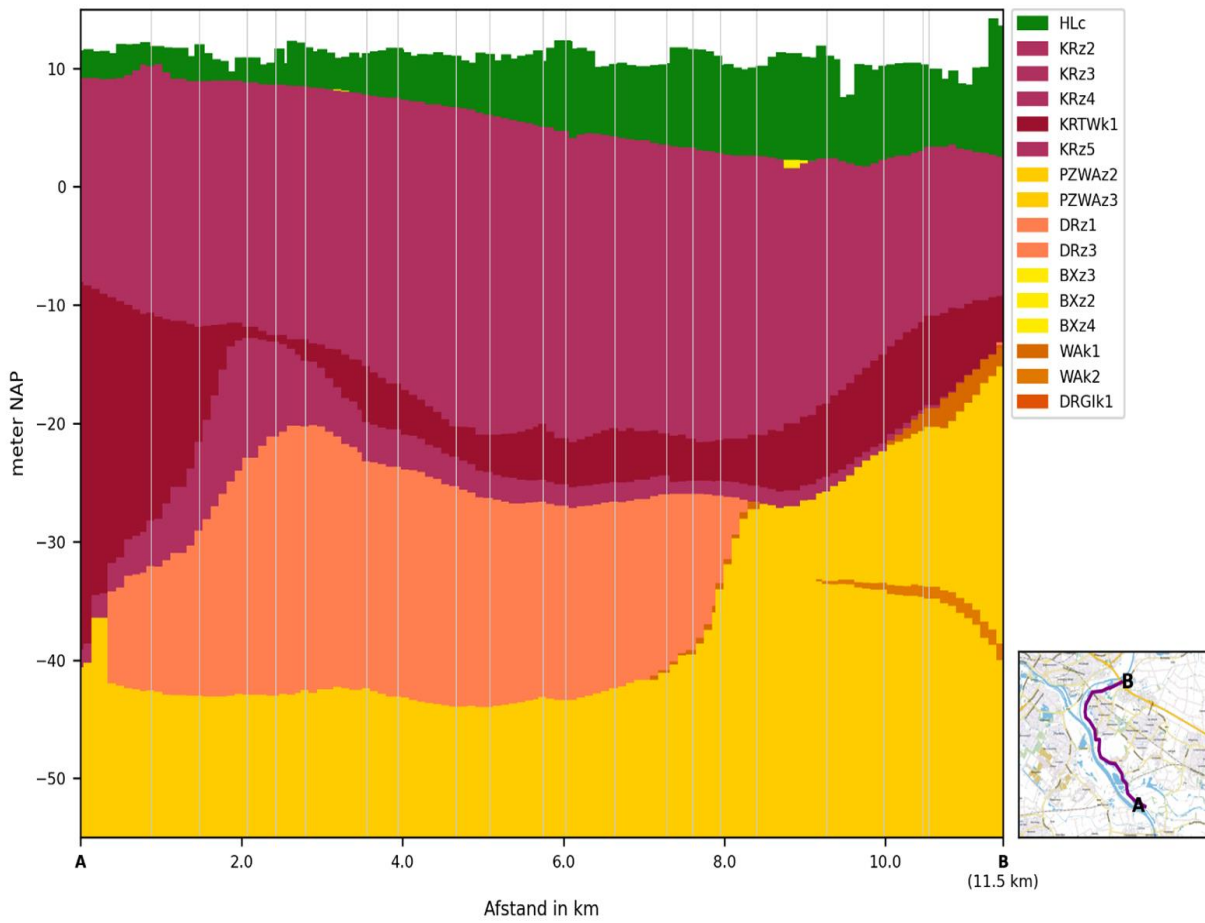
4.1.1 Huidige grondwaterstanden

In het vooronderzoek (water)bodemonderzoek PanWes¹ is de bodemopbouw en geohydrologie kort beschreven. Samenvattend bestaat de bodemopbouw binnen het onderzoeksgebied vanaf maaiveld uit (Figuur 4.1):

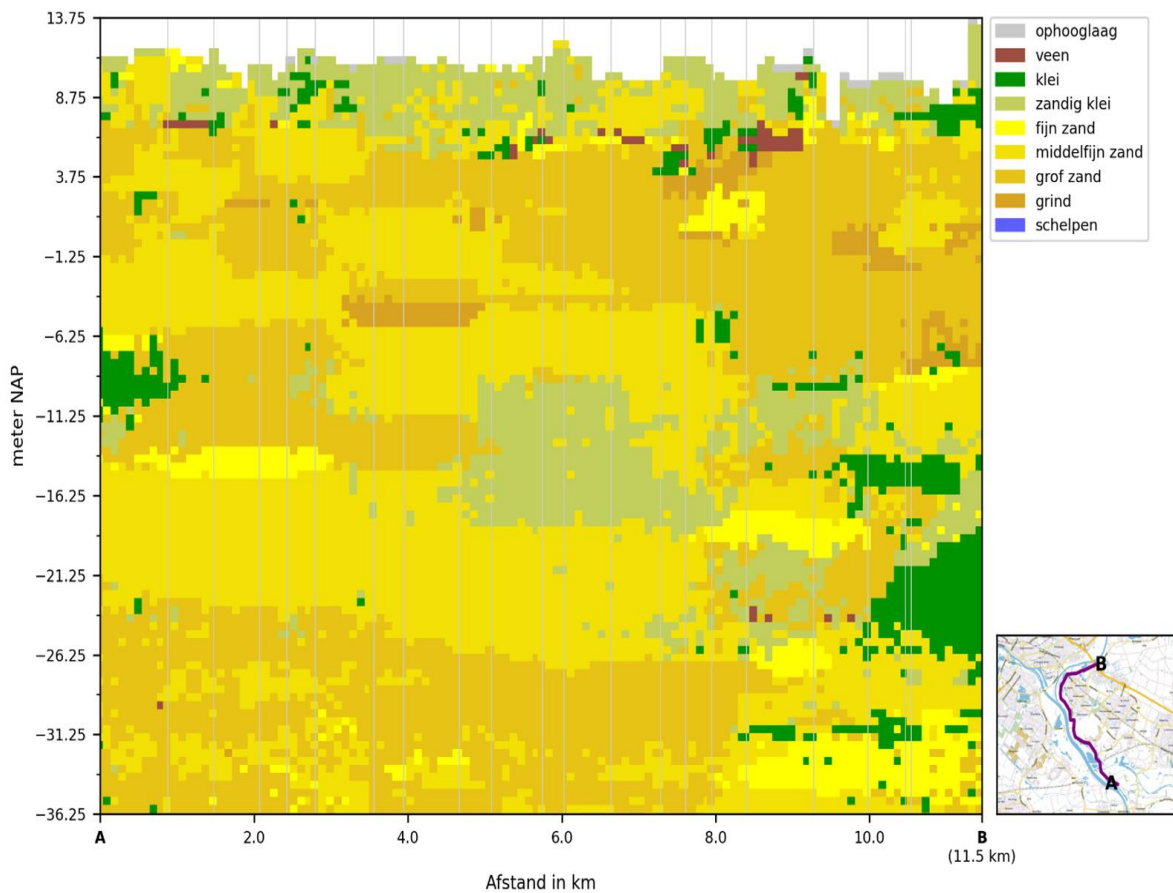
- Holocene deklaag (HLc) bestaande uit kleiig zand, klei en veen
- 1e watervoerende laag (KRz) met voornamelijk (zeer) grof, grindig zand (Formatie van Kreftenheye; KRz)
- 1e slecht doorlatende laag (KRTWk1) met kleiig zand tot klei (Formatie van Kreftenheye, laagpakket van Twello)
- 2e watervoerende laag bestaande uit grof zand (Formatie van Drente; DRz, Peize en Waalre; PZWAZ)

In Figuur 4-1 zijn de opeenvolgende geologische formaties tot 70 m onder maaiveld weergegeven aan de hand van het ondergrondmodel REGIS II v2.2, en Figuur 4.2 geeft de meest waarschijnlijke lithoklasse tot 30 m onder maaiveld uit het ondergrondmodel GeoTOP v1.5. De bodemopbouw over het hele traject laat bovenin de bodem kleiige zandlagen zien met af en toe venige of kleiige grond. Onder NAP +4 m NAP komen tot de 1^e slechte doorlatende laag (Twello klei) voornamelijk middelfijn tot grove zandige lagen voor.

¹ Arcadis Nederland B.V., 2023, Vooronderzoek (water)bodemkwaliteit PanWes



Figuur 4.1. Hydrogeologie (geologische formaties) langs het dijktracé (BROloket, 2023, BRO REGIS IIv2.2)



Figuur 4.2. Bodemopbouw (met lithologie) langs het dijktracé (BROloket, 2023, BRO GeoTOP v1.5)

In het vooronderzoek staat beschreven dat de gemiddelde stijghoogte ter plaatse van het dijktracé varieert tussen NAP +5 en +10 m, waarbij de grondwaterstroming sterk wordt beïnvloed door het Pannerdensch Kanaal, de Nederrijn en de IJssel. Dit wordt bevestigd in een recent uitgevoerde analyse bij het riviertraject Pannerden – Westervoort². Hieruit volgt dat het Pleistocene zand langs het tracé Pannerden-Westervoort een hoog doorlaatvermogen heeft, en dat de gemeten respons van de stijghoogten (onder de Holocene deklaag) op het rivierpeil (zeer) sterk is.

Dit betekent dat de stijghoogten ter plaatse van het dijktracé sterk gedomineerd worden door het rivierpeil, zowel bij laag als bij hoogwater. Voor de (freatische) grondwaterstanden geldt hetzelfde op locaties waar de Holocene deklaag dun is, of weinig tot geen zandige klei, klei of veen aanwezig is. Naarmate de Holocene deklaag dikker is, en meer zandige klei, klei of veen bevat (i.e. hogere weerstand), neemt de dominante invloed van de rivier af, en wordt de invloed van neerslag en verdamping op de grondwaterstand groter.

