

Bijlage B | Kansrijke alternatieven

Overzicht alternatieven

In de Rapportage Selectie Kansrijke Alternatieven [Bron 8] zijn de kansrijke alternatieven toegelicht. Hieronder is een samenvatting opgenomen, met de reden waarom ieder alternatief is ontstaan. Waar dat mogelijk is, is per alternatief al een algemene beoordeling op basis van zeef 1 uit het afweegkader opgenomen. In Tabel B-1 staat aangegeven welke alternatieven in welk ontwerpvak kansrijk waren. De kansrijke alternatieven zijn per ontwerpvak weergegeven met een groen vak, met de letter 'J'. Figuur B-1 geeft een overzicht van de ligging van de ontwerpvakken.

Tabel B-1 Overzicht kansrijke alternatieven per ontwerpvak (groene vakken)

Ontwerpvak → Alternatief ↓	1a	1b	2	3	4	5	6a	6b	6c
1. Grond binnendijs	J	J	J	J	J	J		J	J
2. Grond buitendijs	N	N	N	J	J	J	*	N	N
3. Constructie binnendijs (langsconstructie)	N	J	J	J	J	J		J	J
4. Constructie binnendijs (filter watergang)	J	N	N	N	N	N		J	N
5. Constructie buitendijs	N	N	J	N	N	N		N	J
6. Weerstand verhogen voorland	J	N	N	N	N	N		N	N
7. Kwelkade	N	N	N	N	N	N		J	J

* In dijkvak 6a is gebleken dat geen afweging meer nodig is. In dit ontwerpvak is binnendijs een leiding aanwezig die is afgekeurd. Deze leiding moet aangepast worden. Het profiel van de dijk verandert hierdoor zeer waarschijnlijk niet. Ook is over een korte afstand in dit ontwerpvak sprake van een opgave voor piping en heave. De pipingopgave beperkt zich tot het opbarsten van de bodem van de kopsloot die hier aanwezig is. De kopsloot ligt te dicht bij de dijk. Het deel dat het dichtst bij de dijk ligt wordt gedempt.



Figuur B-1 Ontwerpvakken in deeltraject Elden-Heteren

Beschrijving alternatieven

De volgende paragrafen geven een algemene beschrijving van de onderzochte kansrijke alternatieven. In de begeleidende figuren is het principe van de maatregel geschetst. Hierin

is de bestaande dijk steeds in groen weergegeven en de maatregel in grijs en zwart. Het deel links van de dijk is binnendijks. Rechts van de dijk is buitendijks (Nederrijn).

In Bijlage I | Tekeningen voorkeursalternatief zijn de kaarten met het indicatieve profiel en ruimtebeslag per ontwerpvak opgenomen.

1 – Grond binnendijks

Vanuit de voorkeur in grond te versterken en de werkwijze om de ‘randen van het speelveld’ te verkennen, zijn de combinaties van bouwstenen met het grootste binnendijkse ruimtebeslag gemaakt. In dit alternatief is binnendijks versterkt. Dit alternatief kan zowel worden ingezet voor de opgave voor macrostabiliteit binnendijks (STBI) als piping en heave (STPH) of de combinatie hiervan en kent de volgende verschijningsvormen:

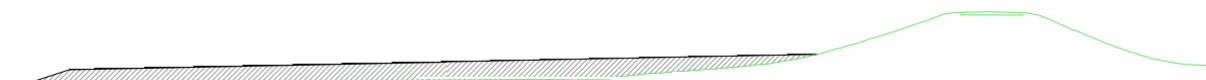
- Verflauwen van het binnentalud met stabiliteitsberm ten behoeve van STBI;
- Pipingberm ten behoeve van STPH;
- Dempen en verleggen watergang ten behoeve van STPH.

De binnendijkse grondoplossing is **in alle ontwerpvakken** een mogelijk alternatief. In onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen. Daaronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven.