4.1.2 Huidige grondwaterkwaliteit

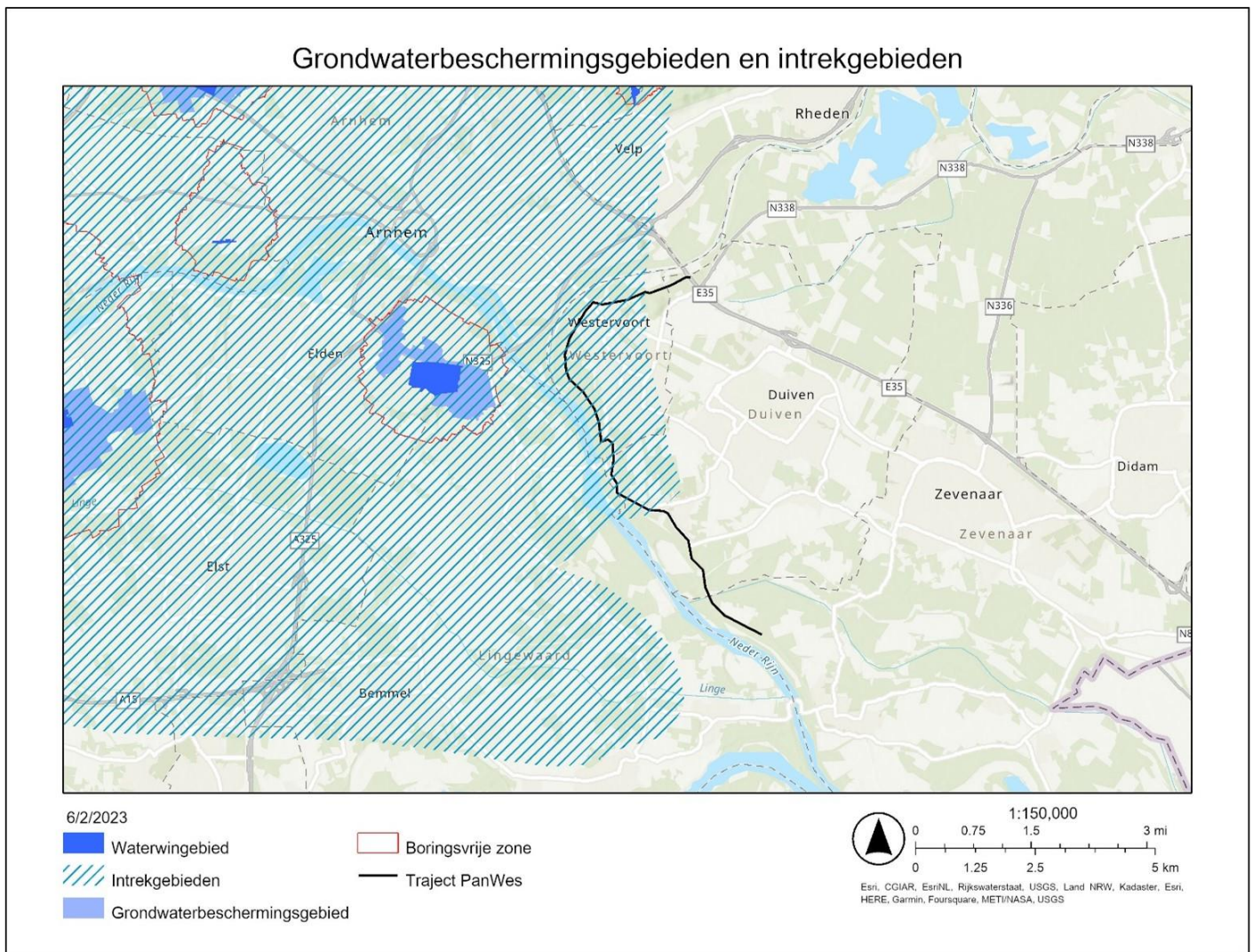
Voor het plangebied is een bodemkwaliteitskaart beschikbaar, die dient als geldige milieuverklaring voor de onverdachte en niet-verontreinigde gebieden. Hieruit volgt dat op twee locaties nabij het plangebied (ernstige) bodem- en grondwaterverontreinigingen bekend zijn: (1) t.p.v. Loostraat 42 te Duiven is sprake van een ernstige verontreiniging met vluchtige chloorkoolwaterstoffen (hierna: VOCI) in het grondwater, en (2) t.p.v. de voormalige stortplaats IJsseldijk is sprake van een grootschalige verontreiniging in het freatische en diepe grondwater van met

² Arcadis Nederland B.V., 2023, Responsanalyse hoogwater 2021 Pannerden-Westervoort

name barium, zink, wolfram, vanadium en/of VOCl. Een uitgebreide beschrijving van de huidige situatie is opgenomen in het Vooronderzoek (water)bodemkwaliteit PanWes³.

Een deel van het dijktracé (Ijsseldijk-Westervoort) bevindt zich volgens Themakaart 3: Waterbeleid van de provincie Gelderland⁴ in een drinkwater intrekgebied, zie de blauwe arcering in Figuur 4.3.

Een intrekgebied is een gebied waar grondwater maximaal binnen 1000 jaar de pompputten van Vitens bereikt. In het regionaal waterprogramma van Gelderland⁵ is alleen de rood-omkaderde beschermingszone opgenomen als grondwaterbeschermingszone (Figuur 4.3). Het grondwaterbeschermingsgebied ligt daarmee niet in het projectgebied.



Figuur 4.3. Drinkwaterwingebieden in donkerblauw, grondwaterbeschermingsgebieden in het lichtblauw en daaromheen in het rood de boringsvrijzone en intrekgebieden in blauw gearceerd (provincie Gelderland, 2018, Omgevingsvisie Gaaf Gelderland – Themakaart 3 Waterbeleid)

³ Arcadis Nederland B.V., 2023, Vooronderzoek (water)bodemkwaliteit PanWes

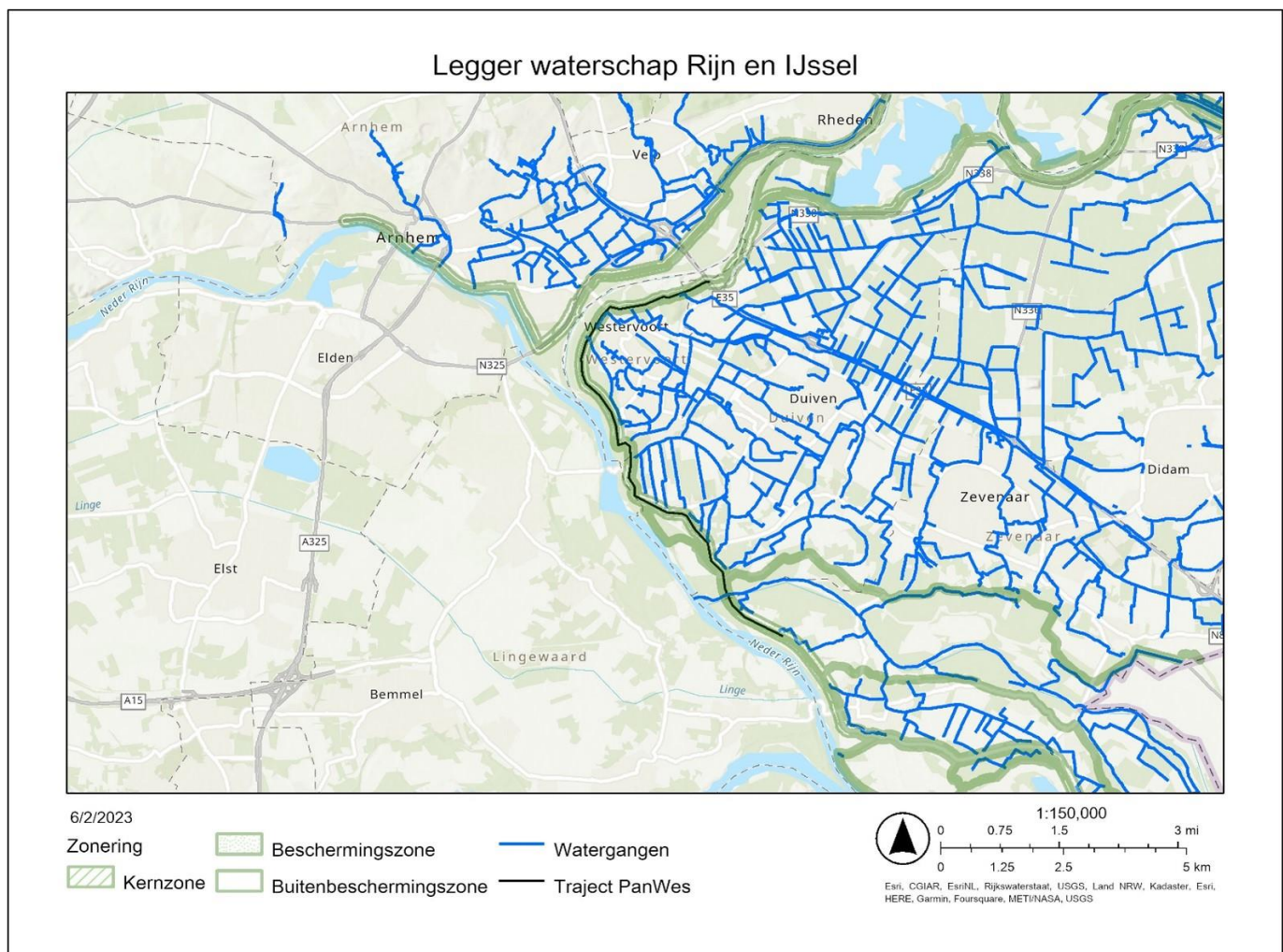
⁴ Provincie Gelderland, 2018, Omgevingsvisie Gaaf Gelderland – Themakaart 3 Waterbeleid

⁵ <https://magazine.gelderland.nl/regionaal-waterprogramma/krw-drinkwater>

4.2 Huidige situatie oppervlaktewater

4.2.1 Huidige oppervlaktewaterstroming

De figuur hieronder laat de primaire waterkering en oppervlaktewateren zien. Het watersysteem voert door middel van afstromende beken het water af via gemaal Kandia en gemaal Hondsbroekse Pleij naar respectievelijk het Pannerdensch Kanaal en de IJssel. Buitendijks nabij het dorp Loo liggen de zandwinplas en De Waai. Aan de binnendijkse zijde van de zandwinplas zijn een aantal kolken aanwezig, die onderdeel zijn van het Gelders NatuurNetwerk. In het beheergebied van Rijn en IJssel komen locaties met wateroverlast voor.



Figuur 4.4. De legger van waterschap Rijn en IJssel toont de primaire waterkering (zwart) en beschermingszone (donkergroen) en oppervlaktewateren (blauw)⁶

4.2.2 Huidige oppervlaktewaterkwaliteit

In het plangebied liggen een aantal KRW-waterlichamen. In het zuiden zijn dit het Pannerdensch Kanaal en de Oude Rijn (op de grens tussen de deeltrajecten Kandiadijk en Kandiadijk – ProRail Tunnel). In het noorden is dit de IJssel. In de onderliggende paragrafen wordt de waterkwaliteit van deze waterlichamen beschreven, op basis van KRW-Factsheets en het Dashboard Waterkwaliteit⁷. De huidige waterkwaliteit van de overige watergangen is onbekend en is daarom niet verder toegelicht.

⁶ Waterschap Rijn en IJssel, 2023, Vigerende legger

⁷ [Waterschap Rijn en IJssel, 2023, Dashboard Waterkwaliteit](#)

De waterkwaliteit van de grote wateren is beoordeeld in de rapportages voor de KRW en specifiek voor dit projectgebied zijn de factsheets Nederrijn-Lek NL93_7⁸, IJssel NL93_IJSSEL⁹ en Oude Rijn NL07_0002¹⁰ van toepassing.

De figuur hieronder toont het totaaloordeel van de rivier de Neder-Rijn, waar ook het Pannerdensch kanaal onder valt. Groen is (Zeer)goed, geel is Matig, oranje is Ontoereikend en rood is Slecht. Het totaaloordeel is niet positief: het waterlichaam heeft de status 'sterk veranderd'. De rode onderdelen van de beoordeling uit de factsheet geven aan dat chemische waterkwaliteit van de Neder-Rijn in 2020 niet voldoet. Op het onderdeel Ecologie-totaal is de toestand in 2020 'matig'.

Totaaloordeel		Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2020
Chemie	Chemie totaal	X		
	Ubiquitaire stoffen			
	Niet-Ubiquitaire stoffen			
Ecologie	Ecologie totaal	X	X	
	Biologie totaal	X		
	Fysische chemie	X	X	
	Specifieke verontreinigende stoffen	X		

Figuur 4.5. Totaaloordeel chemische en ecologische waterkwaliteit voor de Nederrijn-Lek NL93_7. De X geeft aan dat het betreffende toestandsoordeel niet afkomstig is uit Aquo-kit.

De tabel hieronder toont het totaaloordeel van de rivier de IJssel. Groen is (Zeer)goed, geel is Matig, oranje is Ontoereikend en rood is Slecht. Het totaaloordeel is niet positief: het waterlichaam heeft de status 'sterk veranderd'. De rode onderdelen van de beoordeling uit de factsheet geven aan dat chemische waterkwaliteit van de IJssel in 2013 niet voldoet. Op het onderdeel Ecologie-totaal is de toestand in 2013 'ontoereikend'.

Eindoordeel		2009	Actueel (Jaar)
Chemie	Totaal		(2013)
Ecologie	Totaal		(2013)
	Biologie		(2013)
	Fysische - Chemie		(2013)
	Overige verontr. stoffen		(2013)

Figuur 4.6. Totaaloordeel chemische en ecologische waterkwaliteit voor de IJssel.

Door het binnendijkse gebied loopt de Oude Rijn. De Oude Rijn is een KRW-waterlichaam (NL07_0002) met doeltipe M3 en als status Sterk Veranderd. De Oude Rijn mondt uit in het Pannerdensch Kanaal. Uit de Oude Rijn wordt geen water onttrokken ten behoeve van menselijke consumptie. De tabel hieronder toont het totaaloordeel van Oude Rijn; de totale chemische waterkwaliteit wordt als 'slecht' beoordeeld en de totale ecologische waterkwaliteit wordt als 'matig' beoordeeld.

⁸ Kaderrichtlijn Water, 2023, Factsheet KRW Stroomgebiedbeheerplan SGBP 2022-2027

⁹ Kaderrichtlijn Water, 2013, Factsheet NL93_IJSSEL

¹⁰ Kaderrichtlijn Water, 2023, Factsheet OW 07 Waterschap Rijn en IJssel

Totaaloordeel		Toestand 2009	Toestand 2015	Toestand 2021	Toestand 2022
Chemie	Chemie totaal	x		x	x
	Ubiquitaire stoffen			x	x
	Niet-Ubiquitaire stoffen				
Ecologie	Ecologie totaal	x		x	
	Biologie totaal	x			
	Fysische chemie	x			
	Specifieke verontreinigende stoffen	x		x	

Figuur 4.7. Totaaloordeel chemische en ecologische waterkwaliteit voor de Oude Rijn NL07_0002. De kleuren zeggen het volgende over de toestand: blauw is 'zeer goed'/'voldoet', groen is 'goed', geel is 'matig', oranje is 'ontoereikend' en rood is 'slecht'

4.3 Autonome ontwikkeling

4.3.1 Waterbeheerprogramma 2022 – 2027: aandachtspunten wateroverlast

Het waterschap heeft in het waterbeheerprogramma 2022-2027 beschreven dat ze een aantal aandachtspunten aan wateroverlast op gaat pakken. In oktober 2023 worden naar verwachting de nieuwe KNMI-klimaatscenario's gepubliceerd. Deze nieuwe scenario's hebben mogelijk gevolgen op (NBW-)toetsing en functioneren van het watersysteem. Klimaatverandering kan ook tot langere periodes van droogte leiden, ook hier is het waterschap mee bezig, zoals het plaatsen van 'droogtestuwen'.

4.3.2 Uitbreiding bedrijventerrein Seingraaf

De uitbreiding van het bedrijventerrein Seingraaf kan mogelijk verder uitbreiden volgens de vergunning. Het terrein bevindt zich gedeeltelijk in de beschermingszone van de kering. De ontwikkeling heeft ruimte nodig om voor toenemende verharding te compenseren.

4.3.3 RLI: Adviezen en aanbevelingen over de KRW

Op 11 mei 2023 publiceerde de Raad voor de Leefomgeving en Infrastructuur (RLI) het rapport Goed Water Goed Geregeld¹¹ met adviezen en aanbevelingen over de KRW. De waterkwaliteit moet in 2027 verbeterd zijn en de provincie en het waterschap gaan hiermee aan de slag om de doelstelling te halen. In de planperiode van 2022-2027 staan verder de toetsing van de regionale keringen op de planning. Deze ontwikkelingen zijn mogelijke meekoppelkansen waar we rekening mee moeten houden en afstemming met waterschap nodig is. De provincie Gelderland zal het advies uit het rapport betrekken bij het verder invullen van de gebiedsplannen.

4.3.4 Uitgangspunten Rijksoverheid 'Water en Bodem sturend'

Vanuit de Rijksoverheid zijn in de kamerbrief 'Water en Bodem sturend' zeven uitgangspunten genoemd, waarmee ook het waterschap rekening gaat houden¹²:

¹¹ RLI, 2023, Goed Water Goed Geregeld

¹² MER-Nieuws 103, 2023, Water en bodem: de basis van ons bestaan

1. Niet afwentelen op toekomstige generaties, andere gebieden of functies en ook niet afwentelen van privaat naar publiek.
2. Meer voorbereiden op extremen: voorbereid zijn op extreme weersituaties die nog niet eerder voorgekomen zijn.
3. In samenhang omgaan met wateroverlast, droogte en de bodem, door betere sponswerking waardoor ook de kwaliteit van water en bodem verbetert.
4. Meerlaagsveiligheid: naast dijken en keringen ook de ruimtelijke inrichting gebruiken om wateroverlast op te vangen en schade te beperken.
5. Bodem minder afdekken, vergraven en niet verontreinigen.
6. Integrale aanpak in de leefomgeving waarbij het water- en bodemsysteem sturend is.
7. Comply or explain: 'pas toe of leg uit'. Mocht er worden afgeweken dan dienen deze keuzes uitlegbaar en toetsbaar te zijn en zorgen dat de doelen nog steeds behaald kunnen worden.

5 Effectbeoordeling kansrijke alternatieven

Deze paragraaf beschrijft de impact voor het thema grond- en oppervlaktewater. De impact wordt beschreven per criteria en per subthema. Zie voor kaartmateriaal de Bijlage Themakaarten bij het Milieueffectrapport Fase 1 Dijkversterking Pannerdense waard – Westervoort.

5.1 Kandiadijk

In Tabel 9 zijn de effecten op gebied van Grond- en Oppervlaktewater voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 9. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Kandiadijk

Subaspect	Criterium	Kandiadijk alternatief 1	Kandiadijk alternatief 2	Kandiadijk alternatief 3	Kandiadijk alternatief 4
Grondwater	Effect op grondwaterstand	0	+	0	+
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	0	0	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	-	0	0	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	-	0	0	0

5.1.1 Grondwater

5.1.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandiadijk alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 heeft een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuurgraslanden geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Voor deze gebruiksfunctie is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

Kandiadijk alternatief 2

In alternatief 2 wordt in het hele deeltraject een stalen damwand tot een diepte van ongeveer 15 meter onder maaiveld aangebracht in het binnentalud. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een aanzienlijk deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil, zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen. Binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden klein zijn en zich beperken tot de nabije omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij buitendijs de gebruiksfunctie natuur geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap) en binnendijs de gebruiksfunctie agrarisch. Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief. Binnendijs kunnen zowel hogere grondwaterstanden bij droge tot gemiddelde omstandigheden, als lagere grondwaterstanden bij hoogwaterperioden positief uitwerken voor agrarische percelen.

Kandiadijk alternatief 3 (voorkeursalternatief)

In alternatief 3 wordt in bijna het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil, zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen. Binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij buitendijs de gebruiksfunctie natuur geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap) en binnendijs de gebruiksfunctie agrarisch. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

Kandiadijk alternatief 4

In alternatief 4 wordt in een klein deel een stalen damwand tot ongeveer 15 meter onder maaiveld aangebracht in de teen, en wordt in rest van het deeltraject een kunststof damwand aangebracht tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een (groot) deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijks worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijks niet tot nauwelijks veranderen. Binnendijks zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden klein zijn en zich beperken tot de nabije omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij buitendijks de gebruiksfunctie natuur geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap) en binnendijks de gebruiksfunctie agrarisch. Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief. Binnendijks kunnen hogere grondwaterstanden bij droge tot gemiddelde omstandigheden, en lagere grondwaterstanden bij hoogwaterperioden positief uitwerken voor agrarische percelen.

Samenvattende beoordeling

De klei-ingraving bij alternatief 1 kan in het voorland (buitendijks) leiden tot hogere grondwaterstanden in gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden in droge perioden. Zowel een vernatting als verdroging heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie: natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Het alternatief scoort neutraal.

De damwand in alternatief 2, 3 en 4 leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Voor het buitendijkse gebied heeft een lichte vernatting of verdroging in de nabije omgeving van de damwand geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Binnendijks kan dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij een hoog waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Dit betekent dat binnendijks - in de nabije omgeving van de damwand - hogere grondwaterstanden zullen optreden onder gemiddelde tot droge omstandigheden, en lagere grondwaterstanden bij hoogwater. Dit kan positief uitwerken voor de aanwezige gebruiksfunctie, die met name agrarisch is.

Het effect is als positief beoordeeld bij de diepe damwanden (tot 15 meter onder maaiveld), en neutraal bij de ondiepe damwanden (tot 10 meter onder maaiveld). Dit omdat zowel de reikwijdte als de mate van de verandering groter is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet.

5.1.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandiadijk alternatief 1

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar diepere watervoerende lagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op het Pannerdensch kanaal onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijks uitstromen - als kwel.

In beide situaties is het effect van de klei-ingraving een afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt en dus geen effect op de grondwaterkwaliteit optreedt.

Kandiadijk alternatief 2

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 15 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijks betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Kandiadijk alternatief 3 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 tot 15 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Kandiadijk alternatief 4

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

In alternatief 1 leidt de klei-ingraving tot een afremming van de infiltratie van regenwater naar diepere bodemlagen. Als we er een hoogwatergolf optreedt in het Pannerdensch kanaal, en de uitwaarden onder water staan, zorgt de klei-ingraving voor een afremming van de infiltratie van het rivierwater naar onderliggende bodemlagen, en ook binnendijs tot kleinere uitstroom - als kwel. In beide situaties gaat het om afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt.

In alternatief 2, 3 en 4 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijs kan dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Beide effecten leiden niet tot een (grotere) vermenging van grondwater.