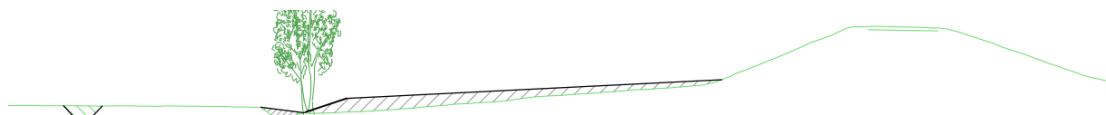
Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria	Uitvoerbaarheid, beheerbaarheid, veiligheid: Een grondoplossing is over het algemeen eenvoudig uit te voeren. Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 sluit goed aan bij de doelstellingen vanuit beheer en draagt bij aan de uitvoerbaarheid en veiligheid van de dijkversterking. Riviersysteem: Bij een binnendijkse versterking met grond vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed. Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie, wat de subsidiabiliteit ten goede komt.
Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria	Inpassing in de omgeving: Grote grondaanvullingen kunnen het unieke karakter van het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk aantasten. Gebruik en draagvlak: Binnendijkse grondoplossing vragen ruimte aan de binnenzijde van de dijk. Met name pipingbermen reiken relatief ver landinwaarts. Dit kan invloed hebben op het gebruik en het draagvlak in de omgeving.



Figuur B-2 Alternatief 1 Grond binnendijks; uitgaande van opgave macrostabiliteit binnendijks (flauw talud)



Figuur B-3 Alternatief 1 Grond binnendijks; uitgaande van opgave piping en heave (langere lage berm), biedt inclusief taludverflauwing ook oplossing voor macrostabiliteit binnendijks



Figuur B-4 Alternatief 1 Grond binnendijks; uitgaande van opgave piping en heave (sloot dempen en verleggen), hier inclusief pipingberm tussen dijk en sloot

2 – Grond buitendijks

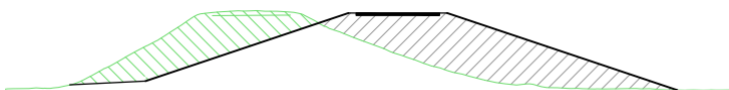
Vanuit de voorkeur in grond te versterken en de werkwijze om de ‘randen van het speelveld’ te verkennen, zijn de combinaties van bouwstenen met het grootste buitendijkse ruimtebeslag gemaakt. Als tegenhanger van het binnendijkse alternatief, is deze juist rivierwaarts (buitendijks) versterkt. De binnenteen blijft op dezelfde plaats liggen met als voordeel dat de binnendijkse inrichting gelijk blijft. Dit alternatief kan zowel worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor macrostabiliteit binnendijks (STBI) als piping en heave (STPH), of de combinatie hiervan en kent de volgende verschijningsvormen:

- Vanaf de bestaande binnenteen een beheerpad, verflauwd talud van 1:3 en nieuwe kruin met huidige kruinbreedte, met een buitentalud van 1:3.
- Gelijk aan bovenstaande, aangevuld met extra klei (weerstand) in het voorland ten behoeve van STPH.

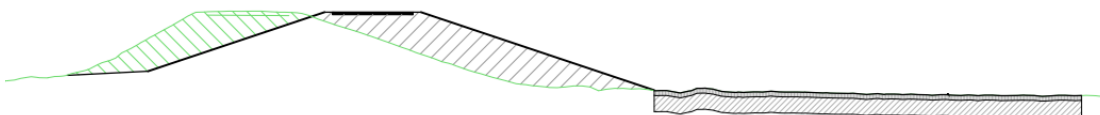
De buitendijkse grondoplossing is **in alle ontwerpvakken met een stabiliteitsopgave (3, 4 en 5)** een mogelijk alternatief. In onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen. Daaronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven.

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria	Beheerbaarheid: Het verflauwen van de taludhelling naar 1:3 bij de buitendijkse grondoplossing draagt bij aan een betere beheerbaarheid, zoals vastgelegd in doelstellingen. Gebruik en draagvlak: Door de versterking buitendijks uit te voeren, blijven binnendijkse waarden en functies behouden, zoals wonen, werken en landbouw. Veiligheid gebruiksfase: Het aanpassen van de taludhellingen naar 1:3 verhoogt de veiligheid tijdens de gebruiksfase en sluit aan bij de doelstellingen van beheer.
Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria	Riviersysteem: Met een buitendijkse grondoplossing verandert het buitendijks gelegen gebied, waardoor het riviersysteem wordt beïnvloed. Inpassing in de omgeving: Buitendijkse dijkversterkingen kunnen het unieke karakter van het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk aantasten. Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: Een buitendijkse grondoplossing is over het algemeen eenvoudig uit te voeren, maar buitendijks werken brengt nadelen met zich mee door de planning en logistiek rondom mogelijke hoogwatersituaties.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het gebruik van een constructie. Maar een buitendijkse versterking vereist aanzienlijk meer grondverzet dan een binnendijkse grondoplossing.