5.1.2 Oppervlaktewater

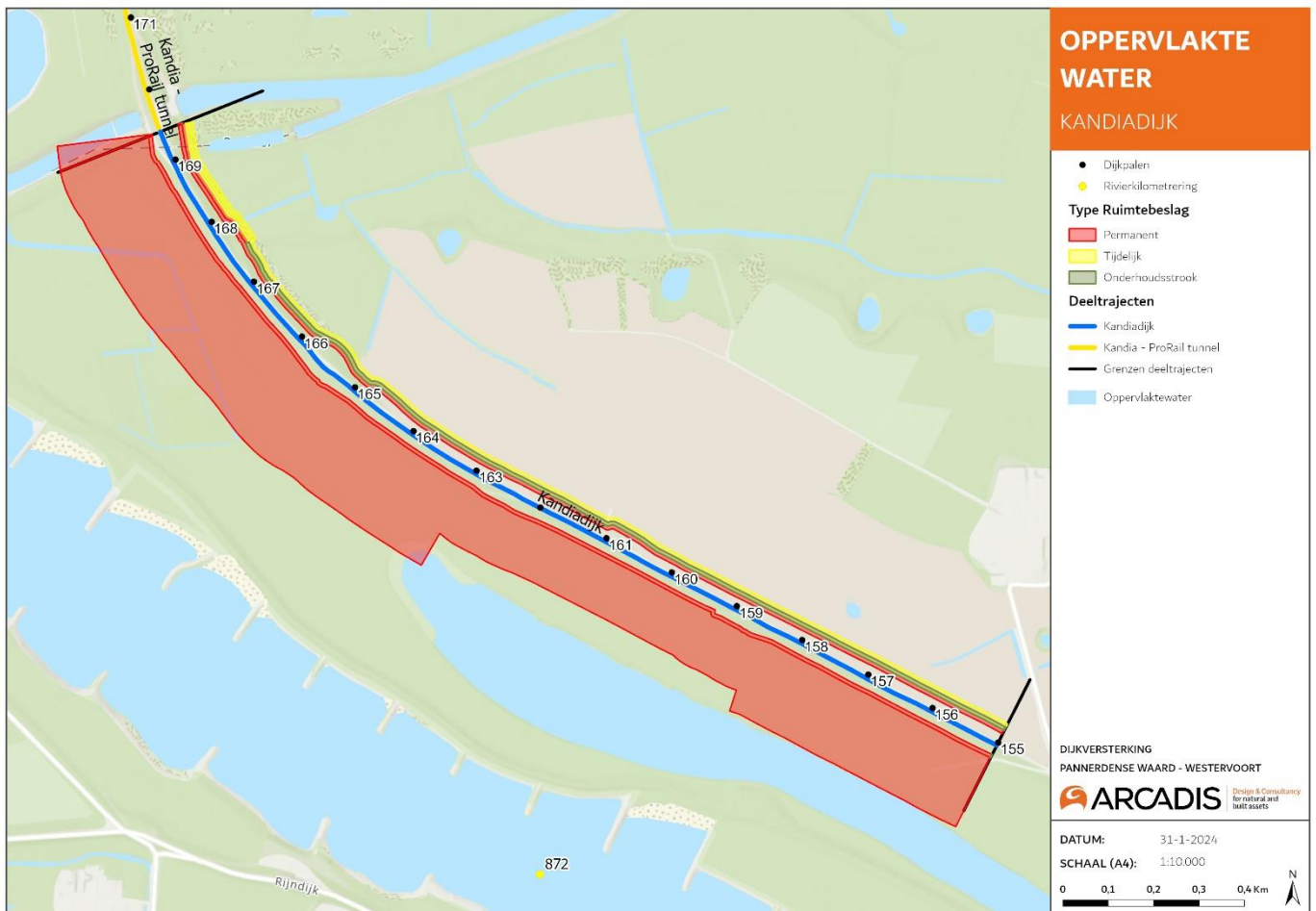
5.1.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandiadijk alternatief 1

Het toepassen van kansrijk alternatief 1 zou tot een negatief effect leiden, omdat de watergang de Keel door de aanleg van de klei-ingraving tijdelijk geblokkeerd zou wordt. Hierdoor wordt de verbinding tussen de NederRijn en Oude Rijn tijdelijk doorbroken, dit is niet wenselijk.

Alternatief 1 blokkeert een sloot bij dijkenpalen 250, 251, 252 en 253 dit heeft een negatief effect op de oppervlaktewaterstroming, omdat deze sloot zorgt voor afwatering van de naastgelegen gronden. Alternatief 1 heeft een negatief effect op de oppervlaktewaterstroming omdat een nevengeul bij dijkenpaal 163 geraakt wordt, zie Figuur 5.1. Dit is een tijdelijk effect, het alternatief scoort daarom negatief (-).



Figuur 5.1 Ruimtebeslag Kandiadijk alternatief 1 met oppervlaktewater

Kandiadijk alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Kandiadijk alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Kandiadijk alternatief 4

Alternatief 4 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Alternatief 2 tot en met 4 hebben geen effect op de oppervlaktewaterstroming. Alternatief 1 leidt tot het tijdelijk blokkeren van de watergang de Keel. Ook wordt een nevengeul geraakt. Dit is een tijdelijk effect, het alternatief scoort daarom negatief (-).

5.1.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandiadijk alternatief 1

Voor alternatief 1 treedt er een tijdelijk negatief effect op bij deeltraject Kandiadijk (-), omdat de watergang de Keel geblokkeerd zou worden. Als de watergang de Keel geblokkeerd wordt zal de doorstroming tijdelijk verslechteren en daarmee ook de waterkwaliteit negatief beïnvloeden.

Kandiadijk alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Kandiadijk alternatief 3

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Kandiadijk alternatief 4

Alternatief 4 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Alternatief 2, 3 en 4 hebben geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. Alternatief 1 leidt tot een negatief effect omdat de watergang de Keel geblokkeerd wordt. Hierdoor wordt de doorstroming tussen de Nederrijn en de Oude Rijn geblokkeerd. Het effect is tijdelijk, alternatief 1 scoort daarom negatief (-).

5.2 Kandia - ProRail tunnel

In Tabel 10 zijn de effecten op gebied van duurzaamheid voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 10. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Kandia - ProRail tunnel

Subaspect	Criterium	Kandia - ProRail tunnel alternatief 2	Kandia - ProRail tunnel alternatief 3
Grondwater	Effect op grondwaterstand	0	0
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	0	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0	0

5.2.1 Grondwater

5.2.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 2

In alternatief 2 wordt in het hele deeltraject een stalen damwand tot een diepte van ongeveer 15 meter onder maaiveld aangebracht in het binnentalud. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een aanzienlijk deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwung van het grondwater binnendijks hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijks zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijks worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijks niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijks zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden klein zijn en zich beperken tot de nabije omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij zowel binnen- als buitendijks de gebruiksfunctie natuur geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 3 (voorkeursalternatief)

In alternatief 3 wordt in het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20

meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijs gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij zowel binnen- als buitendijs de gebruiksfunctie natuur geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

Samenvattende beoordeling

In beide alternatieven is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Voor zowel het binnen- als buitendijs gebied heeft een lichte vernatting of verdroging in de nabije omgeving van de damwand geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Het effect is hetzelfde beoordeeld voor de verschillende dieptes van de damwanden, omdat de verwachte veranderingen in de grondwaterstand geen effect hebben op de gebruiksfunctie natuur.

5.2.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 2

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 15 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 3 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

In beide alternatieven is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijs zorgt dit voor een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van

rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Beide effecten leiden niet tot een (grotere) vermenging van grondwater.

5.2.2 Oppervlaktewater

5.2.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject Kandia - ProRail tunnel zijn er twee alternatieven. Allebei de alternatieven (1 en 2) leiden tot geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

5.2.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Kandia - ProRail tunnel alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject Kandia - ProRail tunnel zijn er twee alternatieven. Allebei de alternatieven (1 en 2) leiden tot geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

5.3 De Waai

In Tabel 11 zijn de effecten op gebied van duurzaamheid voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 11. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject De Waai

Subaspect	Criterium	De Waai alternatief 1	De Waai alternatief 2
Grondwater	Effect op grondwaterstand	0	0
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	0	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0	0

5.3.1 Grondwater

5.3.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

De Waai alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 bestaat uit het aanbrengen van een kleilaag van minimaal 1,5 m dikte in het voorland (buitendijks). Hierbij gaat het om een klei-ingraving met een breedte van 40 m (dwars op de dijk), waarbij bovenop de klei-ingraving 1 m van de aanwezige grond wordt teruggebracht. Overal waar de klei-ingraving wordt toegepast heeft de kleilaag een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuurgraslanden geldt (N12.02 Kruiden- en faunairijk grasland). Voor deze gebruiksfunctie is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

De Waai alternatief 2 (voorkeursalternatief)

In alternatief 2 wordt in het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 25 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijks hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijks zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaalvandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijks worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijks niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijks zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij binnen- en buitendijks de gebruiksfunctie natuur geldt (N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland). Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

Samenvattende beoordeling

Binnen alternatief 1 kan de klei-ingraving in het voorland (buitendijks) leiden tot hogere grondwaterstanden in gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden in droge perioden. Zowel een vernatting als verdroging heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie: natuur (N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland).

In alternatief 2 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Voor zowel het binnen- als het buitendijkse gebied heeft een lichte vernatting of verdroging in de nabije omgeving van de damwand geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie natuur (N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland).

5.3.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

De Waai alternatief 1

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar het diepere bodemlagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op het Pannerdensch kanaal onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijks uitstromen - als kwel.

In beide situaties is het effect van de klei-ingraving een afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt en dus geen effect op de grondwaterkwaliteit optreedt.

De Waai alternatief 2 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 15 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijks betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

In alternatief 1 leidt de klei-ingraving tot een afremming van de infiltratie van regenwater naar diepere bodemlagen. Als er een hoogwatergolf optreedt in het Pannerdensch kanaal, en de uitwaarden onder water staan, zorgt de klei-ingraving voor een afremming van de infiltratie van het rivierwater naar onderliggende bodemlagen, en ook binnendijks tot kleinere uitstroom - als kwel. In beide situaties gaat het om afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt.

In alternatief 2 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijks kan dit een kleinere

uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Beide effecten leiden niet tot een (grotere) vermenging van grondwater.