Figuur B-5 Alternatief 2 Grond buitendijks; uitgaande van opgave macrostabiliteit binnendijks (flauw talud). De nieuwe dijk verschuift richting de Nederrijn (zwart getekend).



Figuur B-6 Alternatief 2 Grond buitendijks; uitgaande van opgave piping en heave (weerstand voorland), biedt ook oplossing voor macrostabiliteit binnendijks. De nieuwe dijk verschuift richting de Nederrijn (zwart getekend).

3 – Constructie binnendijks - langsconstructie

Alternatief 3 Constructie binnendijks (langsconstructie) behoudt het bestaande smalle profiel van de dijk. Hier is gekozen voor een versterking die binnendijks ondergronds wordt aangebracht; zoals een langsconstructie of een grondverbetering. Het bestaande profiel wordt behouden met als voordeel dat de binnendijkse inrichting gelijk blijft.

Dit alternatief kan zowel worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor macrostabiliteit binnendijks (STBI) als piping en heave (STPH), of de combinatie hiervan en kent de volgende verschijningsvormen:

- Grondverbetering binnentalud ten behoeve van STBI (in grijs);
- Langsconstructie binnentalud ten behoeve van STBI (in zwart);
- Langsconstructie binnenteen ten behoeve van STPH (in zwart).

De constructie binnendijks is **in alle ontwerpvakken** een mogelijk alternatief. In onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen. Daaronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven.

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

Waterveiligheid: Constructies worden ontworpen voor een periode van 100 jaar en bieden daardoor langer waterveiligheid volgens de norm dan een grondoplossing, die voor 50 jaar wordt ontworpen.

Riviersysteem: Met het plaatsen van een constructie vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.

Inpassing in de omgeving: Met het plaatsen van een constructie blijft het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk behouden, wat de inpassing in de omgeving versterkt.

Gebruik en draagvlak: Met het plaatsen van een constructie kunnen binnendijks aanwezige waarden en functies, zoals wonen, werken en landbouw behouden blijven.

Dit alternatief scoort in de

Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: Bij het plaatsen van een constructie wordt het huidige, steile dijktaalud niet aangepast. Deze te

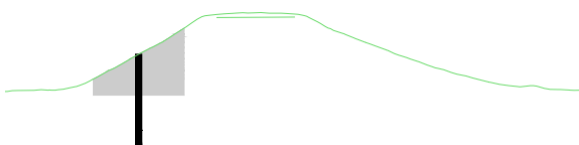
basis minder
goed op de
criteria

steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor
beheerbaarheid.

Uitvoerbaarheid: Het aanbrengen van een constructie is complex. Bij
onvoldoende draagvlak van de ondergrond kan het nodig zijn om
hulpconstructies te gebruiken en zwaarder materieel in te zetten.

Veiligheid realisatiefase: Het plaatsen van constructies brengt over het
algemeen meer risico met zich mee, zoals hijswerk en trillingen.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het plaatsen van een
constructie is vaak duurder dan een versterking in grond, waardoor de
subsidiabiliteit afneemt.



Figuur B-7 Alternatief 3 Constructie binnendijks (langsconstructie); uitgaande van opgave macrostabiliteit binnendijks (damwand en/of dijkvernageling) biedt door verlenging damwand ook een oplossing voor piping en heave.

4 – Constructie binnendijks - filter watergang

Dit alternatief behoudt het bestaande profiel van de dijk. Hier is gekozen voor een
versterking die binnendijks in de bestaande watergang wordt aangebracht. Dit alternatief
kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor piping (STPH).

In de fase van kansrijke alternatieven vormde dit alternatief een variant op de binnendijkse
constructie. De algemene voor- en nadelen zijn daarom vergelijkbaar met alternatief 3.



Figuur B-8 Alternatief 4 Constructie binnendijks in de vorm van filter in binnendijkse watergang; uitgaande van opgave piping en heave.

5 – Constructie buitendijks

Dit alternatief behoudt het bestaande profiel van de dijk. Hier is gekozen voor een
versterking die buitendijks ondergronds wordt aangebracht; zoals een langsconstructie om
de kwelweg te verlengen. Dit alternatief kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave
voor piping (STPH).

De constructie buitendijks is **in alle ontwerpvakken met een pipingopgave (1a, 1b, 2, 6b en 6c)** een mogelijk alternatief. In onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van
dit alternatief opgenomen. Daaronder zijn de bijbehorende profielen indicatief
weergegeven.

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria

Waterveiligheid: Constructies worden ontworpen voor een periode van 100 jaar en bieden daardoor langer waterveiligheid volgens de norm dan een grondoplossing, die voor 50 jaar wordt ontworpen.

Riviersysteem: Met het plaatsen van een constructie vinden geen buitendijkse veranderingen plaats, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed.

Inpassing in de omgeving: Met het plaatsen van een constructie blijft het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk behouden, wat de inpassing in de omgeving versterkt.

Gebruik en draagvlak: Met het plaatsen van een constructie kunnen binnendijks aanwezige waarden en functies, zoals wonen, werken en landbouw behouden blijven.

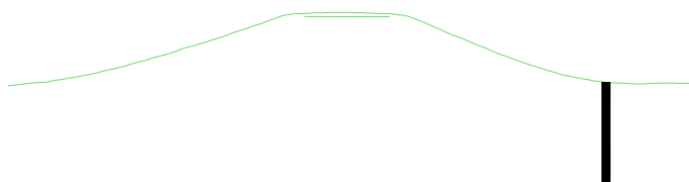
Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria

Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: Bij het plaatsen van een constructie wordt het huidige, steile dijktaalud niet aangepast. Deze te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.

Uitvoerbaarheid: Het aanbrengen van een constructie is complex. Bij onvoldoende draagvlak van de ondergrond kan het nodig zijn om hulpconstructies te gebruiken en zwaarder materieel in te zetten. Ook brengt buitendijks werken nadelen met zich mee door de planning en logistiek rondom mogelijke hoogwatersituaties.

Veiligheid realisatiefase: Het plaatsen van constructies brengt over het algemeen meer risico met zich mee, zoals hijswerk en trillingen.

Investeringskosten en subsidiabiliteit: Het plaatsen van een constructie is vaak duurder dan een versterking in grond, waardoor de subsidiabiliteit afneemt.



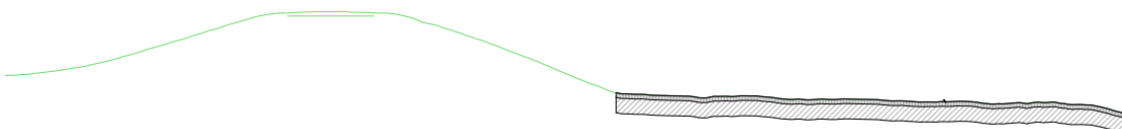
Figuur B-9 Alternatief 5 Constructie buitendijks; uitgaande van opgave piping (damwand).

6 – Weerstand verhogen voorland

Ook dit alternatief behoudt het bestaande profiel van de dijk. Hier is gekozen voor verhogen van weerstand in het voorland die buitendijks ondergronds wordt aangebracht; zoals een klei-ingraving. Dit alternatief kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor piping en heave (STPH).

Het ingraven van weerstand in het voorland is **in ontwerpvakken met een pipingopgave en voldoende voorlandlengte (1a, 2, 6b en 6c)** een mogelijk alternatief. In onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen. Daaronder zijn de bijbehorende profielen indicatief weergegeven.

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria	Riviersysteem: Bij het verhogen van weerstand in het voorland wordt buitendijks bijvoorbeeld een kleipakket ingegraven. Het maaiveld daar verandert niet. Daardoor wordt het riviersysteem in dit alternatief niet beïnvloed. Gebruik en draagvlak: Met het aanbrengen van weerstand in het voorland kunnen binnendijks aanwezige waarden en functies, zoals wonen, werken en landbouw behouden blijven. Inpassing in de omgeving: Bij het verhogen van weerstand in het voorland wordt buitendijks bijvoorbeeld een kleipakket ingegraven. De dijk wordt niet aangepast, waardoor het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk behouden blijft. Dit versterkt de inpassing in de omgeving. Investeringskosten en subsidiabiliteit: Bij het verhogen van weerstand in het voorland wordt een kleipakket ingegraven. Het aanbrengen van klei is – net als andere grondoplossingen – vaak betaalbaarder dan het plaatsen van een constructie, wat de subsidiabiliteit ten goede komt.
Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria	Beheerbaarheid en veiligheid gebruiksfase: Bij het aanbrengen van weerstand in het voorland wordt het huidige, steile dijktaalud niet aangepast. Deze te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid. Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: Bij het verhogen van weerstand in het voorland wordt een kleipakket ingegraven. Het aanbrengen van klei is – net als andere grondoplossingen – over het algemeen eenvoudig uit te voeren, maar buitendijks werken brengt nadelen met zich mee door de planning en logistiek rondom mogelijke hoogwatersituaties.