5.3.2 Oppervlaktewater

5.3.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

De Waai alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

De Waai alternatief 2 (voorkeursalternatief)

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject de Waai zijn er twee alternatieven. Voor allebei de alternatieven (1 en 2) ontstaat er geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

5.3.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

De Waai alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

De Waai alternatief 2 (voorkeursalternatief)

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject de Waai zijn er twee alternatieven. Voor allebei de alternatieven (1 en 2) ontstaat er geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

5.4 Loo

In Tabel 12 zijn de effecten op gebied van grond- en oppervlaktewater voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 12. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Loo

Subaspect	Criterium	Loo alternatief 1	Loo alternatief 3
Grondwater	Effect op grondwaterstand	0	0
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	0	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0	0

5.4.1 Grondwater

5.4.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loo alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 bestaat uit het aanbrengen van een kleilaag van minimaal 1,5 m dikte in het voorland (buitendijks). Hierbij gaat het om een klei-ingraving met een breedte van 40 m (dwars op de dijk), waarbij bovenop de klei-ingraving 1 m van de aanwezige grond wordt teruggebracht. Overal waar de klei-ingraving wordt toegepast heeft de kleilaag een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuurgraslanden geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap). Voor deze gebruiksfunctie is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

Loo alternatief 3 (voorkeursalternatief)

In alternatief 3 wordt in het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 25 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijks hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijks zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijks worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijks niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijks zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij buitendijks de gebruiksfunctie natuur geldt (N01.03 Rivier- en moeraslandschap) en binnendijks de gebruiksfunctie stedelijk gebied. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

Samenvattende beoordeling

Binnen alternatief 1 kan de klei-ingraving in het voorland (buitendijks) leiden tot hogere grondwaterstanden in gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden in droge perioden. Zowel een vernatting als verdroging heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie: natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap).

In alternatief 3 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen van de grondwaterstand zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

5.4.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loo alternatief 1

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar het diepere bodemlagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op het Pannerdensch kanaal onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijks uitstromen - als kwel.

In beide situaties is het effect van de klei-ingraving een afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt en dus geen effect op de grondwaterkwaliteit optreedt.

Loo alternatief 3 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijks betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

In alternatief 1 leidt de klei-ingraving tot een afremming van de infiltratie van regenwater naar diepere bodemlagen. Als we er een hoogwatergolf optreedt in het Pannerdensch kanaal, en de uitwaarden onder water staan, zorgt de klei-ingraving voor een afremming van de infiltratie van het rivierwater naar onderliggende bodemlagen, en ook binnendijks tot kleinere uitstroom - als kwel. In beide situaties gaat het om afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt.

In alternatief 3 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijs kan dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Beide effecten leiden niet tot een (grotere) vermenging van grondwater.

5.4.2 Oppervlaktewater

5.4.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loo alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 doorsnijdt tijdelijk een deel van een waterpoel in de uiterwaarden (dijkenpalen 189 en 190). Tijdens de werkzaamheden zal de waterpoel kleiner zijn tot dat de klei-ingraving onder de waterpoel komt te liggen. Omdat dit geen negatief effect oplevert voor de doorstroming, is dit alternatief neutraal beoordeeld.

Loo alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject Loo zijn er twee alternatieven. Voor alternatieven 1 en 3 ontstaat er geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

5.4.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loo alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Loo alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject Loo zijn er twee alternatieven. Voor allebei de alternatieven (1 en 2) ontstaat er geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

5.5 Loodijk – Schans

In Tabel 13 zijn de effecten op gebied van Grond en Oppervlaktewater voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 13. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Loodijk - Schans

Subaspect	Criterium	Loodijk - Schans alternatief 1	Loodijk - Schans alternatief 2	Loodijk - Schans alternatief 3
Grondwater	Effect op grondwaterstand	-	+	0
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	--	-
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	-	0	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0	0	0

5.5.1 Grondwater

5.5.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loodijk - Schans alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 bestaat uit het aanbrengen van een kleilaag van minimaal 1,5 m dikte in het voorland (buitendijks). Hierbij gaat het om een klei-ingraving met een breedte van 90 m (dwars op de dijk), waarbij bovenop de klei-ingraving 1 m van de aanwezige grond wordt teruggebracht. Overal waar de klei-ingraving wordt toegepast heeft de kleilaag een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap en N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland) en agrarisch gebied (agrarisch gras) geldt. Voor de gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief, maar voor het gebruikstype agrarisch gebied kunnen hogere grondwaterstanden bij gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden bij droge periode negatief uitpakken (-).

Loodijk - Schans alternatief 2

In alternatief 2 wordt in een deel een stalen damwand tot ongeveer 15 meter onder maaiveld aangebracht in de teen, en wordt in rest van het deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 tot 30 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een (groot) deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden klein zijn en zich beperken tot de nabije omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij buitendijs de gebruiksfunctie natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap en N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland) en agrarisch gebied geldt, en binnendijs met name de gebruiksfunctie agrarisch gebied. Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief. Binnendijs kunnen hogere grondwaterstanden bij droge tot gemiddelde omstandigheden, en lagere grondwaterstanden bij hoogwaterperioden positief uitwerken voor het agrarisch gebied en woningen langs de dijk (+). Buitendijs worden de grondwaterstanden sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de damwand naar verwachting gering is.

Loodijk - Schans alternatief 3 (voorkeursalternatief)

In alternatief 3 wordt in het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 tot 30 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een (groot) deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting het Pannerdensch kanaal, waardoor de grondwaterstand door opstuwning van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op het Pannerdensch kanaal) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van het Pannerdensch kanaal vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de directe omgeving van de damwand, waarbij buitendijs de gebruiksfunctie natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap en N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland) en agrarisch gebied geldt, en binnendijs met name de gebruiksfunctie agrarisch gebied. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

Samenvattende beoordeling

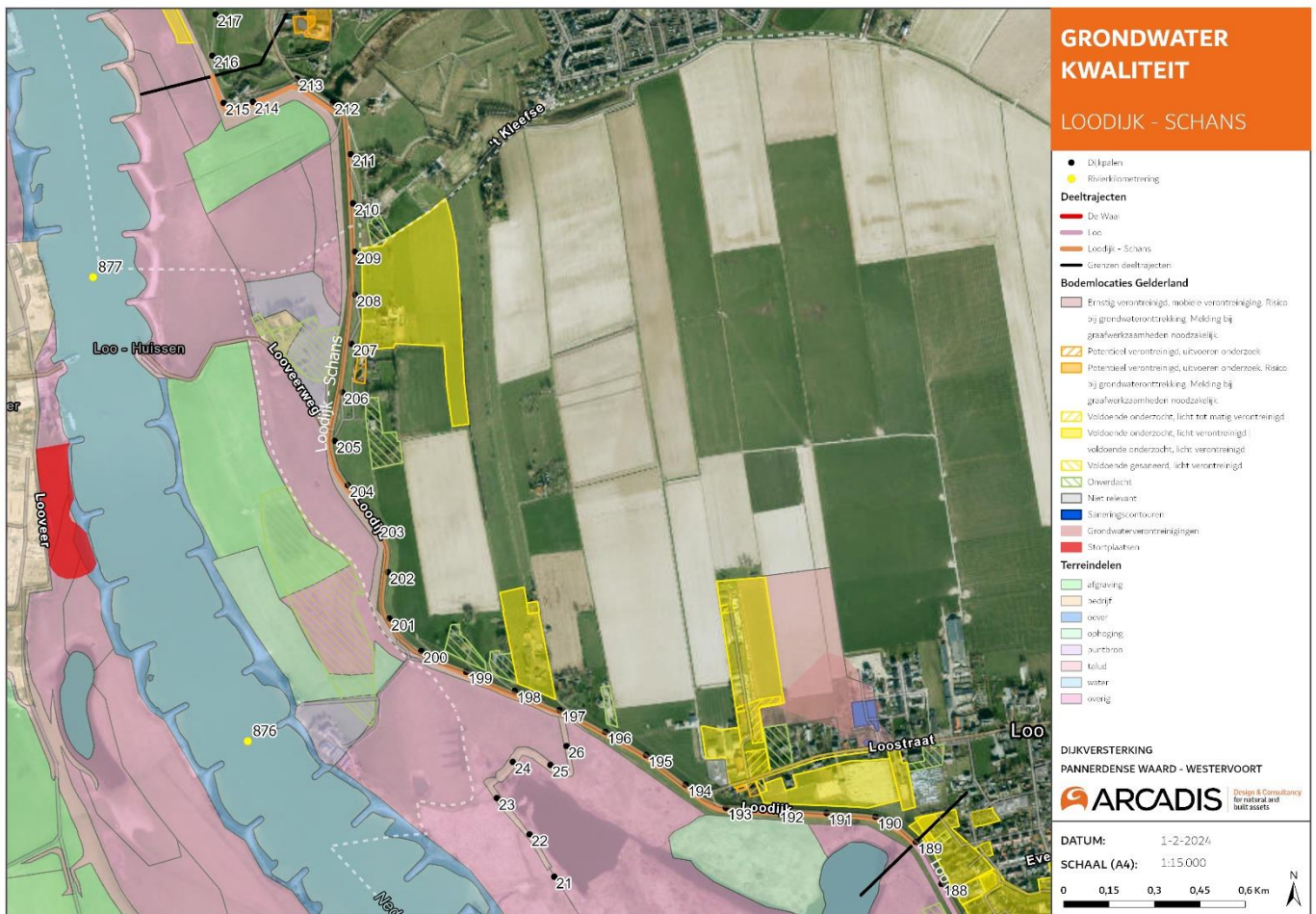
De klei-ingraving bij alternatief 1 leidt buitendijs tot hogere grondwaterstanden in gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden in droge perioden. Zowel een vernatting als verdroging heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie: natuur (N01.03 Rivier- en moeraslandschap en N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland). Echter buitendijs is ook het gebruikstype agrarisch gebied aanwezig, waarbij hogere grondwaterstanden bij gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden bij droge periode negatief uit kunnen pakken. Het alternatief scoort daarom negatief (-)

In alternatief 2 en 3 wordt een damwand geplaatst. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijs kan de damwand leiden tot een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij een hoog waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Dit betekent dat binnendijs - in de nabije omgeving van de damwand - hogere grondwaterstanden zullen optreden onder gemiddelde tot droge omstandigheden, en lagere

grondwaterstanden bij hoogwater. Dit kan positief uitwerken voor de agrarische gebruiksfunctie en woningen langs de dijk. Het effect is als positief (+) beoordeeld bij de diepere stalen damwanden in alternatief 2 en neutraal (0) bij de ondiepere kunststof damwanden in alternatief 3.

5.5.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium. In dit deeltraject is sprake van een grondwaterverontreiniging ter hoogte van Loostraat 42, zie Figuur 5.2



Figuur 5.2 Grondwaterkwaliteit in deeltraject Loodijk - Schans

Loodijk - Schans alternatief 1

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar het diepere bodemlagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op het Pannerdensch kanaal onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijks uitstromen - als kwel.

In beide situaties is het effect van de klei-ingraving een afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt en dus geen effect op de grondwaterkwaliteit optreedt.

Loodijk - Schans alternatief 2

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 15 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

Nabij de damwand is een sterk verontreinigde locatie aanwezig (Loostraat 42), waarbij bekend is dat de aanwezige grondwaterverontreiniging zich uitspreidt richting de dijk. De plaatsing van de damwand kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging, en daarmee een zeer negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit (- -).

Loodijk - Schans alternatief 3 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal (bij hoge rivierpeilen).

Nabij de damwand is een sterk verontreinigde locatie aanwezig (Loostraat 42), waarbij bekend is dat de aanwezige grondwaterverontreiniging zich uitspreidt richting de dijk. De plaatsing van de damwand kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging, en daarmee een negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit (-).

Samenvattende beoordeling

In alternatief 1 leidt de klei-ingraving niet tot een vermenging van grondwater en scoort daarom neutraal (0). In alternatief 2 en 3 wordt een damwand geplaatst. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijs kan dit een kleinere uitstroom van grondwater richting het Pannerdensch kanaal in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in het Pannerdensch kanaal. Nabij de damwand is een sterk verontreinigde locatie aanwezig (Loostraat 42). De damwand kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging. De stalen damwand bij alternatief 2 wordt dieper geplaatst dan de kunststof damwand in alternatief 3. Alternatief 2 scoort zeer negatief (- -) en alternatief 3 scoort negatief (-).

5.5.2 Oppervlaktewater

5.5.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loodijk - Schans alternatief 1

Alternatief 1 heeft een tijdelijk negatief effect op de oppervlaktewaterstroming (-), doordat meerdere slootjes bij dijkpalen 209, 208, 207, 212, 213, 214 en 215 geraakt worden. Tijdens de werkzaamheden zullen de slootjes beïnvloed worden door de klei-ingravingen, maar na afloop van de werkzaamheden zullen deze weer in hun huidige staat hersteld worden.

Loodijk - Schans alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Loodijk - Schans alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Voor alternatieven 2 en 3 treedt er geen effect op de oppervlaktewaterstroming. Voor alternatief 1 worden enkele slootjes buitendijks geraakt, wat een negatief effect heeft op de oppervlaktestroming (-).

5.5.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Loodijk - Schans alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen negatief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. De slootjes hebben geen invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Loodijk - Schans alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Loodijk - Schans alternatief 3 (voorkeursalternatief)

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject Loodijk - Schans bestaan er drie alternatieven. Voor alle drie alternatieven (1, 2 en 3) treedt er geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

5.6 Mosterdhof

In Tabel 14 zijn de effecten op gebied van Grond- en Oppervlaktewater voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 14. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Mosterdhof

Subaspect	Criterium	Mosterdhof alternatief 1	Mosterdhof alternatief 2
Grondwater	Effect op grondwaterstand	0	0
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	-	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0	0

5.6.1 Grondwater

5.6.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Mosterdhof alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 bestaat uit het aanbrengen van een kleilaag van minimaal 1,5 m dikte in het voorland (buitendijks). Hierbij gaat het om een klei-ingraving met een breedte van 35 m (dwars op de dijk), waarbij bovenop de klei-ingraving 1 m van de aanwezige grond wordt teruggebracht. Overal waar de klei-ingraving wordt toegepast heeft de kleilaag een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuurgraslanden geldt (N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland). Voor deze gebruiksfunctie is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief.

Mosterdhof alternatief 2 (voorkeursalternatief)

In alternatief 2 wordt in het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht in het binnentalud. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 tot 30 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting de IJssel, waardoor de grondwaterstand door opstuwung van het grondwater binnendijks hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijks zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op de IJssel) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van de IJssel vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijks worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijks niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijks zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de directe omgeving van de damwand, waarbij buitendijks de gebruiksfunctie natuur geldt (N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland) en binnendijks de gebruiksfunctie stedelijk gebied. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

Samenvattende beoordeling

Binnen alternatief 1 kan de klei-ingraving in het voorland (buitendijks) leiden tot hogere grondwaterstanden in gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden in droge perioden. Zowel een vernatting als verdroging heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie: natuur (N12.02 Kruiden- en faunarijck grasland).

In alternatief 2 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen van de grondwaterstand zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

5.6.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Mosterdhof alternatief 1

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar het diepere bodemlagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op de IJssel onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijks uitstromen - als kwel.

In de directe omgeving van de klei-ingraving zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft het alternatief geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Mosterdhof alternatief 2 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van een damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijks betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting de IJssel in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in de IJssel (bij hoge rivierpeilen).

In de directe omgeving van de damwand zijn geen grondwaterverontreiniging(en) aanwezig, of grondwater met verschillende kwaliteiten. Daarmee heeft de plaatsing van de damwand geen effect op de grondwaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

In alternatief 1 leidt de klei-ingraving tot een afremming van de infiltratie van regenwater naar diepere bodemlagen. Als er een hoogwatergolf optreedt in de IJssel, en de uitwaarden onder water staan, zorgt de klei-ingraving voor een afremming van de infiltratie van het rivierwater naar onderliggende bodemlagen, en ook binnendijks tot kleinere uitstroom - als kwel. In beide situaties gaat het om afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt.

In alternatief 2 is de plaatsing van een damwand opgenomen. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming, die sterker is naarmate de damwand dieper wordt doorgezet. Binnendijs kan dit een kleinere uitstroom van grondwater richting de IJssel in de zomer, en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in de IJssel. Beide effecten leiden niet tot een (grotere) vermenging van grondwater.

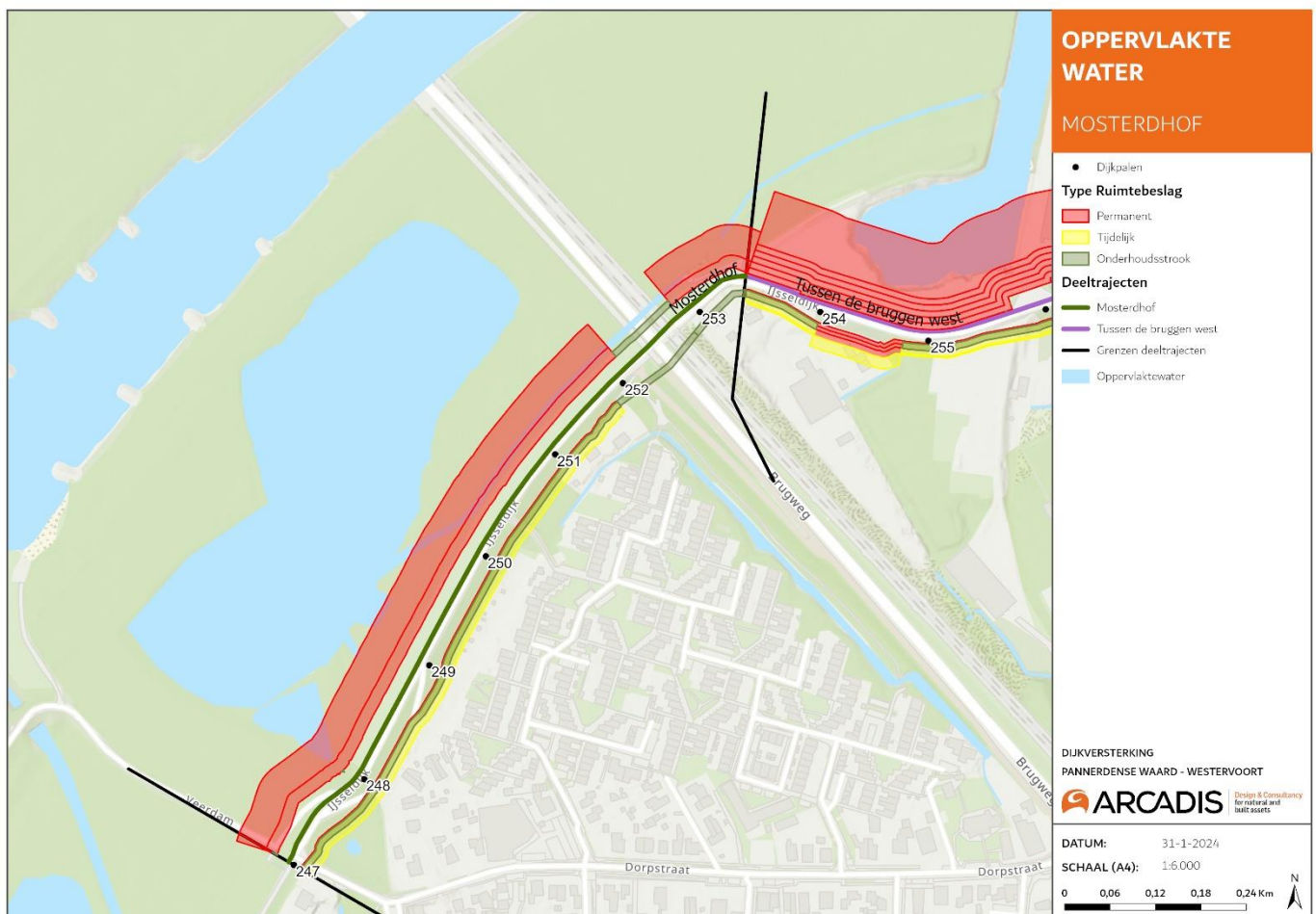
5.6.2 Oppervlaktewater

5.6.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Mosterdhof alternatief 1

Alternatief 1 blokkeert een sloot, waardoor de oppervlaktewaterstroming in geding komt, zie Figuur 5.3 . Alternatief 1 scoort negatief (-).



Figuur 5.3 Ruimtebeslag Mosterdhof alternatief 1 met oppervlaktewater

Mosterdhof alternatief 2 (voorkeursalternatief)

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming en scoort neutraal (0). Alternatief 1 blokkeert een buitendijks gelegen sloot, waardoor de oppervlaktewaterstroming in geding komt. Alternatief 1 scoort negatief (-).

5.6.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Mosterdhof alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Mosterdhof alternatief 2 (voorkeursalternatief)

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Voor deeltraject Mosterdhof zijn er twee alternatieven. Alternatief 1 en 2 hebben geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

5.7 Tussen de Bruggen West

In Tabel 15 zijn de effecten op gebied van Grond- en Oppervlaktewater voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 15. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Tussen de Bruggen West

Subaspect	Criterium	Tdb West alternatief 1	Tdb West alternatief 2	Tdb West alternatief 3	Tdb West alternatief 4	Tdb West alternatief 5
Grondwater	Effect op grondwaterstand	-	+	0	0	-
	Effect op grondwaterkwaliteit	0	--	-	-	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	0	0	0	0	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0	0	0	0	0

5.7.1 Grondwater

5.7.1.1 Effect op grondwaterstand

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Tussen de Bruggen West alternatief 1

De klei-ingraving in alternatief 1 bestaat uit het aanbrengen van een kleilaag van minimaal 1,5 m dikte in het voorland (buitendijks). Hierbij gaat het om een klei-ingraving met een breedte van 25 tot 70 m (dwars op de dijk), waarbij bovenop de klei-ingraving 1 m van de aanwezige grond wordt teruggebracht. Overal waar de klei-ingraving wordt toegepast heeft de kleilaag een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuur (N12.03 Glanshaverhooiland) en agrarisch gebied geldt. Voor de gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief. Voor het gebruikstype agrarisch gebied kunnen hogere grondwaterstanden bij gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden bij droge periode negatief uitpakken (-).