Figuur B-10 Alternatief 6 weerstand verhogen voorland; uitgaande van opgave piping en heave (horizontale klei ingraving).

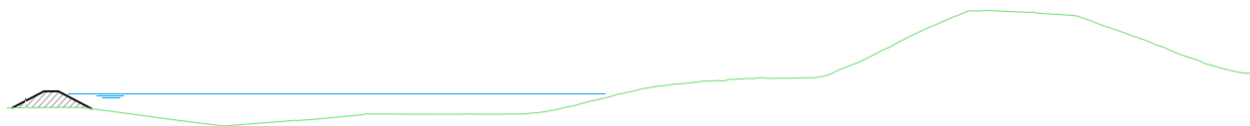
7 – Aanpassen kwelkade

Dit alternatief behoudt het bestaande profiel van de dijk en benut de functie van de (al dan niet) aanwezige kwelkade rondom een wiel.

Een kwelkade zorgt voor begrenzing van het binnendijkse waterpeil in een wiel. Door de kruin van de kwelkade te verhogen, kan het waterpeil in het wiel stijgen. Het zogenaamde verval (verschil tussen buitenwater en binnenwater) over de dijk wordt kleiner en het risico op piping neemt af. Deze kan worden ingezet voor de waterveiligheidsopgave voor piping en heave (STPH).

Het aanpassen van de kwelkade is in ontwerpvakken 6b⁸ en 6c een mogelijk alternatief. In onderstaand schema zijn de algemene voor- en nadelen van dit alternatief opgenomen. Daaronder is het bijbehorende profiel indicatief weergegeven. Ook zijn beelden uit onderzoek van de Stichting Landschapsbeheer Gelderland opgenomen.

Dit alternatief scoort in de basis altijd positief op de criteria	Riviersysteem: Het aanpassen van de kwelkade leidt niet buitendijkse veranderingen, waardoor het riviersysteem niet wordt beïnvloed. Gebruik en draagvlak: Het aanpassen van de kwelkade maakt het mogelijk om binnendijkse velden, zoals het cultuurhistorische wiel in ontwerpvakken 6b en 6c, te beschermen. Inpassing in de omgeving: Bij het aanpassen van de kwelkade vindt geen aanpassing van de bestaande dijk plaats. Het smalle, steile en kronkelende karakter van de dijk blijft behouden. Dat versterkt de inpassing in de omgeving. Het wiel wordt hier benadrukt. Uitvoerbaarheid en veiligheid realisatiefase: Bij het aanpassen van de kwelkade wordt met grond gewerkt. Een grondoplossing is over het algemeen eenvoudiger uit te voeren dan het aanbrengen van constructies en draagt bij aan de uitvoerbaarheid en veiligheid van de dijkversterking. Investeringskosten en subsidiabiliteit: Bij het aanpassen van de kwelkade wordt met grond gewerkt. Een versterking met grond is vaak betaalbaarder dan het aanbrengen van een constructie, wat de subsidiabiliteit ten goede komt.
Dit alternatief scoort in de basis minder goed op de criteria	Beheerbaarheid: Het aanpassen van de kwelkade leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Wel neemt het door het waterschap te beheren gebied toe. Behoud van de te steile taludhelling en toename van het te beheren gebied sluiten niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid. Veiligheid gebruiksfase: Het aanpassen van de kwelkade leidt niet tot aanpassingen aan het bestaande, steile dijktaalud. Behoud van de te steile taludhelling sluit niet aan bij de doelstellingen voor beheerbaarheid.



Figuur B-11 Alternatief 7 Aanpassen kwelkade; uitgaande van opgave piping en heave.

⁸ Tijdens de bewonersavond is in overleg met de eigenaar besloten dit alternatief niet alleen voor ontwerpvak 6c toe te passen, maar ook bij het wiel van 6b.



Figuur B-12: Streefbeeld Rietkolk in Heteren, met openheid relatie wiel-dijk



Figuur B-13: Streefbeeld Wiel bij Hoogeweide in Heteren, met openheid relatie wiel-dijk