Tussen de Bruggen West alternatief 2

In alternatief 2 wordt in een deel een stalen damwand tot ongeveer 15 meter onder maaiveld aangebracht in de teen, en wordt in rest van het deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 tot 25 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een (groot) deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting de IJssel, waardoor de grondwaterstand door opstuwing van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op de IJssel) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van de IJssel vandaan richting het binnendijs gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden klein zijn en zich beperken tot de nabije omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de nabije omgeving van de damwand, waarbij buitendijs de gebruiksfunctie natuur (N12.03 Glanshaverhooiland) en agrarisch gebied geldt, en binnendijs gebruiksfunctie agrarisch en stedelijk gebied. Voor deze gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief. Verder worden buitendijs de grondwaterstanden sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de damwand naar verwachting gering is. Binnendijs kunnen hogere grondwaterstanden bij droge tot gemiddelde omstandigheden, en lagere grondwaterstanden bij hoogwaterperioden positief uitwerken voor het agrarisch en stedelijke gebied (+).

Tussen de Bruggen West alternatief 3

In alternatief 3 wordt in bijna het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht en de as van de dijk rivierwaarts verschoven. De asverschuiving heeft geen effect op grondwaterstromingen. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 tot 25 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een (groot) deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting de IJssel, waardoor de grondwaterstand door opstuwing van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op de IJssel) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van de IJssel vandaan richting het binnendijs gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijs worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijs niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijs zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de directe omgeving van de damwand, waarbij buitendijs de gebruiksfunctie natuur (N12.03 Glanshaverhooiland) en agrarisch gebied geldt, en binnendijs gebruiksfunctie agrarisch en stedelijk gebied. Voor zowel het binnendijs gebied als het buitendijs gebied geldt dat de verwachte veranderingen zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

Tussen de Bruggen West alternatief 4 (voorkeursalternatief)

In alternatief 4 wordt in bijna het hele deeltraject een kunststof damwand tot een diepte van ongeveer 10 meter onder maaiveld aangebracht. Deze damwand is nagenoeg ondoorlatend, waardoor dit zal leiden tot een blokkade van de (horizontale) grondwaterstroming. Uit boringen en de landelijke schematisaties van de ondergrond GeoTOP (versie 1.6) en REGIS II (versie 2.2) volgt dat er mogelijk een slecht doorlatende kleilaag aanwezig is vanaf ongeveer 20 tot 25 meter onder maaiveld. Dit betekent dat de damwand niet de volledige watervoerende laag afsluit, en grondwater onder de damwanden kan doorstromen. Maar dit betekent wel dat de grondwaterstroming over een (groot) deel van de watervoerende laag wordt tegengehouden.

Onder gemiddelde tot droge omstandigheden stroomt het grondwater richting de IJssel, waardoor de grondwaterstand door opstuwing van het grondwater binnendijs hoger zal worden dan de huidige situatie. Buitendijs zullen de grondwaterstanden dalen ten opzichte van de huidige situatie.

Bij een hoogwatersituatie (op de IJssel) keert de stromingsrichting van het grondwater om, en stroomt het grondwater van de IJssel vandaan richting het binnendijkse gebied. Omdat de grondwaterstanden bij een hoogwatersituatie buitendijks worden gedomineerd door het rivierpeil zullen de grondwaterstanden buitendijks niet tot nauwelijks veranderen, maar binnendijks zullen de grondwaterstanden minder hoog zijn dan in de huidige situatie. Omdat de watervoerende laag niet volledig geblokkeerd wordt, en het resterende doorstroombare deel van de watervoerende laag een hoge doorlatendheid heeft, zullen de effecten naar verwachting in alle omstandigheden zeer klein zijn en zich beperken tot de directe omgeving van damwand.

De effecten beperken zich tot de directe omgeving van de damwand, waarbij buitendijks de gebruiksfunctie natuur (N12.03 Glanshaverhooiland) en agrarisch gebied geldt, en binnendijks gebruiksfunctie agrarisch en stedelijk gebied. Voor zowel het binnendijkse en buitendijkse gebied geldt dat de verwachte veranderingen zeer klein zijn en daarmee geen significant effect hebben op de gebruiksfuncties.

Tussen de Bruggen West alternatief 5

De klei-ingraving in alternatief 5 bestaat uit het aanbrengen van een kleilaag van minimaal 1,5 m dikte in het voorland (buitendijks). Hierbij gaat het om een klei-ingraving met een breedte van 20 tot 60 m (dwars op de dijk), waarbij bovenop de klei-ingraving 1 m van de aanwezige grond wordt teruggebracht. Overal waar de klei-ingraving wordt toegepast heeft de kleilaag een (sterk) remmende werking op de verticale grondwaterstroming. Dit betekent bijvoorbeeld dat neerslag (veel) minder snel naar het onderliggende watervoerende pakket kan stromen.

Onder gemiddelde en natte omstandigheden zal de grondwaterstand - boven de kleilaag - naar verwachting hoger zijn dan in de huidige situatie. Bij droge omstandigheden kan de grondwaterstand lager worden dan in de huidige situatie, omdat er minder aanvulling (kwel) vanuit het onderliggende watervoerende pakket mogelijk is. De stijghoogte in het onderliggende watervoerende pakket wordt sterk gedomineerd door het rivierpeil, waardoor de invloed van de klei-ingraving naar verwachting gering is.

De effecten beperken zich tot het buitendijkse gebied, waar de gebruiksfunctie natuur (N12.03 Glanshaverhooiland) en agrarisch gebied geldt. Voor de gebruiksfunctie natuur is de potentiële verandering van de grondwaterstand niet nadelig of positief, maar voor het gebruikstype agrarisch gebied kunnen hogere grondwaterstanden bij gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden bij droge periode negatief uitpakken (-).

De asverschuiving in dit alternatief heeft geen effect op grondwaterstromingen.

Samenvattende beoordeling

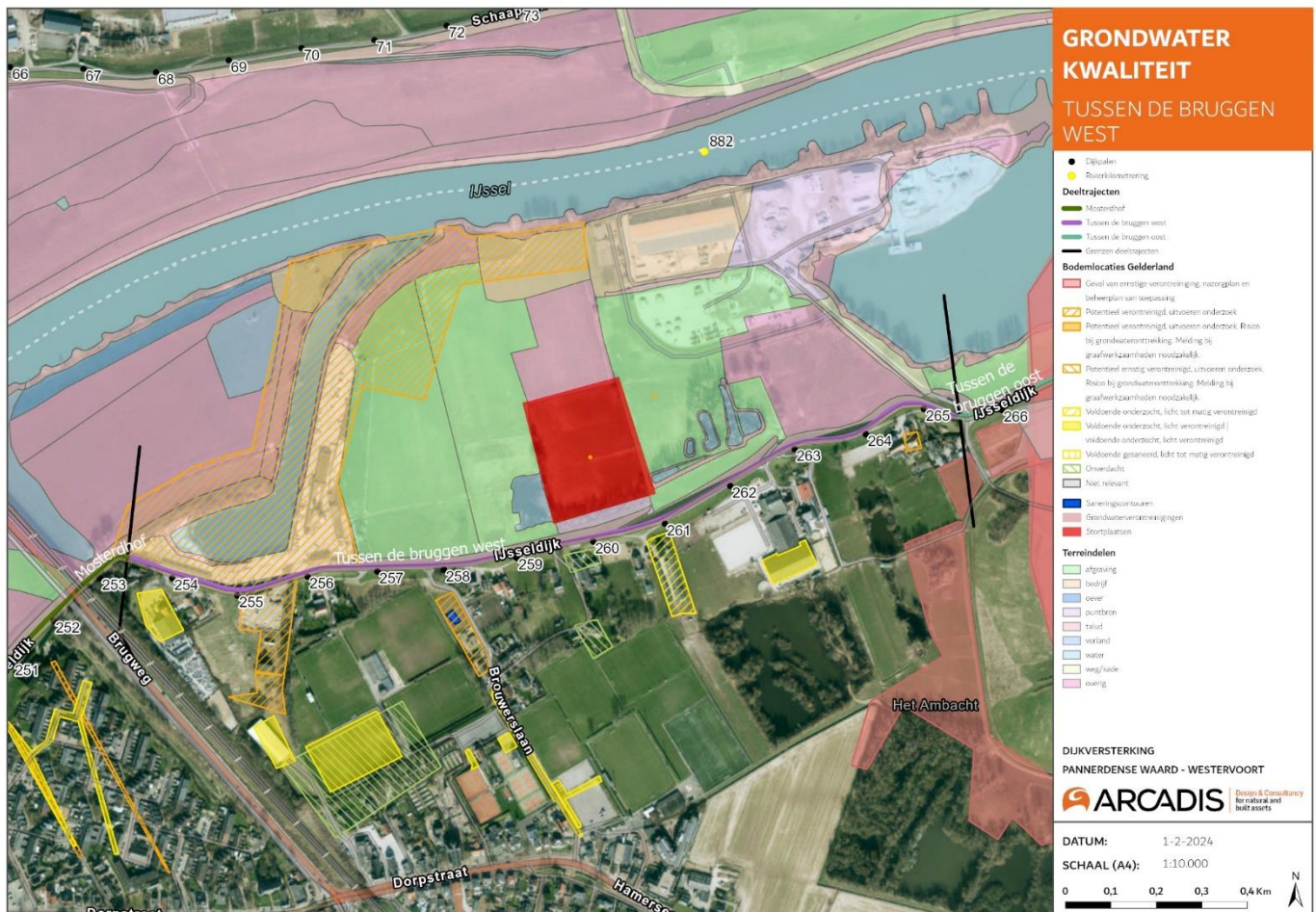
In alternatief 1 en 5 kan de klei-ingraving in het voorland (buitendijks) leiden tot hogere grondwaterstanden in gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden in droge perioden. Zowel een vernatting als verdroging heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie: natuur (N12.03 Glanshaverhooiland). Echter buitendijks is ook het gebruikstype agrarisch gebied aanwezig, waarbij hogere grondwaterstanden bij gemiddelde tot natte perioden, en lagere grondwaterstanden bij droge periode negatief uit kunnen pakken. De alternatieven scoren daarom negatief (-).

In alternatief 2, 3 en 4 wordt een kunststof en/of stalen damwand geplaatst. Hierdoor kan grondwater minder goed onder de dijk doorstromen. In droge omstandigheden (in de zomer) stroomt door de damwand mogelijk minder grondwater onder de dijk door richting de IJssel. De grondwaterstand is dan binnendijks wat hoger. In natte omstandigheden (in de winter) stroomt minder rivierwater vanaf de IJssel onder de dijk door richting het binnenland. De grondwaterstand is dan binnendijks wat lager. Het effect is zeer gering en treedt alleen binnendijks op in de directe omgeving van de damwand, maar kan positief uitwerken voor de agrarische percelen en de woningen binnendijks. Het effect is groter als de damwand langer is, het effect is daarom als positief beoordeeld bij de diepe stalen damwanden (+). Het effect is verwaarloosbaar bij de ondiepere kunststof damwanden. Alternatief 2 scoort daarom positief (+) en alternatief 3 en 4 scoren neutraal (0).

Buitendijks heeft de rivier een grote invloed op de grondwaterstanden. Een lichte vernatting of verdroging in de directe omgeving van de damwand heeft geen positief of negatief effect voor de aanwezige gebruiksfunctie natuur (N12.03 Glanshaverhooiland) of de gebruiksfunctie agrarisch gebied (0).

5.7.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium. In dit deeltraject is sprake van een grondwaterverontreiniging ter hoogte van Loostraat 42, zie Figuur 5.4.



Figuur 5.4 Grondwaterkwaliteit in deeltraject Tussen de Bruggen West

Tussen de Bruggen West alternatief 1

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar het diepere bodemlagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op de IJssel onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijs uitstromen - als kwel.

In beide situaties is het effect van de klei-ingraving een afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt en dus geen effect op de grondwaterkwaliteit optreedt.

Tussen de Bruggen West alternatief 2

De plaatsing van een stalen damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 15 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijs betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting de IJssel in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in de IJssel (bij hoge rivierpeilen).

In het oostelijk deel van traject is nabij de damwand een sterk verontreinigde locatie aanwezig (stortplaats Driegaarden). De plaatsing van de damwand kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging, en daarmee een zeer negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit (- -).

Tussen de Bruggen West alternatief 3

De plaatsing van een kunststof damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijks betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting de IJssel in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in de IJssel (bij hoge rivierpeilen).

In het oostelijk deel van traject is nabij de damwand een sterk verontreinigde locatie aanwezig (stortplaats Driegaarden). De plaatsing van de damwand kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging, en daarmee een negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit (-).

Tussen de Bruggen West alternatief 4 (voorkeursalternatief)

De plaatsing van de kunststof damwand in het binnentalud - tot een diepte van ongeveer 10 m onder maaiveld - zal leiden tot gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Binnendijks betekent dit een kleinere uitstroom van grondwater richting de IJssel in de zomer (bij lage rivierpeilen), en een kleinere instroom van rivierwater in de winter bij hoge waterpeil in de IJssel (bij hoge rivierpeilen).

In het oostelijk deel van traject is nabij de damwand een sterk verontreinigde locatie aanwezig (stortplaats Driegaarden). De plaatsing van de damwand kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging, en daarmee een negatief effect hebben op de grondwaterkwaliteit (-).

Tussen de Bruggen West alternatief 5

Door de klei-ingraving in het voorland van dit alternatief wordt de infiltratie van regenwater afgeremd, en blijft er boven de kleilaag in natte perioden schijngrondwater staan. Dit betekent een lokale afremming van de infiltratie van regenwater naar het diepere bodemlagen. Wanneer de uitwaarden door een hoogwatergolf op de IJssel onder water komen te staan, zal er ook een kleinere hoeveelheid water infiltreren, en ook minder binnendijks uitstromen - als kwel.

In beide situaties is het effect van de klei-ingraving een afremming van de grondwaterstroming, waardoor geen vermenging van grondwater optreedt en dus geen effect op de grondwaterkwaliteit optreedt.

Samenvattende beoordeling

In alternatief 1 en 5 leidt de klei-ingraving niet tot een vermenging van grondwater en de alternatieven scoren daarom neutraal (0).

Nabij de verticale maatregel is een sterk verontreinigde locatie aanwezig (stortplaats Driegaarden). In alternatief 2, 3 en 4 wordt een verticale maatregel geplaatst. Dit leidt tot een gedeeltelijk blokkade van de grondwaterstroming en kan leiden tot een verspreiding van de grondwaterverontreiniging. Het effect is groter naarmate de verticale maatregel dieper wordt doorgezet. De kunststof damwanden in alternatief 3 en 4 (10 meter diep) scoren negatief (-). De stalen damwanden in alternatief 2 (15 meter diep) zijn zeer negatief beoordeeld (- -).

5.7.2 Oppervlaktewater

5.7.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Tussen de Bruggen West alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Tussen de Bruggen West alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Tussen de Bruggen West alternatief 3

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Tussen de Bruggen West alternatief 4 (voorkeursalternatief)

Alternatief 4 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Tussen de Bruggen West alternatief 5

Alternatief 5 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

Samenvattende beoordeling

Voor het deeltraject tussen de bruggen west bestaan 5 verschillende alternatieven. Alle 5 alternatieven leiden tot geen effect op de oppervlaktewaterstroming. Ook de meekoppelkans Steenbekleding buitentalud heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

5.7.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Onderstaand zijn per alternatief de effecten beschreven voor dit criterium.

Tussen de Bruggen West alternatief 1

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Tussen de Bruggen West alternatief 2

Alternatief 2 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Tussen de Bruggen West alternatief 3

Alternatief 3 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Tussen de Bruggen West alternatief 4 (voorkeursalternatief)

Alternatief 4 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Tussen de Bruggen West alternatief 5

Alternatief 5 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Samenvattende beoordeling

Voor het deeltraject tussen de bruggen west bestaan 5 verschillende alternatieven. Alle alternatieven 1, 2, 3, 4 en 5 hebben geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit. Ook de meekoppelkans Steenbekleding buitentalud heeft geen effect op de oppervlaktekwaliteit.

5.8 Tussen de Bruggen Oost

In Tabel 16 zijn de effecten op gebied van Grond- en Oppervlaktewater voor dit deeltraject weergegeven. Het oranje omkaderde alternatief is verkozen tot voorkeursalternatief.

Tabel 16. Criteriumscores per alternatief voor deeltraject Tussen de Bruggen Oost

Subaspect	Criterium	Tdb Oost alternatief 1
Grondwater	Effect op grondwaterstand	0
	Effect op grondwaterkwaliteit	0
Oppervlaktewater	Effect op oppervlaktewaterstroming	0
	Effect op oppervlaktewaterkwaliteit	0

5.8.1 Grondwater

5.8.1.1 Effect op grondwaterstand

De verhoging van de kruin en het binnentalud heeft geen substantiële invloed op de grondwaterstand en grondwaterstroming, en daarmee ook geen invloed op de aanwezige grondwaterverontreiniging bij de stortplaats Driegaarden.

5.8.1.2 Effect op grondwaterkwaliteit

De verhoging van de kruin en het binnentalud heeft geen substantiële invloed op de grondwaterstroming. Daarmee hebben de maatregelen ook geen invloed op de grondwaterkwaliteit, waaronder de aanwezige grondwaterverontreiniging bij de stortplaats.

5.8.2 Oppervlaktewater

5.8.2.1 Effect op oppervlaktewaterstroming

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterstroming.

5.8.2.2 Effect op oppervlaktewaterkwaliteit

Alternatief 1 heeft geen effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

6 Mitigatie, compensatie en leemte in kennis

6.1 Mitigerende- en compenserende maatregelen

Mitigerende maatregelen worden genomen om de negatieve effecten van een project op het milieu te verminderen of te voorkomen. Als mitigatie niet voldoende is om de negatieve effecten volledig te voorkomen of te verminderen, kunnen compenserende maatregelen worden toegepast. In dat geval worden de negatieve effecten van een project op het milieu gecompenseerd. De effecten in MER Fase 1 zijn beoordeeld zonder mitigatie of compensatie, ook wanneer deze mitigatie wettelijk verplicht. Hiermee zijn belangrijke risico's in beeld gebracht.

Deze maatregelen staan hieronder beschreven. In de opvolgende planuitwerkingsfase wordt onderzocht welke maatregelen daadwerkelijk worden toegepast.

- Indien er als gevolg de klei-ingraving vernatting optreedt bij percelen, kan er gedacht worden aan het aanleggen van greppels, drains of watergangen. Een andere compenserende maatregel is het ophogen van het perceel.
- Tijdens de realisatie is bij de klei-ingravingen soms sprake van een tijdelijk effect op oppervlaktewater, als water tijdelijk gedempt moet worden. Het voorkomen van negatieve effecten als gevolg hiervan is een aandachtspunt voor de realisatiefase.
- De voorziene verticale maatregelen in het voorkeursalternatief kunnen veranderingen van de grondwaterstand tot gevolg hebben. Dit kan effect hebben op de percelen in de directe nabijheid van de dijk of op de aanwezige grondwaterverontreinigingen. Er zijn mogelijkheden om dit effect te mitigeren, namelijk de damwand korter maken of een verticale maatregel aanleggen die water doorlaat. De eventuele aantrekking van grondwaterverontreiniging door bemaling kan worden gemitigeerd door de bemalingsmethode aan te passen of door retourbemaling toe te passen. Met een lokaal of regionaal grondwatermodel kan de impact van de dijkversterking op de verontreiniging worden onderzocht.

6.2 Leemte in kennis

Bij een leemte in kennis is er sprake van onvoldoende informatie om definitief inzicht te geven in de milieueffecten van een project. Een leemte in kennis ontstaat veelal omdat er nog onvoldoende onderzoek of gegevens beschikbaar zijn. Het benoemen van de leemten in kennis brengt de missende informatie in beeld en helpt bij het plannen van (mogelijk) aanvullend onderzoek in de volgende fase. Voor dit thema zijn de leemte in kennis hieronder beschreven.

Het exacte effect van de plaatsing van damwanden op de regionale en lokale grondwaterstroming is nog niet onderzocht. Het is wenselijk om met een lokaal of regionaal grondwatermodel inzicht te krijgen in (1) de effecten van het gedeeltelijk blokkeren van de grondwaterstroming in het eerste watervoerende pakket, en (2) de eventuele verspreiding/ verplaatsing van grondwaterverontreiniging door de gedeeltelijke blokkade van de grondwaterstroming. Indien nodig kan met een grondwatermodelberekening onderzocht worden of nadere maatregelen, zoals het toepassen van drains, de aanleg van dijksloten of de aanvoer van water voor de beheersing van grondwaterpeilen, nodig zijn om negatieve effecten te voorkomen.

Colofon

ACHTERGROND RAPPORT GROND- EN OPPERVLAKTEWATER
BIJLAGE VAN HET MILIEUEFFECTRAPPORT FASE 1 DIJKVERSTERKING PANNERDENSE WAARD -
WESTERVOORT

KLANT

Waterschap Rijn en IJssel

AUTEUR

Arcadis Nederland B.V.

DATUM

26 april 2024

Over Arcadis

Arcadis is de leidende wereldwijd opererende datagedreven duurzame ontwerp-, advies- en consultancyorganisatie op het gebied van de natuurlijke en gebouwde omgeving. Wij zijn met 36.000 architecten, data-analisten, ingenieurs, projectplanners, water- en duurzaamheidexperts. Onze gedeelde passie is: Improving quality of life. Toewijding aan de strategie 'accelerating a planet positive future' onderschrijft onze wereldwijde samenwerking met klanten en hoe we hen helpen met duurzame projectkeuzes. We combineren digitale met mensgerichte innovaties en omarmen toekomstgerichte vaardigheden op het gebied van milieu, energie, water, gebouwen, transport en infrastructuur. We werken vanuit meer dan dertig landen en rapporteerden in 2023 een bruto omzet van 5 miljard euro. www.arcadis.com

www.arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Nederland

T +31 (0)88 4261 261

Arcadis. Improving quality of life

Volg ons op

